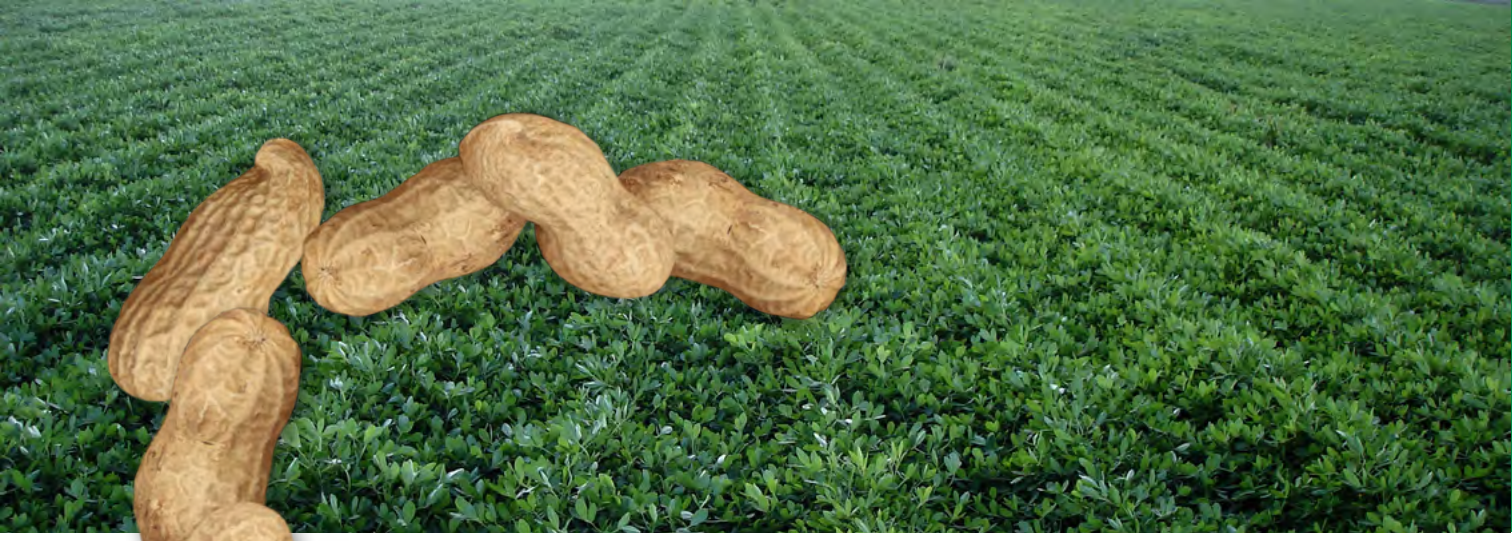


El Cultivo del Maní en Córdoba

2 EDICIÓN

Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto Argentina

El cultivo del maní en Córdoba

2 Edición

Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto (Compiladores)

Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto, Argentina

El cultivo de maní en Córdoba; compilado por Elena M. Fernandez; Oscar Giayetto. Segunda Edición ampliada. – Las Higueras, Córdoba (Argentina), 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga

464 páginas; 20x25 cm. ISBN 978-987-42-3736-1

1. Cultivo Agrícola. 2. Maní. I. Fernandez, Elena M., comp. II. Giayetto, Oscar, comp. III. Título.

CDD 633.368

Fecha de catalogación: 22/03/2017

El cultivo del maní en Córdoba 2 Edición

Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto (Compiladores)

2017 © by Universidad Nacional de Río Cuarto

Ruta Nacional 36 Km.601/X5804BYA/Río Cuarto/Argentina

Tel.: 54(0358)4676200/Fax: 54(0358)4680280

Web: http://www.unrc.edu.ar

Segunda Edición: Marzo de 2017

ISBN 978-987-42-3736-1

Diseño y maquetación: Luis W. Quintero y Lic. María Sol Quintero Demaestri en su memoria (StudioQ).

Colaboración: Daniel Menchini.

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su almacenamiento en un sistema informático, ni su trasmisión en cualquier formato o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia u otros métodos, sin el permiso previo de los compiladores.

Los compiladores de este libro agradecen:

A los docentes-investigadores de: las Facultades de Agronomía y Veterinaria y de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales de la UNRC, la EEA-INTA Manfredi, la AER INTA Gral. Cabrera, la Facultad de Agronomía de la UBA, y del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP – INTA) Córdoba por sus contribuciones en la elaboración de este libro mediante el aporte de conocimientos y experiencias generadas localmente desde diferentes disciplinas vinculadas al cultivo de maní.

A la institución Universidad Nacional de Río Cuarto, por la disposición de recursos e infraestructura.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

SECCIÓN I 25

Capítulo 1. Origen, historia y clasificación 27
Oscar Giayetto
Origen del maní cultivado 29
En Argentina. 33
En la provincia de Córdoba 33

Capítulo 2. Mejoramiento genético 41
Jorge J. Baldessari
Variedades utilizadas 41
Objetivos de mejora genética en las diferentes épocas. 41
Sistema reproductivo 43
Métodos de mejoramiento. 43
Evaluación de nuevas líneas: Strip Test, Unilocalidad, Ensayos regionales 44
La inscripción de nuevos cultivares 44
Tipos comerciales de maní 45
Vulnerabilidad Genética del cultivo de maní 46
Importancia de las especies silvestres en la mejora del maní cultivado 46
Los maníes “Alto Oleico” 47
Pureza genética de la semilla de maní 49
Multiplicación de las categorías de semilla e industria semillera 50
La producción argentina de semilla de maní como problema 50

SECCIÓN II 57

Capítulo 3. Desarrollo. 59
Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

Capítulo 4. Crecimiento 67
Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla
Germinación. 68
Raíz 68
Nodulación 69
Crecimiento Vegetativo 70

Crecimiento Reproductivo 70
Efectos de factores ambientales sobre el rendimiento 84

Capítulo 5. Requerimientos hídricos 97
Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Federico D. Morla
Consumo de agua 97
Eficiencia en el uso del agua (EUA) 99
Déficit hídrico y crecimiento del cultivo 100
Efectos del estrés hídrico sobre procesos del cultivo 102

Capítulo 6. Requerimientos nutricionales 117
Elena Bonadeo, Ines S. Moreno y Federico D. Morla
Fuente y disponibilidad de Ca en el suelo 117
Otros factores que afectan la disponibilidad del calcio 118
Relación con otros nutrientes 120
Consideraciones y necesidades de investigación en el área manisera de la Provincia de Córdoba . 126

Capítulo 7. Bacterias asociadas a la planta de maní 135
Jorge Angelini, Tania Taurian, Fernando Ibáñez, María L. Tonelli, Eliana Bianucci, María S. Anzuay, Lucio Valetti, Ana Furlán, Vanina Muñoz, Liliana Ludueña, Evelin Carlier, Stella Castro y Adriana Fabra
La interacción maní-bradirizobios: modo en que las bacterias invaden los tejidos vegetales . . 135
Diversidad de bacterias asociadas con los nódulos de plantas de maní 138
Otras bacterias benéficas asociadas a la planta de maní 140
Influencia del estrés hídrico sobre la fisiología y la bioquímica de plantas de maní 144
Impacto del Cadmio sobre el maní y los microorganismos simbiontes: mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados en la estrategia de tolerancia 146
Implicancia del estrés oxidativo en la senescencia de nódulos de maní 149
Las prácticas fitosanitarias y su relación con la diversidad de microorganismos del suelo asociados al cultivo de maní 149
Respuesta del cultivo de maní a la inoculación 150

SECCIÓN III 161

Capítulo 8. Suelos, rotaciones y labranzas 163
José M. Cisneros, Oscar Giayetto, Carmen G. Cholaky, Guillermo A. Cerioni, Alberto Cantero Gutiérrez y Mauro E. Uberto
Potencialidades y limitaciones de los suelos argentinos para maní 164
Rotaciones y labranzas en maní 169
Síntesis y Conclusiones. Bases para una producción sustentable de maní 179

Capítulo 9. Calidad fisiológica de las semillas . . . 185
Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto y Federico D. Morla
Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas . . . 186
Factores que influencian la calidad de la semilla . . . 188
Condiciones predisponentes durante el crecimiento-desarrollo de la planta madre . . . 189
Condiciones predisponente durante la cosecha y poscosecha . . . 195
Acondicionamiento en las Plantas de Procesamiento . . . 197
Alguna recomendaciones . . . 200

Capítulo 10. Fecha de siembra . . . 207
Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Guillermo A. Cerioni

Capítulo 11. Arreglo espacial y densidad de plantas . . . 217
Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Elena M. Fernandez

Capítulo 12. Madurez de arrancado . . . 231
Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Federico D. Morla y Guillermo A. Cerioni

Capítulo 13. Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de maní . . . 241
Rodolfo G. Bongiovanni, Liliana G. Troilo y Ricardo Pedelini
ANEXO - ***Capítulo 13*** . . . 274

SECCIÓN IV . . . 283

Capítulo 14. Enfermedades fúngicas del maní . . . 285
Adriana D. Marinelli, Guillermo J. March y Claudio M. Oddino
Enfermedades fúngicas del filoplano . . . 286
Viruela . . . 286
Sarna . . . 290
Quemadura de la hoja . . . 291
Tizón por ***Botrytis*** . . . 293
Otras enfermedades fúngicas del filoplano . . . 294
Roya . . . 294
Mancha difusa . . . 295
Mancha foliar por ***Phyllosticta*** . . . 296
Antracnosis . . . 297
Enfermedades fúngicas del rizoplano . . . 298
Podredumbre parda de la raíz . . . 301
Tizón por ***Sclerotinia*** spp. . . . 304
Carbón . . . 308
Otras enfermedades fúngicas del rizoplano . . . 311

Podredumbre negra de la corona . . . 311
Marchitamiento por Rhizoctonia . . . 311

Capítulo 15. Enfermedades causadas por virus . . . 319
Sergio L. Lenardón y Soledad de Breuil
Moteado del Maní . . . 319
Achaparramiento del maní . . . 321
Necrosis del brote de maní . . . 324

Capítulo 16. Malezas en el cultivo de maní. *Control y manejo* . . . 331
Fernando E. Daita, Ulises Gerardo y José Mulko
Métodos de control . . . 332
Fitotoxicidad en cultivos en rotación con maní causada por herbicidas residuales . . . 342

Capítulo 17. Artropofauna del cultivo de maní . . . 355
Graciela T. Boito, José A. Ornaghi y Jorge A. Giuggia

SECCIÓN V . . . 363

Capítulo 18. Calidad comercial y alimenticia de los granos . . . 365
Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla
Granometría . . . 366
Composición de los granos . . . 367
Micotoxinas: ***Aflatoxina*** . . . 371
Condiciones predisponentes para la infección y contaminación . . . 374
Precosecha . . . 375
Poscosecha . . . 377
Prevención de la contaminación . . . 378
Reducción de la contaminación con aflatoxina . . . 379
ANEXOS - Capítulo 18 . . . 384

Capítulo 19. Calidad, tecnología y mercado de trabajo . . . 391
Roberto R. Benencia y Elena M. Fernandez
La producción de maní en Argentina en el contexto internacional . . . 391
La emergencia de las nuevas plantas selectoras . . . 395
Variaciones en las explotaciones maniseras . . . 396
Razones y consecuencias de una experiencia exitosa . . . 398
Las nuevas empresas maniseras . . . 401
Conclusiones . . . 403
Anexo - ***Capítulo 19*** . . . 406

Capítulo 20. Mercado Nacional e Internacional 411
Daniel Agüero
Aceite de maní. 416
Harina de maní 417
Comercio internacional de Argentina 418
Panorama del precio de maní en el mercado internacional. 426
Situación nacional 428
Encadenamiento productivo como estrategia competitiva 433

Capítulo 21. Huella de carbono de la cadena del maní de Córdoba 437
Rodolfo Bongiovanni, Leticia Tuninetti y Guillermo Garrido
Método 438
Definiciones metodológicas 440
Resultados 453
Conclusiones 462

LISTADO DE AUTORES

A continuación, se detalla el listado de autores participantes, lugar donde desempeñan su actividad y dirección de contacto electrónica.

Daniel Agüero . . . . . .

Ing. Agr. FCA-UNC. M.Sc. en Economía Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. Prof. Adjunto de Economía y Comercialización, Dpto. Economía Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: daguero@ayv.unrc.edu.ar

Jorge Angelini . . . . . .

PhD. Docente del Dpto. de Ciencias Naturales (Fac. CEFQyN-UNRC) e Investigador Asistente de CONICET.
Contacto: jangelini@exa.unrc.edu.ar

María S. Anzuay . . . . . .

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Investigadora Asistente CONICET. Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC
Contacto: manzuay@exa.unrc.edu.ar

Jorge J. Baldessari . . . . . .

Ing. Agr. FCA (UNC). M.Sc. en Genética Vegetal (FCA, UNR) y PhD, Major: Genetics and Plant Breeding (Agronomy Department, University of Florida, EEUU). Investigador especializado en mejoramiento genético de maní en INTA Manfredi.
Contacto: baldessari.jorge@inta.gob.ar

Roberto Benencia . . . . . .

Sociólogo. M.Sc. en Ciencias Sociales (FLACSO). Investigador Principal del CONICET y Prof. Titular de Sociología y Extensión Rural, FAUBA. Director del Centro de Estudios y Servicios Rurales (CEDERU/FAUBA).
Contacto: benencia@agro.uba.ar

Eliana Bianucci. . . . . . .

Microbióloga (Fac. CEFQyN-UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas-UNRC
Docente del Dpto. de Ciencias Naturales (Fac. CEFQyN).
Contacto: ebianucci@exa.unrc.edu.ar

Graciela T. Boito . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. Doctora en Ciencias Agropecuarias, FCA-UNC. Prof. Asociada de Zoología Agrícola. Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: gboito@ayv.unrc.edu.ar

Elena Bonadeo . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Ciencias del Suelo, FAUBA-INTA.
Prof. Asociada de Relación Suelo-Planta. Dpto. Ecología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: ebonadeo@ayv.unrc.edu.ar

Rodolfo G. Bongiovanni . . . . . .

Ing. Agr. UCC. Magíster y Doctor en Economía de la Producción-Agronegocios Purdue University (EE. UU.). Coordinador del Proyecto Específico *Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales* (EEA de INTA-Manfredi).
Contacto: bongiovanni.rodolfo@inta.gob.ar

Alberto Cantero Gutiérrez . . . . . .

Ing. Agr. FCA-UNLP. M.Sc. en Suelo, Escuela de Graduados en Ciencias Agropecuarias (Convenio IICA-INTA-UNLP-UBA), UNLP.
Prof. Emérito Dpto. Ecología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: acantero@ayv.unrc.edu.ar

Evelin Carlier . . . . . .

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Becaria postdoctoral Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC.

Stella Castro . . . . . .

Bioquímica (UN La Plata). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Profesora Titular Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC.

Guillermo A. Cerioni . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Producción Vegetal, FAV-UNRC. Docente de Cultivos Oleaginosos. Dpto. Producción Vegetal, FAV-UNRC.
Contacto: gcerioni@ayv.unrc.edu.ar

José M. Cisneros . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Ciencias del Suelo, FAUBA-INTA. Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid (España). Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Agrónomos, Programa Tecnología Agroambiental. Prof. Titular de Uso y Manejo de Suelos, Dpto. Ecología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: jcisneros@ayv.unrc.edu.ar

Carmen G. Cholaky . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Manejo y Recuperación de Tierras. FAV-UNRC. Docente de Uso y Manejo de Suelos, Dpto. Ecología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: ccholaky@ayv.unrc.edu.ar

Fernando Daita . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Producción Vegetal. Docente de Terapéutica Vegetal, Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: fdaita@ayv.unrc.edu.ar

Soledad De Breuil

Ing. Agr. (UNC). Doctora en Ciencias Agropecuarias (UNC) investigadora del IPAV (CIAP-INTA) e Investigadora Asistente de CONICET
Contacto: debreuil.soledad@inta.gob.ar

Adriana Fabra

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Profesora Titular Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC. Investigadora Principal CONICET.
Contacto: afabra@exa.unrc.edu.ar

Elena M. Fernandez

Ing. Agr. FAV-UNRC. Doctora en Agronomía, UNESP Botucatu-Brasil. Prof. Asociada de Cultivos Oleaginosos, Dpto. Producción Vegetal, FAV-UNRC.
Contacto: efernandez@ayv.unrc.edu.ar

Ana Furlan

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Investigadora Asistente CONICET. Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC.
Contacto: afurlan@exa.unrc.edu.ar

Guillermo Garrido

Ing. Área Ecología Industrial del INTI (Centro Regional Córdoba).
Contacto: ggarrido@inti.gob.ar

Ulises Gerardo

Ing. Agr. FAV-UNRC
Docente de Terapéutica Vegetal, Dpto. Biología Agrícola, FAV-UNRC.
Contacto: ugerardo@ayv.unrc.edu.ar

Oscar Giayetto

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Producción Vegetal, FA-UBA-INTA. Prof. Titular de Cultivos Oleaginosos, Dpto. Producción Vegetal, FAV-UNRC.
Contacto: ogiayetto@ayv.unrc.edu.ar

Jorge A. Giuggia

Ing. Agr. FAV-UNRC. Docente de Terapéutica Vegetal, Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: jgiuggia@ayv.unrc.edu.ar

Fernando Ibañez

Microbiólogo (UNRC). Doctor en Ciencias Biológicas (UNRC). Docente Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC. Investigador Adjunto CONICET
Contacto: fibanez@exa.unrc.edu.ar

Sergio L. Lenardón

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. y PhD Ohio State University. Director del CIAP (Centro de Investigaciones Agropecuarias), INTA Córdoba.
Contacto: lenardon.sergio@inta.gob.ar

Liliana Ludueña

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Becaria postdoctoral CONICET. Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC.
Contacto: lludueña@exa.unrc.edu.ar

Guillermo J. March

Ing. Agr. FAV-UNRC. Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal-CICVyA. INTA.
Contacto: gmarchar@yahoo.com.ar

Adriana D. Marinelli[1]

Ing. Agr. FAV-UNRC. Doctora en Ciencias Biológicas. Fac. CEFQyN-UNRC. Prof. Asociada de Fitopatología. Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.

Inés S. Moreno

Lic. en Química. Fac. CEFQyN-UNRC. M.Sc. en Ciencias del Suelo, Dpto. Agronomía. UNS. Prof. Adjunta de Relación Suelo-Planta, Dpto. Ecología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: imoreno@ayv.unrc.edu.ar

Federico D. Morla

Ing. Agr. FAV-UNRC. Doctor en Ciencias Biológicas Fac. CEFQyN-UNRC. Ayudante de Primera de Cultivos Oleaginosos, Dpto. Producción Vegetal, FAV-UNRC.
Contacto: fmorla@ayv.unrc.edu.ar

José Mulko

Ing. Agr. FAV-UNRC.
Docente de Botánica Agrícola, Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: jmulko@ayv.unrc.edu.ar

Vanina Muñoz

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Becaria postdoctoral CONICET. Dpto Ciencias Naturales, FCEFQyN-UNRC.
Contacto: vmuñoz@exa.unrc.edu.ar

Claudio M. Oddino

Ing. Agr. FAV-UNRC. Magíster en Ciencias Agropecuarias, Mención en Producción Vegetal. Docente de Terapéutica Vegetal, Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.
Contacto: coddino@ayv.unrc.edu.ar

José A. Ornaghi[2]

Ing. Agr. FAV-UNRC. Prof. Asociado de Zoología Agrícola. Dpto. Biología Agraria, FAV-UNRC.

[1] In Memoriam
[2] In Memoriam

Ricardo Pedelini . . . . . .

Ing. Agr. M.Sc. AER General Cabrera-INTA. Proyecto Nacional Cultivos Industriales-Maní. Proyecto Regional con Enfoque Territorial.
Contacto: intacabrera@gcabrera.arnetbiz.com.ar

Tania Taurian . . . . . .

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Docente Dpto. Ciencas, Fac. CEFQyN-UNRC. Investigadora Adjunta CONICET
Contacto: ttaurian@exa.unrc.edu.ar

María L. Tonelli . . . . . .

Microbióloga (UNRC). Doctora en Ciencias Biológicas (UNRC). Docente Dpto. Ciencias Naturales, Fac. CEFQyN-UNRC. Investigadora Asistente CONICET
Contacto: mtonelli@exa.unrc.edu.ar

Liliana G. Troilo . . . . . .

Ing. Agr. Coordinadora del Proyecto Integrador *Optimización de la calidad integral y otras estrategias de agregado de valor.* EEA INTA Mendoza.
Contacto: troilo.liliana@inta.gob.ar

Leticia Tuninetti . . . . . .

Ing. Área Ecología Industrial. Equipo del Centro de Investigación y Desarrollo en Diseño Industrial, CIDI-INTI (Centro Regional Córdoba).
Contacto: leticiat@inti.gob.ar

Mauro E. Uberto . . . . . .

Ing. Agr. FAV-UNRC. M.Sc. en Ciencias Agropecuarias, Mención Manejo de Tierras (FAV-UNRC). Profesional de la empresa ASEAGRO S.R.L. (Río Cuarto, Córdoba).
Contacto: info@aseagro.com.ar

Lucio Valetti . . . . . .

Microbiólogo (UNRC). Doctor en Ciencias Biológicas (UNRC) Becario doctoral CONICET (hasta fines de 2015). Investigador en INTA (Córdoba).
Contacto: valetti.lucio@inta.gob.ar

RESUMEN

El maní es uno de los cultivos regionales de Argentina, localizado actualmente en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra más del 90% de la producción primaria nacional, y la totalidad del proceso industrial de la misma, con alto impacto económico y social en la provincia. En los últimos años, su cultivo se está expandiendo a las provincias de La Pampa, San Luis y oeste de Buenos Aires. Esta segunda edición reúne nuevos y más amplios conocimientos científicos y tecnológicos aportados por sus autores, todos ellos especialistas en diferentes áreas temáticas de este sistema agrícola. La mayoría de los cuales son productos obtenidos de investigaciones y experimentaciones desarrolladas en la principal región productora de maní. A ellos, se adicionan otros aportes científicos generados por investigadores en otros países productores de esta leguminosa. Además de su enfoque local, este libro proporciona un análisis profundo e integrador de los distintos factores involucrados en la producción de este cultivo que permite, a toda persona interesada, comprender y generar planes tecnológicos para su cultivo en distintas condiciones ambientales.

El libro comprende 21 capítulos organizados en 5 secciones. La primera, contiene 2 capítulos sobre el origen, historia y evolución del maní cultivado, y su mejoramiento genético en Argentina. La segunda sección, integrada por 5 capítulos, incluye los temas relacionados con el crecimiento, desarrollo, los factores ambientales que los regulan, junto con los requerimientos hídricos, nutricionales y las bacterias asociadas a la planta de maní. La sección tres agrupa 6 capítulos que abordan los temas relativos al manejo del cultivo, sus requerimientos edáficos, las rotaciones y sistemas de labranza, la calidad fisiológica de las semillas, la fecha de siembra, el arreglo espacial y la población de plantas. Se completa con un capítulo que trata una propuesta de buenas prácticas agrícolas para este cultivo. La cuarta sección está centrada en la sanidad del cultivo y en 4 capítulos trata las enfermedades fúngicas y las producidas por virus de mayor impacto regional; el control y manejo de las malezas prevalecientes, y una síntesis de la artropofauna que afecta localmente al maní. Por último, la sección quinta analiza la cadena agroalimentaria de este cultivo en 4 capítulos que incluyen aspectos de la calidad comercial y alimenticia del grano; la calidad de los productos industriales, la tecnología y el mercado de trabajo, el mercado nacional e internacional de este cultivo; y una cuantificación local de la huella del carbono.

ABSTRACT

The peanut is one of the regional crops of Argentina, currently located in the central-south of the Cordoba province, where more than 90% of the national primary production and the entire industrial process of the same are concentrated, with high economic and social impact in the province. In the last years, its cultivation has extended to the provinces of La Pampa, San Luis and the west of Buenos Aires. This second edition brings together new and broader scientific and technological knowledge provided by its authors, all of them specialists in different thematic areas of this agricultural system. Most of them are products obtained from research and experimentation developed in the main peanut producing region. To them, other scientific contributions generated by researchers in other producing countries of this legume are added. In addition to its local focus, this book provides an in-depth and integrative analysis of the different factors involved in the production of this crop, which allows all interested parties to understand and generate technological plans for their cultivation in different environmental conditions. The book comprises 21 chapters organized in 5 sections. The first contains 2 chapters on the origin, history and evolution of cultivated peanut, and its genetic improvement in Argentina. The second section, consisting of 5 chapters, includes topics related to growth, development, environmental factors that regulate them, along with the water, nutritional requirements and bacteria associated with the peanut plant. The section 3, groups 6 chapters that deal with issues related to crop management,

soil requirements, rotations and tillage systems, physiological quality of seeds, date of planting, spatial arrangement, and plant population. It completes a chapter that deals with a proposal of good agricultural practices for this crop. The fourth section focuses on the crop health, and in 4 chapters' deals with fungal diseases and those produced by viruses of greater regional impact; the control and management of prevailing weeds and a synthesis of the arthropod fauna that locally affects the peanut. Finally, the fifth section analyzes the agro-alimentary chain of this crop in 4 chapters that include aspects of the commercial and nutritional quality of the grain; the quality of industrial products, technology and the labor market, the national and international market of this crop; and a local estimate of the carbon footprint.

PRÓLOGO A LA PRIMERA EDICIÓN (2006)

El maní es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina, localizado en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra casi el 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador o industrial de la misma. Ambos aspectos impactan económica y socialmente en la provincia, ya sea directa o indirectamente, no sólo por la generación de divisas por la exportación de sus productos (255.695 toneladas y u$s 176.551.000 en el 2005); sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial. A ello, debe agregarse su impacto en otros sectores industriales ligados tanto a la producción primaria como a la del procesamiento; en el desarrollo de nuevas tecnologías para la obtención de productos de mejor calidad que respondan a la demanda de los consumidores y que su identificación de origen sea un sello de diferenciación y distinción en el comercio alimentario internacional; en el transporte de la producción primaria, de insumos agrícolas e industriales y de productos elaborados, entre otros.

Esta importancia socio económica del sistema manisero se ha mantenido entre ciertos márgenes a través de los años, a pesar de los cambios experimentados en la tecnología de la producción primaria, en la localización provincial, en el destino industrial de la producción, en la orientación de las actividades de las explotaciones agropecuarias y en el proceso de transformación o selección de la producción primaria. A fin de lograr mayor sustentabilidad y estabilidad del sistema agroalimentario manisero así como el incremento de los rendimientos y de la calidad de sus productos, es necesario acrecentar los conocimientos de todos los actores involucrados en dicho sistema y hacer un uso racional y profundo de todos los conocimientos científico-tecnológicos existentes para que esta especie oleoproteica exprese su potencial genético al permitírsele hacer una utilización eficiente de los recursos ambientales, tecnológicos y económicos disponibles para su crecimiento y producción.

Teniendo en cuenta lo expresado precedentemente, los autores, docentes e investigadores especializados en diferentes áreas del conocimiento agrícola, han condensado en esta publicación los principales conocimientos científicos y tecnológicos logrados a través de investigaciones, experimentaciones, estudios de casos y observaciones desarrolladas en la principal región productora de maní-centro sur de la provincia de Córdoba- enriquecidos con aportes científicos obtenidos por otros investigadores en diferentes países productores de esta leguminosa.

Se proporciona, a la vez, un análisis profundo e integrador de los distintos factores involucrados en la producción de manera tal que permita, a toda persona interesada en el cultivo de maní, comprender y generar planes tecnológicos para su cultivo en distintas condiciones ambientales.

El libro está organizado en 15 capítulos distribuidos en 5 secciones: Origen, desarrollo de cultivares y destino comercial del maní; Crecimiento, desarrollo y sus requerimientos; Prácticas de manejo; Protección vegetal y Situación socio económica del sistema agroalimentario maní. En la primera sección, se presentan los aspectos más relevantes del origen, historia y evolución como especie cultivada, su mejoramiento y calidad alimenticia y comercial; en la segunda sección, se analizan los principales aspectos funcionales que generan el rendimiento del cultivo en respuesta a los recursos ambientales; las dos secciones siguientes, integran los aspectos funcionales-ambientales con los tecnológicos, tratando de explicar las bases de sustentación de las tecnologías de producción a utilizar; y, en la última, se analizan los cambios territoriales, productivos-tecnológicos y laborales ocurridos en la principal región productora del país y sus impactos en la cadena de valor manisera y también se abordan aspectos centrales del mercado internacional y nacional del maní.

Esta estructura organizativa del libro lo hace un texto de fácil comprensión y de referencia para estudiantes de Ingeniería Agronómica y de otras carreras afines, y de consulta para profesionales y productores agrícolas innovadores.

Si bien cada capítulo ha sido desarrollado por docentes e investigadores que trabajan en el tema, éstos procuraron que el libro mantuviera una visión integradora de la cadena alimentaria manisera, mediante la cual se intenta generar una organización del conocimiento y dar referencias que ayuden a fijar criterios para el análisis del manejo y la toma de decisiones, tanto de situaciones adversas como complejas o con problemas puntuales en el sistema productivo de maní.

Leonidas Cholaky Sobari[1]

Ex-Rector de la Universidad Nacional de Río Cuarto

[1] In Memoriam

PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN

Entre los propósitos de esta segunda edición, destacamos actualizar y ampliar los contenidos relativos al cultivo de maní que se ha consolidado como una cadena de valor localizada en la región central de Argentina, con marcada preeminencia en la mitad sur del territorio provincial de Córdoba y extensiones pioneras en las provincias vecinas (San Luis y La Pampa).

Para ello, y como primer paso, convocamos a los colegas que hicieron su contribución en la primera edición del libro El cultivo de Maní en Córdoba (2006), invitándolos en esta oportunidad a considerar la revisión y actualización de sus respectivas propuestas. También invitamos a otros colegas para que hicieran aportes novedosos de temáticas no incluidas en la edición anterior. Resultó muy grato recibir respuestas que nos manifestaban interés y compromiso de la mayoría, prontamente reflejados en la recepción de los primeros manuscritos.

Nos embarcamos entonces en las tareas de compilación y edición de los materiales tomando como referencia la estructura organizativa de contenidos diseñada para la edición 2006. Este trabajo supuso, definir las secciones y asignar los capítulos a cada una de ellas siguiendo algunos criterios previos y otros nuevos.

La resultante fue una estructura conformada por 5 secciones y 21 capítulos. La Sección I incluye dos capítulos que tratan sobre la clasificación taxonómica, historia del maní en Argentina y el mejoramiento genético del cultivo realizado localmente. La Sección II, con cinco capítulos, aborda el desarrollo y crecimiento del maní y los factores ambientales reguladores, los requerimientos hídricos y nutricionales, y la interacción entre cultivo y bacterias fijadoras de nitrógeno. La Sección III, destinada al manejo del cultivo expone, en seis capítulos, temas de suelos, rotaciones y labranzas, calidad fisiológica de las semillas, fecha de siembra, densidad de plantas, madurez de arrancado, y se completa con una propuesta de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de maní. La Sección IV aborda la problemática de la sanidad del cultivo, con énfasis en los factores biológicos que restringen el rendimiento del maní (enfermedades fúngicas y otras causadas por virus, malezas y artropofauna). Por último, la Sección V trata aspectos de la cadena agroalimentaria del maní en cuatro capítulos que abordan la calidad comercial y alimenticia de los granos, tecnología, y mercado laboral y comercial, y concluye con un análisis y cálculo de la huella del carbono del maní en Córdoba.

Entendemos que esta obra cumple con los propósitos fijados al comienzo de su preparación porque actualiza, amplía y adiciona contenidos temáticos inherentes a esta cadena de valor como la producción primaria del maní, su procesamiento industrial, el comportamiento del mercado nacional y mundial, tratados con un enfoque sistémico anclado en una base sustentable.

Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto

Compiladores

SECCIÓN I

Capítulo 1

Origen, historia y clasificación
Oscar Giayetto

Capítulo 2

Mejoramiento genético
Jorge J. Baldessari

Capítulo 1. Origen, historia y clasificación

Oscar Giayetto

Este capítulo brinda una reseña del origen e historia del maní y su evolución como especie cultivada en Argentina y en la provincia de Córdoba donde llegó a concentrar más del 95% de la superficie cultivada. También se describe su clasificación taxonómica específica. La información de base corresponde a un documento elaborado por técnicos de la Estación Experimental Agropecuaria (E.E.A.) del INTA Manfredi[1], ubicada cerca de la localidad del mismo nombre en la provincia de Córdoba, coordinados por el Perito Agrónomo José R. Pietrarelli; y a la obra de Krapovickas y Gregory (1994)[2].

La primera referencia al maní en la literatura es de comienzo del siglo XVI, poco tiempo después del descubrimiento de América. En el Viejo Mundo no se registran antecedentes, a juzgar por la falta de mención en escritos griegos, latinos y árabes. La primera mención publicada del maní pertenece a Gonzalo Hernández de Oviedo y Valdés (1478-1557), en su "Historia General y Natural de las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano", aparecida por primera vez en Sevilla en 1535. Esta obra es el producto principal de la experiencia adquirida por el autor durante sus viajes y trabajos en Tierra Firme (norte de Colombia y Venezuela), Panamá, Nicaragua y Las Antillas. Oviedo y Valdés menciona expresamente el maní en el Libro 7 titulado "De la agricultura", donde brinda una descripción que no resulta del todo clara como para poder reconocer la planta; señala, sin embargo, su utilización y consumo por parte de las poblaciones aborígenes, quienes la tienen por sana y siendo ordinaria en sus huertas, aunque dice es de sabor mediocre y no de substancia. Pero es muy factible que cuando Oviedo y Valdés trata acerca de los *lirenes*, realice una buena descripción de *Arachis hypogaea*, en el mismo Libro 7. La evidencia surge cuando al hablar de los *lirenes*, Oviedo y Valdés describe la planta señalando que las ramas se extienden como las de los ajes (*Dioscorea trifida* L. f.) y batatas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), de las cuales penden los frutos que echan bajo tierra. Casi no quedan dudas de la suposición, considerando las características únicas de la fructificación de *Arachis hypogaea*; más aún, por la descripción se puede reconocer un maní rastrero.

En cuanto a su lugar de origen, la suposición acerca de que fuese originario de África o Asia, ya ha sido descartada sobre la base de una serie de pruebas. Una de ellas está relacionada con datos arqueológicos pertenecientes a un descubrimiento realizado en 1875 en tumbas precolombinas ubicadas en Ancón, Pachamac, y otros sitios de la costa del Pacífico cercanos a Lima (Perú). Allí se encontraron frutos semejantes a los del maní cultivado actualmente. Mediante carbón radiactivo se pudo datar el hallazgo, y su antigüedad sería de 1200 a 1500 años antes de Cristo, aproximadamente.

---

[1] MANÍ. Historia, importancia, técnica de cultivo, uso y comercialización. Cuaderno de actualización técnica Nº 3, E.E.A. INTA Manfredi, 1986. 52 pp.

[2] Taxonomía del género *Arachis (Leguminosae)*. Antonio Krapovickas y Walter C. Gregory. *Bonplandia,* Revista del Instituto de Botánica del Nordeste. Tomo VIII, Números 1-4: 1-186 (1994).

Estudios más recientes[3] también relativos al origen, señalan que el maní es un cultígeno (*planta o grupo conocido únicamente en cultivo; regularmente originado por domesticación; contrasta con nativo*) que pruebas moleculares demuestran su origen en el sur de Bolivia, en las partes bajas cercanas al límite con Argentina. Los progenitores silvestres de *Arachis hypogaea*: *A. duranensis* Krapov. & W.C. Gregory y *A. ipaensis* Krapov. & W.C. Gregory, viven en las cercanías de Villa Montes (Tarija) a 540 m s.n.m. Es un cultivo que se realiza por debajo de los 2000 m s.n.m., por lo común en pequeñas parcelas. Los restos arqueológicos de maní conocidos provienen de México, principalmente de Perú y del NO de Argentina. A diferencia de Perú, donde los restos provienen de yacimientos de la costa del océano Pacífico, en Argentina se encuentran en la región Valliserrana, por encima de los 1200 m s.n.m. Los yacimientos ubicados dentro del ámbito del cultivo actual del maní son los de Catamarca y San Juan, donde los restos provendrían de cultivos locales con riego. En San Juan, parecen haber sido trasladados con vegetales de otras zonas. Próximos son los del Antigal de Ciénega Grande a 2300 m s.n.m. (Jujuy) y Pampa Grande a 2500 m s.n.m. (Salta). Muy por encima del límite altitudinal encontramos los yacimientos de Huachichocana a 3100 m s.n.m. (Jujuy) y Llullaillaco a 6715 m s.n.m. (Salta). El primero, un lugar de tránsito (hoy en la ruta biocéanica), el segundo, un centro ceremonial.

La gran mayoría de los restos corresponden a *A. hypogaea* var. *hirsuta*, excepto el de Ciénega Grande, parte de Huachichocana y el de Llullaillaco que son *A. hypogaea* var. *hypogaea*. El material de *A. hypogaea* var. *hirsuta* tiene vinculación con la costa de Perú, donde actualmente sigue cultivándose. Este maní tiene una distribución muy interesante. En tiempos modernos se extiende desde Perú a Guatemala, México y a través de los océanos Pacífico e Índico hasta Madagascar. En la actualidad se desconoce su cultivo en Argentina y Bolivia.

El material de *A. hypogaea* var. *hypogaea* tiene evidentemente otra relación. El de Ciénega Grande no permite una evaluación segura. Uno de los maníes de Huachichocana se parece a algunos maníes que se cultivan actualmente en el sur de Bolivia y el de Llullaillaco se lo puede identificar con el maní «guanaco» o «guaicurú», que actualmente se cultiva por debajo de los 800 m s.n.m. y se extiende desde Salta y este de Bolivia hasta el nordeste de Brasil.

Bartolomé de Las Casas (1474-1566), contemporáneo de Oviedo y Valdés, también menciona el maní, pero su obra fue publicada recién en 1909[4]. Allí compara el fruto de maní con el de las habas, arvejas y garbanzos y los granos con avellanas sin cáscara. En esta obra se reconoce el maní como *Arachis hypogaea* y, en ese sentido, es que su nombre se difundió por la América hispana, reemplazando a otros nombres vernáculos.

La primera ilustración de la planta de maní corresponde a Marcgrave, y reproducida por Hammons (1973)[5]. Tanto la descripción como la ilustración permiten identificar el “mandubi” de Marcgrave con el maní que llaman “crema” en Bolivia y “guaycurú” o “guanacao” en Paraguay y en el NE argentino. Por lo tanto, este “mandubi” de Marcgrave pertenecería a la variedad *hypogaea*.

---

[3] Krapovickas, A. 2011. Maníes arqueológicos de Argentina. *Bonplandia* 19 (2): 183-192.

[4] Las Casas, B. 1919. Apologética Historia de las Indias. Historiadores de Indias por D. Serrano y Sanz, vol. 1, Madrid. 704 p.

[5] Hammons, R.O. 1973. Early history and origin of the peanut, en C.T. Wilson (Ed.). Peanuts – Culture and Uses. Am. Peanut Res. and Educ. Assoc. Stillwater, OK. Chapter 2: 17-45.

Origen del maní cultivado

A. hypogaea es un anfidiploide (2n= 40 cromosomas) cuyos ancestros no habían sido determinados en forma concluyente. Así, se propusieron varias especies como posibles antecesores del maní cultivado. Tal el caso de Gregory y Gregory (1976 y 1979)[6] quienes señalaron la posibilidad de participación de especies pertenecientes solamente a la Sección *Arachis*, proponiendo a *A. cardenasii* y *A. batizocoi* como los probables progenitores diploides del maní cultivado. Mientras que según Fernández y Krapovickas (1994)[7], mejores probabilidades tendrían *A. duranensis* y *A. ipaensis*, pero no se puede descartar la participación de más de dos especies, considerando las diferencias entre las dos subespecies de *A. hypogaea*. Recientemente, como se refirió más arriba (Nota al pie Nº3, *Op. cit.*), los progenitores silvestres de *Arachis hypogaea* son *A. duranensis* Krapov. & W.C. Gregory, y *A. ipaensis* Krapov. & W.C. Gregory.

El maní cultivado, clasificado por el botánico Linneo en 1753 como *Arachis hypogaea*, se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia -donde se encuentra un centro de variación muy importante- o al NO de Argentina donde crece espontáneamente *Arachis monticola*, especie silvestre anual con la que se han obtenido hibridaciones fértiles. Más precisamente, en el SE de Bolivia y NO de Argentina se ubica el área de las especies diploides involucradas en el origen del maní cultivado. Los caracteres de esas especies silvestres que se pueden encontrar en *A. hypogaea* son: porte rastrero, frutos pequeños con constricción marcada y con reticulación manifiesta, pero reducida, con dos granos y semillas con latencia. Este conjunto de caracteres, que se pueden considerar primitivos, se encuentran solamente en la subsp. *hypogaea*.

En Sudamérica la subsp. *hypogaea* tiene su centro de variación más importante en Bolivia, y es en el SE, en las primeras estribaciones de los Andes, departamentos de Tarija y Chuquisaca, donde se han coleccionado muestras de maní cultivado con mayor cantidad de caracteres considerados primitivos. En esta área viven únicamente las especies anuales diploides *A. duranensis*, *A. ipaensis* y *A. batizocoi*. En cambio, *A. cardenassi*, también diploide, es perenne y vive más hacia el este. La otra especie involucrada, *A. monticola*, es anual, tetraploide y vive en un área más pequeña, entre 10 y 20 km al NO de la ciudad de Jujuy, donde actualmente no se cultiva maní, pero con evidencias históricas y arqueológicas de su presencia precolombina. Numerosas colecciones de ejemplares de maní silvestre y de poblaciones de maní cultivado, realizadas entre 1960 y 1986 en el NO y NE de Argentina, Paraguay, Brasil, Bolivia, Uruguay, Perú y Ecuador, confirman, definitivamente, el origen sudamericano de esta especie.

Una diferencia notable entre la subsp. *hypogaea* y la subsp. *fastigiata* es el color del follaje, verde oscuro en la primera y verde claro en la segunda. Es un carácter muy constante, excepto en algunas accesiones de la subsp. *hypogaea* del centro-sur de Perú. Otra diferencia es la presencia de flores en el eje central en la subsp. *fastigiata* y su ausencia en la otra subespecie; carácter también bastante constante, pero que funciona para el maní "Cruceño", que evidentemente pertenece a la subsp. *fastigiata* y que se cultiva de Santa Cruz hasta el norte, en el NE de Bolivia.

Estos hechos sugieren que la subsp. *hypogaea* se haya originado en el SE de Bolivia y que la subsp. *fastigiata* se haya diferenciado más al norte, posiblemente en Perú, donde presenta su mayor variabilidad con la presencia de las variedades *fastigiata*, *peruviana* y *aequatoriana*, sin descartar la

[6] Gregory, W.C. y M.P. Gregory 1976 Groundnut, pp. 151-154. In N.W. Simmonds (Ed.), Evolution of crop plants. Longman Group Ltd. London. Gregory, M.P. y W.C. Gregory 1979. Exotic germoplasm of *Arachis* L.: interspecific hybrids. J. Hered. 70: 185-193.

[7] Fernández, A. y A. Krapovickas 1994. Cromosomas y evolución en *Arachis* (*Leguminosae*). *Bonplandia* 8: 187-220.

posibilidad de participación de otra especie silvestre. La antigüedad del maní en la región andina se vincula con los usos que se le da. En Bolivia, es un componente corriente en la dieta diaria, ya sea hervido en sopas, picado, mezclado en panes o tortas de maíz y para producir una bebida fermentada, la chicha de maní.

Las variaciones taxonómicas halladas en las poblaciones de *A. hypogaea* han justificado la división en dos subespecies y seis variedades, que según Krapovickas y Gregory (1994)[8], son las siguientes:

Subespecie *hypogaea*

var. *hypogaea* (tipo Virginia con variedades de porte erecto y rastrero)
var. *hirsuta*

Subespecie *fastigiata*

var. *fastigiata* (tipo Valencia)
var. *vulgaris* (tipo Español)
var. *peruviana*
var. *aequatoriana*

A continuación se presenta una breve reseña de las principales características de estas variedades y su distribución geográfica.

A. hypogaea subsp. ***hypogaea*** var. ***hypogaea***

Hierba anual, por lo común tardía. Eje central erecto, sin inflorescencias. Ramas laterales por lo común procumbentes, a veces decumbentes. En las ramas laterales basales (n+1) alternan regularmente dos yemas vegetativas y dos reproductivas. Hojas medianas; foliolos con ambas caras glabras, o con algunos pelos sobre el nervio medio en el envés. Espigas simples, breves, raro hasta 5 cm longitud. Frutos por lo común con 2 (3) semillas y en algunas razas de Bolivia, llegan hasta 4 semillas; pericarpio medianamente reticulado.

A. hypogaea subsp. ***hypogaea*** var. ***hirsuta***

Hierba anual, muy tardía, muy ramificada, de gran desarrollo. Eje central erecto a postrado, hasta 1 m de longitud, sinuoso, sin inflorescencias. Ramas extendidas, sinuosas, de procumbentes a decumbentes. En las ramas laterales principales (n+1) alternan regularmente dos yemas vegetativas y dos reproductivas. Hojas medianas, foliolos con la cara superior glabra y con pelos de 1-2 mm longitud, esparcidos en la cara inferior. Espigas simples, 1-2 cm longitud. Frutos hasta 3, raro 4 seminados; pericarpio fuertemente reticulado, con retículo uniforme.

Distribución geográfica: este maní es el frecuente en los yacimientos arqueológicos de la costa de Perú. En tiempos modernos aún se lo cultiva en América, en la costa de Perú y en el centro de México, y en las cuencas de los océanos Pacífico e Indico.

[8] *Op. cit.* (Nota al pie Nº 2).

A. hypogaea subsp. ***fastigiata*** var. ***fastigiata***

Hierba anual, precoz. Eje central por lo común poco ramificado y con algunas inflorescencias. Ramas laterales decumbentes a semierectas, con distribución irregular de ramas vegetativas y reproductivas (ramificación secuencial). Hojas medianas a grandes; foliolos con ambas caras glabras, pero pueden presentar algunos pelos sobre el nervio medio en el envés. Inflorescencias axilares breves. Frutos por lo común con hasta 4 semillas; pericarpio medianamente reticulado.

Distribución geográfica: este maní tiene su centro de variación más importante en Paraguay y es la variedad más difundida en toda Sudamérica. Su difusión fuera de Sudamérica debe ser relativamente reciente. Comienza a aparecer en la literatura recién a fines del siglo pasado. El porte erecto y los frutos con 4 o más semillas permiten reconocerlo.

A. hypogaea subsp. ***fastigiata*** var. ***peruviana***

Hierba anual. Eje central con ramas vegetativas hacia la base y ramas reproductivas hacia el ápice. Ramas laterales decumbentes, con muy pocas o sin ramas vegetativas. Ramas reproductivas 5 a 10 cm longitud, gruesas, multifloras, a veces con hojas hacia el ápice, abundantes tanto en el eje central como en las ramas laterales. Hojas grandes, algo gruesas. Foliolos con ambas caras glabras, con pelos solamente en el margen y sobre el nervio medio en el hipofilo. Fruto por lo común con tres semillas, en algunas razas hasta 4 seminado; pericarpio fuertemente reticulado y con costillas longitudinales sobresalientes.

Distribución geográfica: la variedad *peruviana* se cultiva en casi todo el Perú, especialmente en la cuenca del río Marañón, y es frecuente en Ecuador. Su límite sur se encuentra en el norte de Bolivia. En esta variedad hay numerosas razas que varían según la forma del fruto y el color del grano. Los colores más frecuentes son el negro o violáceo y el pálido, pero también hay granos variegados o veteados.

A. hypogaea subsp. ***fastigiata*** var. ***aequatoriana***

Hierba anual. Eje central erecto, más o menos ramificado, con ramas reproductivas por lo común breves, menores de 5 cm longitud. Ramas laterales decumbentes, con ramas reproductivas hasta 20 cm longitud. Hojas grandes. Foliolos con la cara superior glabra y la cara inferior con pelos 1-2 mm longitud, esparcidos en toda la superficie. Fruto 3-4 seminado; pericarpio muy reticulado, con costillas longitudinales sobresalientes.

Distribución geográfica: es una variedad casi exclusiva de Ecuador, donde se la cultiva principalmente en las provincias de El Oro y Loja. Su cultivo es esporádico en el norte de Perú.

A. hypogaea subsp. ***fastigiata*** var. ***vulgaris***

Hierba anual. Eje central erecto, muy ramificado, con algunas inflorescencias. Ramas laterales decumbentes a erectas, con inflorescencias breves, 1-2 cm longitud, simples o compuestas, agrupadas en los nudos basales. Hojas medianas. Foliolos con ambas caras glabras, con pelos largos en el margen y también algunos pocos pelos en el nervio medio, en el envés. Fructificación agrupada en la base de la planta. Frutos pequeños, por lo común de 2 semillas; pericarpio medianamente reticulado.

Distribución geográfica: la variedad vulgaris, que comprende los maníes “Spanish” (español), se cultiva en Sudamérica en Uruguay, Argentina (Santa Fe, Entre Ríos y Corrientes), sur de Brasil y algo en Paraguay. El color del grano es comúnmente pálido, como en los maníes Spanish típicos, pero puede ser negro y, aunque muy raro, colorado.

La distribución de estos diferentes tipos de maní es obra de los habitantes nativos de la época precolombina. De tal modo que el maní pasó de sus centros de origen más importantes a las regiones de América del Sur, islas del mar de las Antillas, América Central y México. Hacia fines del siglo XVIII, los portugueses llevaron el maní a la costa occidental de África; desde donde tuvo una amplia y rápida distribución. Más o menos en la misma época, los españoles lo introdujeron en Europa (registros de España e Italia).

La presencia actual de esta especie en las regiones de Asia (China, Japón, Malasia, Sudeste asiático e India) y Australia, con materiales similares al tipo *peruviano*, sustenta la hipótesis de que hubo algún tipo de contacto precolombino entre América y ese continente, o bien semillas llevadas por los españoles desde las costas occidentales de México o desde el Perú.

En África se difundieron los maníes tipo "Virginia", y se especula que desde allí, a través del tráfico de esclavos, fueron llevados a la costa Este de EE.UU., donde se expandieron rápidamente en los estados de Virginia, Carolina del Norte y del Sur, Alabama y Georgia. Recién a fines del siglo XIX se introdujeron en ese país, procedentes de España, los maníes tipo "Español" y, posiblemente, el tipo "Valencia", cultivados hasta el presente sólo en el estado de Nuevo México.

A los usos alimenticios mencionados, cuyos antecedentes provienen de las costumbres de los nativos americanos, se agregan evidencias de su utilización para la extracción de aceite en época precolombina.

En Europa, el uso de aceite de maní data del año 1800, cuando se instalaron los primeros molinos aceiteros, empleándose como materia prima la producción del cultivo realizada en la región de Valencia. Otro registro corresponde a Francia, donde en 1841 se efectuó una importación desde Senegal (70 toneladas) para su procesamiento industrial y obtención de aceite. Hacia fines del siglo XIX y principios del XX se instalaron varios molinos aceiteros en ese país (en 1900 ya había unos 52); luego hubo otros en Alemania y los Países Bajos, que procesaban materia prima importada desde la India y África.

En EE.UU. adquirió importancia durante la guerra civil, que se mantiene hasta el presente, aunque en ese país el destino principal nunca fue la producción de aceite. Se utilizó y utiliza sólo el 25% de la producción para ese fin, que en realidad constituye el subproducto de los procesos de selección para consumo directo y producción de semillas, siendo uno de los usos principales la elaboración de manteca o dulces. El consumo por habitante es de 5 kg por año, la mitad del mismo bajo la forma de manteca.

Finalmente, se mencionan algunos nombres vernáculos de *A. hypogaea:*

- Cacahuali, cacuali, tlalcaca-huátl: indígenas de México (y de allí el nombre moderno de *cacahuate* y *cacahuete*).

- Curiquiere (Mojos); Naaquis (Chiquitos); Chocopa (Aymará); Inchic, Inci, Inqui (Quechua), todos ellos de Bolivia y el NO Argentino.

- Mandovi (Pilagá); Manduví (Chiriguano); Manubi (Guaraní); Mandowi (Tupi) pueblos de la región guaranítica (y de allí el nombre maní).

En Argentina

A mediados de 1550 el Capitán Francisco de Villagra en su viaje de Perú a Chile, según la Crónica de Bibar de 1558, pasa por la provincia de los comechingones y señala los productos cultivados que eran maíz, frísoles, **maní**, camote y zapallo (Nota al pie Nº3, *Op. cit.*).

Respecto a los primeros registros de su cultivo, corresponden a la época colonial y señalan siembras en pequeñas superficies en las provincias del NE y NO del territorio nacional. Se empleaban poblaciones indígenas locales denominadas "Guaycurú" en Misiones y Corrientes; "Perla" (similar a la anterior), en Jujuy y Salta; maníes "Negros", de frutos grandes y chicos, en Corrientes, Chaco y, posiblemente, en el norte santafesino. En Salta y Jujuy se cultivaba, además del Perla, otra gama muy variada de poblaciones originarias de Bolivia, algunas de las cuales se mantienen en la actualidad.

El primer registro estadístico data del año 1872/73 con una superficie cultivada de 2.388 hectáreas. A partir de 1896/97, se poseen datos continuos con valores de 13.709 ha para esa campaña agrícola, de las cuales sólo 300 correspondían a Córdoba. La mayor parte de esa superficie se localizaba en el NE argentino (6.600 ha en Santa Fe, 4.100 ha en Entre Ríos y unas 1.900 ha en Corrientes); siendo las provincias del Litoral las principales productoras hasta el año 1920.

Asociado a los datos anteriores, se registra la importación de las primeras prensas destinadas a la extracción de aceite, ocurrida en el año 1880, y cuya materia prima inicial fue precisamente el maní cultivado en el litoral. Sin embargo, el nivel tecnológico con el cual se conducía el cultivo era casi primitivo y con muy escasa mecanización; contrario a lo que ocurriría posteriormente en la provincia de Córdoba.

En la provincia de Córdoba

Aquí, las primeras referencias corresponden a fines del siglo XIX, con siembras en las márgenes del río Segundo, entre las actuales localidades de Río Segundo, Pilar y Villa del Rosario. No obstante, la etapa de expansión corresponde al siglo XX, cuando comienza a sembrarse en las localidades de Las Junturas, Colazo, Matorrales, hacia el NE; Oliva, al este, y Corralito, Villa Ascasubi y Río Tercero, al sur.

El gran impulso se produciría recién en los años 1930 con la localización del cultivo en nueve departamentos de la región central de la provincia (en dos de los cuales nunca alcanzó importancia). Allí, la superficie cultivada fue aumentando en forma progresiva, mientras que en las otras regiones del país iba desapareciendo paulatinamente. Entre los factores causantes de esa declinación se mencionan la ausencia de infraestructura agrícola especializada para el cultivo y la cosecha, y la inexistencia de mercados locales para comercializar la producción. Sin embargo, y paradójicamente, en esos ambientes (regiones del NO, NE y Litoral argentinos) se obtenían buenos rendimientos con distintas variedades de maní que estimularon acciones de difusión del cultivo. En consecuencia, desde la fecha referida (~1930), la región central de la provincia de Córdoba concentró la mayor parte de la superficie cultivada y producción de maní del país (95-98%). En la campaña agrícola 1978 se registró la superficie cosechada récord, con 425.600 hectáreas, y en el ciclo 1993 la mínima con 110.000 hectáreas, siendo el promedio de 45 años (entre 1970 y 2015) de 293.327 hectáreas (Figura 1).

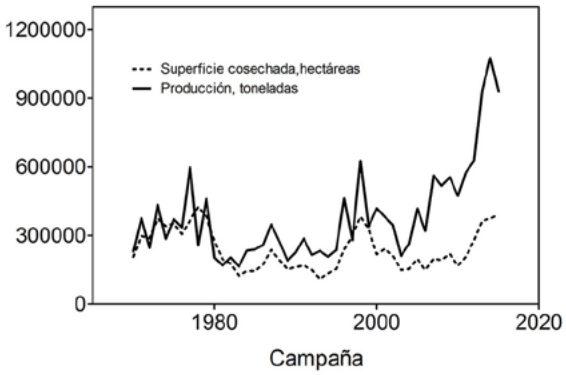


Figura 1. *Superficie cosechada (hectáreas) y producción de frutos (toneladas) de maní en la provincia de Córdoba. Período 1970-2015. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGyP (SIIA, Sistema Integrado de Información Agropecuaria)*

De manera similar, la figura 2 presenta los rendimientos de frutos por hectárea para la misma serie de datos.

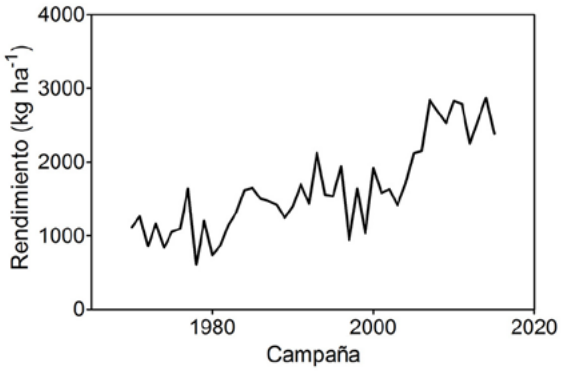


Figura 2. *Rendimiento de frutos de maní (kg/ha) en la provincia de Córdoba. Período 1970-2015. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MAGyP (SIIA, Sistema Integrado de Información Agropecuaria)*

Por su evolución y progresivo afianzamiento como rubro agrícola en los sistemas productivos de la región central de Córdoba, el maní puede ser considerado como un cultivo básico que le ofrecía algunas ventajas al productor. Una de ellas es la referida a la condición de especie leguminosa y su rol en la rotación de cultivos, contribuyendo a mantener un balance nutricional equilibrado al alternar con especies gramíneas como maíz y sorgo. Aspectos que fueron confirmados por estudios experimentales realizados por profesionales de la E.E.A. de INTA Manfredi y adoptadas como prácticas de manejo por los productores maniseros.

También, su permanencia en la región central de la provincia resultó un factor determinante de la demanda sostenida de mano de obra configurando una importante fuente de trabajo para sus pobladores. En este sentido, cabe destacar que durante un período considerable el maní fue prácticamente la única fuente de materia prima para las fábricas de aceite instaladas en la zona. También movilizó el asentamienton de otras fábricas productoras de implementos y maquinarias agrícolas especializadas para las operaciones de siembra, labores culturales y recolección (arrancado y descapotado).

En ese contexto se fue configurando lo que actualmente se considera un verdadero complejo agroalimentario con marcado perfil regional que articula las distintas etapas del proceso productivo primario, la industrialización de la materia prima, su comercialización y exportación, sumado al complejo de áreas de servicios pertinentes a cada una de ellas *(para más detalles ver capítulos 19 y 20).*

Esta categorización de complejo agroalimentario es la resultante de un proceso histórico durante el cual se fue configurando el perfil que actualmente posee y del que se brinda una reseña histórica resumida señalando la evolución tecnológica y los cambios en los estilos de producción asociados.

Período 1896-1918/19:

- Superficie sembrada: 300 a 2.500 ha.
- Ubicación: márgenes del río Segundo.
- Cosecha: en parvines.
- Comercialización: en cajas.

Período 1919-1930/31:

- Superficie sembrada: 2.000 a 27.000 ha.
- Ubicación: se extiende a las márgenes del río Tercero.
- Siembra con sembradora de maíz (con modificación en el sistema distribuidor de semillas).
- Arrancado: con arado de rejas sin vertedera.
- Comercialización: en cajas.

Período 1931-1940/41:

- Superficie sembrada: alcanza las 100.000 ha (1936/37), luego 57.000 ha (1939/40).
- Área de siembra: departamentos Río II, Santa María y Tercero Arriba.
- Aparición del rastrillo de descarga lateral empleado para acordonar el maní después del arrancado.
- Comercialización: en granos (el productor descascara el maní en su campo con máquinas estáticas).

Período 1941-1950/51:

- Superficie sembrada: 161.000 ha (1945/46), luego 118.000 ha (1950/51).
- Área de siembra: en 1948/49 ingresa al Departamento Juárez Celman.
- Aparecen las primeras máquinas recolectoras-emparvinadoras.

Período 1951-1959/60:

- Superficie sembrada: 285.000 ha (1958/59), luego 197.000 ha (1959/60).
- Área de siembra: aumenta la superficie en el departamento Juárez Celman y se inicia la siembra en el departamento Gral. San Martín.
- Se difunden las máquinas recolectoras-emparvinadoras y las descapotadoras en hilera.

Período 1960-1969/70:

- Superficie sembrada: récord hasta ese momento 383.000 ha (1964/65).
- Se generaliza el uso de sembradoras de 5 surcos.
- Se difunden las rastras rotativas, las máquinas arrancadoras-acordonadoras (5x1) y las descapotadoras-descascaradoras automotrices.

Hasta esta década el control de malezas se realizaba mayoritariamente en forma manual. Posteriormente, se incorporaron la rastra de dientes y el escardillo. La incorporación de la rastra rotativa se considera una innovación tecnológica importante de rápida adopción. En esta década también hicieron irrupción algunos herbicidas postemergentes (2-4 DB y MCPA) para malezas de hoja ancha.

Período 1970-1979/80:

- Se comienza con aplicaciones de herbicidas de presiembra (trifluralina) y también se produce la incorporación y difusión de herbicidas específicos como *bentazon* y *bromoxinil*.

- Se destaca, también en esta década, la aparición en el mercado del primer herbicida graminicida postemergente (*pirifenop*).

- Acompañan a esas innovaciones, el control de la viruela temprana (*Cercospora arachidicola*), enfermedad foliar muy perjudicial.

Hacia fines de este período se comienza a producir un cambio fundamental en cuanto al destino de la producción, que pasará progresivamente al maní apto para selección o maní confitería para consumo humano. Se cita que las primeras exportaciones de maní seleccionado -tipo colorado- y apto para consumo directo se realizaron en 1974/75. Sin embargo, no será hasta fines de la década de 1970 cuando se comience a tomar dimensión de la importancia del mercado de maní tipo confitería.

Período 1980-1989/90:

Durante esta década se produjeron las transformaciones más relevantes de la historia del cultivo de maní en Argentina. Si bien la introducción al país del maní tipo *runner* se produjo a fines de la década anterior, la multiplicación de la semilla del cultivar *Florunner*, procedente de EE.UU., y la primera exportación de maní confitería se produjo a comienzos de los años ´80. Para tener una idea de la expansión de este nuevo tipo de material, cabe mencionar que en la campaña 1982/83 sólo un 5% de la superficie cultivada correspondía a maní tipo *runner*; porcentaje que en 1996/97 era del 95%.

No obstante, esta etapa estuvo signada por una serie de problemas asociados al desconocimiento del nuevo material genético introducido, entre los que se destacan: un ciclo más largo que el de los cultivares difundidos previamente, el porte rastrero, la baja germinación, que devenía en menor número de plantas establecidas en la emergencia del cultivo. Estas dificultades, produjeron un principio de rechazo por parte del productor manisero, obligando a la búsqueda de respuestas por parte de técnicos, asesores profesionales e industriales.

Uno de los problemas más graves estuvo referido a la operación de cosecha. El parque de maquinaria existente no estaba preparado para recolectar un maní de mayor rendimiento, de "clavo" más débil, con frutos de forma y tamaño diferentes. Una solución fue separar las operaciones de descapotado y descascarado, lo cual se interpretó como un "retroceso", ya que implicó volver a la cosecha en bolsones, con el consecuente aumento de los costos y la dilación de los tiempos de cosecha. Esto estuvo acompañado por la incorporación de descascaradoras estáticas por las plantas procesadoras. Sin embargo, paulatinamente los productores se convencieron de las ventajas de cosechar en caja y los beneficios que ello reportaba.
Este período de expansión del nuevo tipo de maní también tuvo la complicación de la escasez de semillas, hasta que se fueron logrando los volúmenes necesarios para satisfacer la demanda anual de siembra, no sin incurrir en otro problema asociado, como es el de la calidad fisiológica *(para más detalles ver capítulo 9).*

En 1986 se produce un hecho tecnológico significativo, la presentación en el mercado de la primera arrancadora-invertidora totalmente desarrollada en Argentina. Esta innovación vino a resolver otro de los problemas relativos a la faena de cosecha, al ofrecer una herramienta que posibilitó mejorar la calidad del proceso y por ende del producto.

Período 1990-1999/00:

Esta puede considerarse la década del "perfeccionamiento" de los distintos eslabones de la cadena manisera, con algunos perfiles cuestionables. Uno de ellos, fue un abrupto cambio de escala de la producción primaria causado por la imposibilidad de muchos productores pequeños (~200 has) impedidos de acceder a la modernización y adecuación de sus establecimientos a los nuevos requerimientos, viéndose forzados a apartarse del sector, facilitando así el proceso de concentración de las tierras. Adicionalmente, se produjo una creciente incorporación de las empresas seleccionadoras-exportadoras al ámbito de la producción primaria, junto con la llegada de capitales extranjeros.

Una premisa de esta etapa fue incrementar la calidad del maní superando fallas detectadas. Entre ellas, la contaminación varietal (causada por la mezcla de semillas de diferentes cultivares con características similares, como el color del tegumento) fue superada progresivamente, aunque la cantidad de semilla fiscalizada *–de calidad controlada-* era todavía insuficiente.

Se intensificaron estudios sobre rotaciones y sistemas de labranza estrechamente vinculados con la pérdida de la productividad de las tierras sometidas a uso agrícola continuo y, en muchos casos, al monocultivo de maní. Comenzaron a difundirse algunos primeros resultados y experiencias con siembra directa y labranza mínima así como modificaciones de la distancia entre surcos.

Esta década se inició con la obtención de una cosecha récord hasta el momento. La primera experiencia de cultivo extensivo bajo riego realizada en el establecimiento "Los Trece", en cercanías de la localidad de Reducción, durante la campaña 1989/90. La campaña fue extremadamente seca, magnificando las diferencias entre la condición bajo riego y la de secano. El rendimiento alcanzado con riego fue de 5.952 kg/ha, con un porcentaje de maní confitería del 78,3%.

A mediados de esta década se vislumbra el necesario y esperado recambio del parque de cosechadoras. Se incorporaron, en el proceso, las cosechadoras multicilíndricas adaptadas para cosechar a granel y con elevado contenido de humedad de los frutos (~20%), junto con los sistemas de secado por flujo continuo, cuya implementación aumentó la capacidad total del proceso.

Hacia fines de la década se comienzan a intensificar los controles de calidad en las diferentes etapas del proceso de industrialización, particularmente en la mercadería terminada; contribuyendo de esa manera a mejorar globalmente la calidad del maní argentino.

La localización geográfica del cultivo de maní en la provincia de Córdoba experimentó cambios que se ilustran con los datos del Cuadro 1. Se aprecia una dinámica de desplazamiento desde la zona norte, que en 1960 concentraba el 42% de la superficie cultivada, a la sur, que en 1990 alcanzó el 39% de dicha superficie; mientras que los departamentos de la zona central mantuvieron una participación relativa más estable en el período considerado. Por ejemplo, en la campaña 1994/95 con una superficie sembrada de 150.000 hectáreas, los departamentos Juárez Celman y Río Cuarto (zona sur) representaron en forma conjunta el 70% de la misma.

Entre las causas determinantes de esta migración, pueden mencionarse la fuerte competencia ejercida por la expansión del cultivo de soja, y los problemas sanitarios del maní, principalmente enfermedades fúngicas del filo y rizoplano, que limitaban fuertemente el rendimiento del cultivo.

Esta tendencia se acentuó en los últimos años alcanzando en las campañas 2011/12 y 2012/13 una concentración promedio del 71% de la superficie sembrada (263.000 hectáreas), en tres Departamentos de la zona sur de la provincia (Roque S. Peña 40%, Río Cuarto 22% y Juárez Celman 9%).

Cuadro 1. *Distribución territorial de la superficie sembrada con maní en la provincia de Córdoba, en cuatro décadas 1960-1990 (datos en porcentaje)*

Zonas de cultivo	**Décadas**			
	1960	**1970**	**1980**	**1990**
Norte				
Departamentos: *Santa María, Río Primero, Río Segundo, San Justo*	42	38	24	14
Centro				
Departamentos: *Calamuchita, Tercero Arriba, Gral. San Martín*	44	48	51	47
Sur				
Departamentos: Río Cuarto, Juárez Celman, Unión	14	14	25	39

Capítulo 2. Mejoramiento genético

Jorge J. Baldessari

El maní fue utilizado desde fines del siglo XIX como fuente de aceite comestible. Este uso como oleaginoso fue perdiendo importancia respecto del "consumo directo" o "confitería" hacia fines de los años '70. Este cambio implicó el reemplazo de las variedades oleaginosas tradicionales, del tipo Español y Valencia, por variedades del tipo "runner" aptas para exportación como maní "confitería" (Giandana, 1999), también llamado internacionalmente "HPS" o "Hand Picked and Selected".

Variedades utilizadas

Los maníes usados para aceite eran "poblaciones autóctonas heterogéneas" (landraces en la literatura inglesa) sin origen definido y que respondían a nombres que las definían de manera aproximada, "Blanco de Santa Fe", "Blanco de Río Segundo", "Maní tostadero", etc. Esta situación se mantuvo hasta que en el año 1944 se iniciaron trabajos continuados de mejoramiento genético en el país, en la Estación Experimental Manfredi del Ministerio de Agricultura de la Nación (Báez y Rigoni, 1945), hoy dependiente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). A partir de ese momento, y en base a selecciones dentro de estas "poblaciones" y a hibridaciones entre materiales locales e introducidos, se liberan los primeros cultivares a comienzos de la década de 1950 (Giandana, 2006). A partir de esa década, el productor manisero comienza a sembrar cada vez en mayor proporción semilla de cultivares mejorados (Pietrarelli, 1975).

Objetivos de mejora genética en las diferentes épocas

Los objetivos de mejora genética en Argentina han variado dependiendo del uso final del grano (oleaginoso vs. "confitería"). Cuando el cultivo de maní era fuente de aceite comestible y estaba inserto en explotaciones agropecuarias con planteos productivos mixtos, el mejoramiento genético estaba dirigido fundamentalmente al contenido de aceite, rendimiento en grano y heno, porte erecto, ciclo corto y latencia de la semilla (Giandana, 2006), e involucraba básicamente maníes de tipo Español o Valencia, pertenecientes a *A. hypogaea* subsp. *fastigiata*. Con el cambio de destino del grano hacia "consumo directo" o "confitería", se comienzan a utilizar maníes de la subespecie *hypogaea* var. *hypogaea*. Estos maníes poseen características muy diferentes a los tipos Español y Valencia usados como oleaginosos. Los nuevos maníes son rastreros, de ciclo largo, semilla más grande, clavo más frágil y mejor comportamiento frente a viruela. Acompañando la aparición de este nuevo tipo de maní, aparecen elementos tecnológicos de gran importancia (herbicidas de pre y postemergencia, fungicidas eficientes, arrancadoras-invertidoras, descapotadoras tricilíndricas, etc.).

Este cambio del sistema manisero impulsa una modificación de los objetivos de la mejora genética. Desde entonces, los propósitos del mejoramiento más abordados en Argentina pueden describirse de la siguiente manera:

Ciclo de cultivo: busca reducirse a menos de 150 días, duración que podría considerarse como la máxima del período con condiciones adecuadas para el cultivo en la región manisera núcleo.

Porte de planta: se prefiere rastrero por la mejor inversión de la planta durante el arrancado-invertido, lo que favorece un más rápido oreado de la vaina y la hace menos susceptible a pudriciones por temporales luego del arrancado (ya que la vaina no está en contacto directo con el suelo).

Tipo de Vaina: Se buscan vainas de tamaño y forma "runner", con estrangulación medianamente marcada (determina la forma redondeada de la semilla), pericarpio (cáscara) más bien fino, poca pilosidad y reticulado (menor adherencia de tierra).

Grano: preferencialmente se buscan granos que ajusten al patrón comercial tipo "runner". Esto es, semillas redondeadas, tamaño intermedio y tegumento claro (rosado o beige). Se busca que la granometría más abundante sea 40-50 granos/onza, que es el tamaño de grano más buscado por los importadores europeos. El tegumento seminal no debe separarse fácilmente durante el proceso de selección, pero sí de manera completa en el proceso de "blancheado". Una característica sobre la que se ha venido trabajando en los últimos 15 años en Argentina, es el aumento del contenido de ácido oleico en el aceite, lo que causa menor propensión al enranciamiento del aceite contenido en los granos de maní.

Resistencia a hongos de suelo: desde la década de 1990, se busca de manera sistemática elevar la resistencia a los hongos del rizoplano más frecuentes en el área manisera núcleo: *Sclerotinia minor*, *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium solani*. En los últimos 5 años, se ha sumado la búsqueda de resistencia al "carbón" (*Thecaphora frezii*).

En el futuro, se visualizan como importantes, además de los citados objetivos de mejora, las siguientes tolerancias: a sequía, a *Meloidogyne arenaria*, a la germinación a bajas temperaturas.

Si se consideran las características que deben exhibir los cultivares, puede notarse que algunas de ellas son más atractivas para algún sector involucrado en la cadena (producción, procesador, consumidor) que para otro. Mientras la producción pone especial énfasis en aquéllas que permitan mayor ingreso por hectárea (rendimiento en grano, porcentaje confitería, resistencia a factores bióticos y abióticos), la industria procesadora pondrá énfasis en aquellas virtudes relacionadas con el aumento en la eficiencia del procesamiento del maní y la calidad del producto final (perfil de granometría, relación grano/cáscara, niveles de pelado y partido en semillas, facilidad de blancheado, niveles de ácido oleico). Finalmente, los consumidores preferirán un maní de buenas características organolépticas (sabor, aroma, color, consistencia) y propiedades nutricionales (cantidad y calidad de aceite, proteínas y vitaminas). Ello implica que el mejorador debe balancear su tarea para satisfacer a todos los sectores involucrados. Por ejemplo, una vaina de paredes gruesas soportará mejor el ataque de insectos, hongos y manipuleo violento, algo deseable por parte del sector de la producción. Sin embargo, este tipo de vainas eleva el costo de transporte y reduce la eficiencia del procesamiento, una desventaja para la industria procesadora. Otro ejemplo es el tamaño de grano. La producción preferirá mayor tamaño, ya que es un componente del rendimiento muy importante. En cambio, la industria de alimentos utiliza fundamentalmente tamaños intermedios.

Sistema reproductivo

El maní es una especie predominantemente cleistógama. Si bien se han informado a nivel internacional valores extremos de cruzamiento de hasta 8% (Knauft *et al*., 1992), con distancia de fecundación cruzada (*outcrossing*) superiores a 17 m (Chriscoe *et al*., 2008), los valores observados en la Estación Experimental de Manfredi siempre han sido nulos (E. Giandana, *com. pers.*). Baldessari (2011) observó que hileras de genotipos con alelos dominantes de dos caracteres foliares, "hoja Krinkle" (Hammons, 1964) y hojas con antocianinas, entremezcladas con un genotipo de alelos recesivos no produjeron en éste descendencia que exhibiera tales alelos dominantes, a pesar de abundante presencia de abejas, indicando ausencia de *outcrossing*.

Métodos de mejoramiento

En virtud de la marcada cleistogamia de la especie, en la mayoría de los programas de mejoramiento genético a nivel mundial, se utilizan las hibridaciones artificiales para generar variabilidad genética sobre la cual iniciar el proceso selectivo (Isleib *et al*., 2001; Peanut Crop Germplasm Committee 2003; Holbrook y Stalker, 2003; Baldessari, 2010; PCA, 2012).

Técnica de cruzamiento en el maní: Desde la primera técnica descripta por van der Stok (1910), numerosas publicaciones han descripto variantes de la misma (Reddy *et al*., 1970; Norden y Rodríguez, 1971; Norden, 1973; Kale y Mouli, 1984). Tales variaciones buscan morigerar la influencia de algunos factores (ambientales y humanos) que afectan fuertemente el resultado de las tareas de hibridación artificial.

Entre los factores más importantes al realizar cruzamientos en maní merecen citarse: condiciones ambientales tales como humedad relativa post-emasculación y post-polinización, temperatura post-polinización (Norden, 1980), alta intensidad lumínica (preferentemente sol directo) para aumentar la cantidad de flores producidas e incrementar la producción de fotosintatos, lo que mejora la eficiencia de los cruzamientos (Hang *et al*., 1984; Knauft *et al*., 1987), y habilidad de quien realiza el cruzamiento, entre otros (Knauft *et al*., 1987; Murthy y Reddy, 1993).

A nivel internacional se han informado valores de eficiencia de cruzamiento que varían desde 20 hasta 90% (Norden, 1980; Murthy y Reddy, 1993). El autor ha registrado valores de hasta 30% para el programa de mejora del INTA Manfredi en cruzamientos realizados en verano al aire libre; mientras que en invernáculo y en primavera (Florida, EE.UU.), sólo alcanzó el 17%.

Uso de plantas F_1 y F_2 como padres: En algunas ocasiones se utilizan plantas F_1 o F_2 como uno de los padres en un cruzamiento que involucra entonces 3 parentales. Esto se realiza con el objeto de reunir características deseables de los tres padres en una misma progenie. Si bien se han obtenido cultivares por este método (Gorbet y Shokes, 2002; Gorbet, 2006; Tillman y Gorbet, 2009), su uso es poco frecuente. Ello se debe a la probabilidad de que una gameta proveniente de la planta F_1 ó F_2 que oficia como padre, reúna alelos deseados de genes independientes, es muy baja. Esto implica realizar un gran número de cruzamientos para obtener la combinación genética deseada. Tomando en consideración lo dificultoso que es obtener semilla en cruzamientos en maní, puede verse porqué tal opción es atractiva desde la teoría pero no es muy factible en la práctica.

Manejo de las generaciones F_1 y F_2: Una vez generadas las semillas a partir de las hibridaciones (cruzamientos), denominadas en la jerga del mejoramiento genético "F_1", éstas suelen manejarse diferencialmente respecto del resto de las generaciones. Para ello, se aumenta el distanciamiento entre semillas al sembrar, en comparación con generaciones posteriores. Este mayor distanciamien-

to entre plantas F_1, que suele llegar a 1 m, permite visualizar fácilmente las características fenotípicas de cada planta. De esta manera es más sencillo comprobar que cada planta provenga de cruzamiento y no de una falla del mismo (autofecundación por castración incompleta). Al mismo tiempo, la menor densidad pone a disposición de cada planta más recursos, tales como agua, nutrientes y radiación, lo que permite mayor producción de semilla F_2 por cada planta F_1. Esto es importante dado lo dificultoso de obtener semilla F_1 por cruzamientos. Por las mismas razones (reconfirmar su origen producto de cruzamiento, proveer más recursos a cada planta), las plantas F_2 se cultivan distanciadas a 40-50 cm. Adicionalmente, esta menor densidad permite apreciar fácilmente el fenotipo de cada planta. Esto facilita la selección fenotípica por aquellas características de herencia poco complejas (hábito de crecimiento, tipo de vaina) o con alto grado de aditividad, como ciclo o grosor del pericarpio (Murthy y Reddy, 1993). Seleccionar por esas características usando este distanciamiento de planta, no ejerce selección notoria sobre los caracteres componentes del rendimiento (Norden y Lipscomb, 1974; Knauft y Gorbet, 1989).

Conducción de las generaciones posteriores a F_2: en maní el método selectivo más utilizado desde hace muchos años es el "genealógico" ("*pedigree*" en la terminología inglesa). En la última década cobró importancia la retrocruza para incorporar el carácter alto oleico en materiales elite (Simpson *et al*., 2003; Isleib *et al*., 2006; Branch, 2009; PCA, 2012). En menor medida se utiliza el SSD o *S*ingle *S*eed *D*escent (Holbrook *et al.,* 2008; Tillman y Gorbet, 2009; Isleib *et al*., 2011) con el objetivo de acelerar la homocigosis de las poblaciones segregantes. Este método se utiliza frecuentemente asociado al cultivo de más de una generación anual.

Evaluación de nuevas líneas: Strip Test, Unilocalidad, Ensayos regionales

Una vez que un material de crianza es fenotípicamente homogéneo (usualmente en F_5 o F_6), deja la etapa de selección e ingresa en la de evaluación. Esta etapa se inicia con ensayos en los que se prueba un gran número de nuevos materiales (líneas), usualmente sin repetición (un solo surco) y en un solo ambiente. Generalmente, el diseño elegido es el de ensayo en franjas o similares. Los nuevos materiales que muestran buen desempeño respecto de los testigos durante cierto número de años, pasan a los ensayos unilocalidad con repetición. Aquellos de buen desempeño ingresan en ensayos multilocalidad, permitiendo apreciar su desempeño frente a distintos ambientes. Casanoves *et al.* (2005) observaron que materiales avanzados de maní mostraban interacción Cultivar x Localidad x Año, la totalidad de las localidades ensayadas se comportaban como un gran mega ambiente y el factor Año era el más determinante de la variabilidad de los materiales ensayados. Estos resultados marcan la importancia de un buen número de años de evaluación previo a la inscripción de nuevos cultivares.

La inscripción de nuevos cultivares

Cuando se ha decidido inscribir un material promisorio, comienza el proceso de inscripción que implicará cumplir con el criterio de Distinto, Homogéneo, Estable (DHE), (Labarta, 2012). En el cultivo del maní en Argentina, la calidad de "Distinto" de un nuevo cultivar suele ocasionar problemas que derivan del hecho de que la mayoría de los parentales elite "runner" muestran similitud morfológica. Ello ocasiona que los nuevos cultivares, derivados de cruzar estos parentales elite, generalmente sean muy parecidos a materiales ya inscriptos. Los descriptores cualitativos aplicados para establecer el criterio de "Distinto" (distinguibilidad) son frecuentemente insuficientes, requiriéndose de los cuantitativos para una completa distinguibilidad. En virtud de la existencia de interacción genotipo x localidad (GxE I) en los descriptores cuantitativos, la distinguibilidad no siempre es constante (UPOV,

2011a). Una herramienta que ayudará en el futuro a los ensayos de DHE para la distinguibilidad de nuevos materiales es la "Caracterización con marcadores moleculares de ADN" (*DNA fingerprinting*, UPOV 2011b). En tal sentido, en el Instituto de Genética "*Ewald* A. Favret" se está realizando el desarrollo de microsatélites que permitan la diferenciación de materiales presentes en el mercado argentino, algunos muy emparentados (Díaz, 2011). Se espera que el desarrollo de estos marcadores constituya en el futuro una herramienta adicional en las pruebas DHE, tal como lo sugiere UPOV (2011c).

Tipos comerciales de maní

A nivel internacional, la clasificación más utilizada distingue 4 tipos de maní, basándose en las características de las vainas y semillas. Estos tipos pueden describirse someramente así:

Virginia: vainas grandes, con dos semillas oblongas (generalmente rosadas o beige). Los granos se comercializan generalmente dentro de las vainas y se consumen (tostados), también dentro de las mismas. En EE.UU., para clasificar dentro de este tipo comercial, las vainas deben quedar retenidas en una zaranda de 12,7 x 76,2 mm y el número de semillas por libra (454 g) no debe superar las 225. Los maníes Virginia poseen background predominantemente de *A*. *hypogaea* subsp. *hypogaea* (Knauft *et al*., 1987).

Runner: vainas medianas, con dos semillas redondeadas (generalmente rosadas o beige). Los granos se comercializan una vez descascarados. Se utilizan fundamentalmente para consumo directo (tostado o frito) y para manteca de maní. Los maníes Runner poseen background predominantemente de *A*. *hypogaea* subsp. *hypogaea* (Knauft *et al.*, 1987).

Español o Spanish: vainas pequeñas, con dos semillas redondeadas (generalmente rosadas o beige). Los granos se comercializan una vez descascarados. Se utilizan fundamentalmente para golosinas y obtención de aceite. Los maníes Spanish poseen background predominantemente de *A*. *hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *fastigiata* (Knauft *et al.*, 1987).

Valencia: vainas largas, con más de dos semillas redondeadas con un extremo plano (generalmente coloradas). Los granos se comercializan comúnmente dentro de las vainas y se consumen (tostados, hervidos) también dentro de las mismas. Los maníes Valencia poseen background predominantemente de *A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *vulgaris* (Knauft *et al.*, 1987).

Mejoramiento genético y tipos comerciales: En la mejora genética, es práctica usual que los parentales de un cierto tipo comercial se crucen entre sí para obtener nuevos materiales del mismo tipo comercial (Isleib *et al.*, 2001).

En el caso de la Argentina, desde comienzos de los años '80 la producción se ha enfocado a maníes tipo "runner". Desde el punto de vista del mejoramiento, ello ha causado una intensa utilización de parentales runner de porte rastrero (Baldessari, 2010). Ello tiende a reducir la variabilidad genética disponible en el pool de parentales a futuro. En caso de ampliar la variabilidad en los padres usando materiales que no sean rastreros o runner (o ambas cosas a la vez), durante la etapa selectiva y dentro de las poblaciones segregantes se eliminan individuos sólo por no poseer el tipo comercial o el porte de planta adecuado. Ello a pesar de no haberse evaluado aún el resto de sus características agronómicas y/o sanitarias. Esto conlleva que muchos de estos genotipos no alcancen las etapas de evaluación en donde podría percibirse un potencial buen desempeño y les permitiría ser agregados al pool de parentales del tipo comercial "runner". Este proceso se observó en el mejoramiento genético en EE.UU. hasta los años '80, a partir de los cuales los 4 grupos comerciales han recibido

el influjo de nuevos genes por la utilización de parentales pertenecientes a otros grupos comerciales (Isleib *et al.*, 2001; Holbrook y Stalker, 2003).

En los programas de mejora pueden ocasionalmente observarse algunas líneas avanzadas que no son runner rastrero pero alcanzan las etapas de evaluación y muestran buen desempeño. Sin embargo, no pueden ser inscriptas por no ajustarse al tipo comercial buscado, siendo inaceptables durante la comercialización. Como estas líneas no son conocidas por otros mejoradores (pues no acceden al canal comercial) no son utilizadas para ampliar la base genética de otros programas de mejora, siendo sólo utilizadas como parentales exclusivamente dentro del mismo programa de mejora donde se originaron. Este hecho resalta la importancia del intercambio de materiales no comerciales entre mejoradores, para mantener elevada la variabilidad dentro de todos los programas de mejora genética. A pesar de esta relevancia del intercambio de materiales entre mejoradores, con la irrupción de las Patentes de Invención aplicables a creaciones vegetales en EE.UU. y Australia, y la aplicación cada vez más marcada de los términos de la Convención sobre Diversidad Biológica, es cada día más dificultoso el intercambio de material entre mejoradores, genetistas y curadores (particularmente entre países), aun existiendo predisposición para firmar un Acuerdo de Transferencia de Materiales (ATM).

Vulnerabilidad Genética del cultivo de maní

En EE.UU., y en menor medida en Argentina, puede observarse que en cada época sólo unos pocos cultivares han ocupado la mayoría de la superficie sembrada. Esto se debe fundamentalmente a que la industria prefiere manejar un número limitado de cultivares, por las complicaciones en el almacenaje y procesamiento que implica manejar cultivares con diferentes características. Este hecho implica que el cultivo se halle en una situación de vulnerabilidad genética, hecho que se mantiene como preocupación desde mediados de los años ‘70 en EE.UU. (Hammons, 1975; Knauft y Gorbet, 1989; Peanut Crop Germplasm Committee, 2003; Baldessari, 2010). Teóricamente, esta vulnerabilidad sería superada si se utilizara mayor número de cultivares de ancestría no relacionada.

Esta búsqueda de reducir el grado de relación en la ancestría (*inbreeding*) de los parentales elite se da en todos los programas de mejoramiento genético, incorporando materiales provenientes de otros orígenes y que poseen diferente fondo genético (*background*) (Isleib *et al.*, 2001). En los últimos 20 años, en la mayoría de los programas de mejora del mundo, se ha iniciado un proceso de ampliación de la base genética (Isleib *et al.*, 2001; Xue y Isleib, 2002; Cruickshank y Wright, 2003; Baldessari, 2010; Godoy, 2011). En el caso del mejoramiento genético llevado a cabo por INTA, en su Estación Experimental en Manfredi, Córdoba – Argentina, la ampliación del background llevado a cabo en las últimas décadas ha consistido en utilizar materiales provenientes de EE.UU., ICRISAT y algunas landraces de países sudamericanos. Estos materiales han sido cruzados por el background runner tradicional preexistente en dicho programa de mejora genética. Sin embargo, el ritmo de ampliación de la base genética podría verse ralentizado en virtud de lo discutido en el punto anterior sobre las crecientes dificultades para el intercambio de materiales entre programas de mejora genética.

Importancia de las especies silvestres en la mejora del maní cultivado

Es ampliamente reconocida la valía de los parientes silvestres del maní, fundamentalmente como fuente de resistencias (Dwivedi *et al.*, 2008; Upadhyaya *et al.*, 2011). Sin embargo, la dificultad para obtener híbridos interespecíficos y las asociaciones negativas (*linkage drag*) que exhiben las poblaciones derivadas, tornan la introgresión de estos genes al maní cultivado en una tarea de largo

plazo (Upadhyaya *et al*., 2011; dos Santos *et al*., 2011), a pesar de la existencia de marcadores para algunos caracteres de interés (Moretzsohn, 2010; Hong *et al*., 2010; Holbrook *et al*., 2011; Pandey *et al*., 2012).

Un ejemplo de la exitosa utilización de maníes silvestres es la introgresión desde *A. cardenasii* a cultivares de *A. hypogaea* en la resistencia a *Meloidogyne arenaria* raza 1. El inicio de las tareas de introgresión que culminaron con la aparición del primer cultivar comercial de maní resistente a este nemátodo, COAN (Simpson y Starr, 2001) puede ubicarse tres décadas antes (C.E. Simpson, com. pers.).

En el programa de mejora de INTA Manfredi, se realizaron cruzamientos con especies silvestres hasta la década del ’70, para estudios taxonómicos y de cruzabilidad, aunque ningún material actual del programa de mejora contiene en su ancestría especies silvestres (Baldessari, 2010). El Criadero “El Carmen” ha iniciado recientemente cruzamientos entre especies silvestres (Soave *et al*., 2011) con fines de introgresión hacia el maní cultivado.

Los maníes “Alto Oleico”

Hacia finales de los años ‘70, en el Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de Florida se analizó la calidad química de un gran número de líneas avanzadas. Entre ellas pudo apreciarse la existencia de una (F435) cuyo aceite poseía un contenido de ácido oleico muy superior al conocido hasta ese momento y semejante al del aceite de oliva (Norden *et al*., 1987).

Este tipo de aceite con alto contenido de ácido oleico, hoy presente en los maníes denominados “alto oleico”, posee mucho más estabilidad autooxidativa que el del aceite presente en los maníes denominados “tradicionales”, “normales” o “no alto oleico” (O’Keefe *et al*., 1993). Esta estabilidad es particularmente notable ante condiciones de altas temperaturas que se dan en los procesos de blancheado, tostado y fritado (Mozingo *et al*., 2004).

Esto implica que la aparición de sabores no deseables es demorada en los productos originados a partir de materiales “alto oleico” respecto de los que provienen de maníes “normales” (Braddock *et al*., 1995; Bolton y Sanders, 2002). Consecuentemente, es una característica muy adecuada desde el punto de vista de la industria (Mozingo *et al*., 2004).

Qué es y de dónde proviene el carácter: La característica de alto oleico de los maníes proviene de la falta de funcionamiento de alguno de los dos genes de desaturasas oleoil-PC microsomales (AhFAD2-1A y AhFAD2-1B). Cada una de ellas proviene de uno de los dos progenitores salvajes del maní cultivado (Jung *et al*., 2000; López *et al*., 2001). Estas desaturasas insertan dobles enlaces en cadenas de ácidos grasos (Chi *et al*., 2011), transformando oleato a linoleato en tejidos no fotosintéticos (Okuley *et al*., 1994). La falta de funcionamiento de ambas enzimas impide la transformación de oleato en linoleato, elevando así el contenido normal de ácido oleico en el aceite de la semilla del maní desde valores de 35-55% hasta niveles cercanos al 80% (Moore y Knauft, 1989). Los genes responsables de estas enzimas fueron designados Ol1 y Ol2 y sólo se necesita que uno de los alelos de alguno de ellos esté como dominante (“wild type”) para que se alcance el nivel “normal” de ácido oleico (Moore y Knauft, 1989). En background genético runner, generalmente uno de los genes está como homocigota recesivo, mientras que el otro está como homocigota dominante. Es este gen “wild type” el que generalmente se reemplaza por su alelo mutante (que es recesivo) vía cruzamiento con un parental “alto oleico”. Así, el modelo genético aplicado para la incorporación de la característica “alto oleico” es del tipo monogénico (Moore y Knauft, 1989). En los backgrounds Virginia y Spanish, es frecuente encontrar genotipos que poseen ambos genes en su estado normal (“wild type”). En

estos casos, los alelos de ambos genes deberán ser reemplazados por los alelos mutantes ol1 y ol2 para que se aumente el contenido de ácido oleico, transformándose el modelo genético aplicado en digénico (Isleib *et al.*, 1996; López *et al.*, 2001).

Mejoramiento genético para la característica "alto oleico": Desde el descubrimiento de la línea avanzada F435 (Norden *et al.*, 1987) en la Universidad de Florida, EE.UU., la característica "alto oleico" fue transferida hacia otros materiales pertenecientes a otros backgrounds genéticos (runner y virginia). El primer cultivar comercial alto oleico inscripto a nivel mundial fue SunOleic 95R en 1995. Fue obtenido por retrocruzamiento de F435 como parental donante sobre el parental recurrente F519-9, línea componente del cultivar Sunrunner (Gorbet y Knauft, 1997). A partir de ese momento, comenzó a utilizarse este cultivar runner como donante del carácter "alto oleico", por poseer ventajas agronómicas sobre F435, que es una línea Spanish. En el programa de mejoramiento de maní de INTA, los cruzamientos para obtener materiales "alto oleico" se iniciaron en 1990 y el primer cultivar inscripto con esta característica fue "Pepe ASEM-INTA" en 2007, obtenido de cruzar Florman INTA por F435.

En la actualidad la característica "alto oleico" ya se halla incorporada a parentales elite en la mayoría de los programas de mejora del mundo (Cruickshank y Wright, 2003; Baring *et al.*, 2006; APTA, 2009; Branch, 2009 y 2010; Gorbet y Tillman, 2009; Baldessari, 2010; Chen, 2011; PCA, 2012), tornando más simple obtener cultivares "alto oleico" sin necesidad de recurrir a retrocruzas.

Importancia de los maníes Alto Oleico en el mundo: La utilización de cultivares "alto oleico" a nivel mundial ha mostrado variaciones dependiendo del país:

Estados Unidos: A juzgar por la cantidad de semilla certificada de cada cultivar producida en este país en 2011 (Georgia Crop Improvement Association, 2011; Southern Seed Certification Association, 2011), y por las características de las nuevas inscripciones de cultivares, pareciera que el desempeño agronómico y la resistencia a enfermedades son consideradas las características más importantes a la hora de sembrar un cultivar (Hollis, 2011). La característica "alto oleico" parece ser un plus en el paquete de virtudes de un cultivar pero no una cualidad excluyente para ese mercado.

Australia: Desde 2007, el país sólo cultiva materiales alto oleico, como una forma de diferenciarse como proveedor de maní a nivel internacional (ABC News, 2007; PCA, 2012).

Brasil: si bien se han inscripto dos variedades "alto oleico", IAC 503 e IAC 505 (Godoy *et al*., 2009), su difusión es aún incipiente y no han reemplazado significativamente al estándar Runner IAC 886 (obtenida por selección sobre Florunner), de gran desempeño agronómico.

Argentina: Desde la inscripción en 1998 de M458 (nombre bajo el cual Mycogen inscribió su cultivar Flavor Runner 458, creado en EE.UU.), seis cultivares alto oleico adicionales han sido inscriptos, cuatro de ellos de origen nacional. Granoleico, inscripto en 2003 por el Criadero "El Carmen", se ha convertido en el estándar runner en el país, representando el 89% de la semilla fiscalizada de la campaña 2010/11 (A. Terenzi, INASE, com. personal).

Pureza varietal en cultivares "alto oleico". Debido al poco desarrollo del mercado de semillas de maní en la Argentina, existen problemas de pureza varietal en los lotes de cultivares alto oleico, contaminados por maníes "comunes". En esos casos, la contaminación es un problema de variable gravedad dependiendo de qué producto estemos considerando. El problema no es demasiado grave cuando consideramos algunos subproductos, como es el aceite (cuyo contenido de ácido oleico ha bajado notoriamente respecto del esperable en ausencia de contaminantes "comunes") o la manteca de maní. Sin embargo, cuando se considera por ejemplo al producto "maní pelado" (*blanched*), este problema de mezcla de granos alto oleico y comunes es de extrema gravedad. Al tratarse de un

producto heterogéneo, luego de recibir altas temperaturas para favorecer el pelado de los granos, algunos granos ("normales") se enranciarán mucho antes que el resto ("alto oleico"), disminuyendo la calidad de todo el producto.

Pureza genética de la semilla de maní

Una de las características fundamentales de una buena semilla es su pureza genética, ya que ésta permite obtener el máximo potencial para el que fue creado el cultivar (Bradford, 2006); mientras que simplifica el manejo agronómico del cultivo.

Cuando un cultivar es inscripto, el mejorador es el responsable de mantener la pureza genética del mismo. Las dos estrategias más utilizadas globalmente para mantener la pureza son:

Selección purificadora *("plant-to-row scheme")*: un cierto número de plantas, que se ajustan a la descripción varietal suministrada en el legajo de inscripción ante el INASE (Instituto Nacional de Semilla), son seleccionadas todos los años en el lote de semilla prebásica que posee el mejorador. Cada una de estas plantas genera un surco el próximo año. Se examina entonces que exista homogeneidad dentro y entre surcos originados por estas plantas selectas y que se ajusten al tipo varietal. Si algún surco contuviera plantas fuera de tipo, se elimina todo el surco. El resto de los surcos se cosecha en *bulk* y se utiliza para regenerar el lote de semilla prebásica.

Stock fundacional consumible: hace referencia a que antes de que un cultivar sea liberado comercialmente, sobre el lote de semilla prebásica se separa suficiente semilla para resembrar durante 10-15 años un lote similar aunque más pequeño. Esa cantidad que se separa (stock consumible) es mantenida en cámara con control de humedad y temperatura por el creador del cultivar y va siendo utilizada para generar un lote de semilla prebásica durante esos 10-15 años que son la vida útil esperada de un cultivar de maní. De esta manera, la composición genética del cultivar es similar en el inicio de cada proceso de multiplicación anual pues se parte del stock consumible.

Causas de pérdida de pureza genética: Entre las causas de la pérdida de pureza genética de un cultivar, las más comunes son:

Mezcla mecánica: puede disminuirse por un cuidadoso mantenimiento de la información de los lotes de semilla y un concienzudo proceso de limpieza de toda la maquinaria de cosecha, transporte y procesamiento utilizada (Spears *et al*., 2002; Tillman y Wright, 2009).

Guachaje: Es fundamental utilizar para la producción de semilla un lote en el que haya transcurrido un buen número de años desde la última vez que se sembró maní. De esta manera se disminuye la probabilidad de que existan plantas guachas (*volunteers*). Si se conoce que cierto lote será utilizado para producir semilla, será conveniente tratar de combatir el guachaje de maní en campañas previas con controles químicos específicos a tal fin (Daita, 2006). Esto es así pues el maní germina durante todo el verano y plantas guachas pueden producir algo de semilla aun habiendo nacido y crecido bajo la canopia de otros cultivos como maíz y soja.

Cruzamientos naturales: tal como se mencionó en el punto **"Sistema reproductivo",** si bien se conoce que puede haber fecundación cruzada, esta nunca ha sido observada en la Estación Experimental de INTA Manfredi, por lo que puede considerarse como una causa de contaminación posible pero poco probable.

Sesgado de la variabilidad fundacional de un cultivar: esta variabilidad puede verse reducida y sesgada por el uso de semilla pequeña para reproducir el cultivar (Gorbet, 1977).

Una vez que se ha producido la pérdida de pureza genética en los planteles semilleros de las categorías fiscalizadas, la similitud fenotípica existente entre los materiales en el mercado argentino impide eliminar contaminantes por remoción de "fuera de tipos" (*roguing*). Sin embargo, el *roguing* de semilla individual puede usarse en stocks de semilla prebásica o breeder para remover semillas contaminantes con diferente contenido de ácido oleico al esperado para el cultivar siendo multiplicado. Por medio de métodos no destructivos (espectrometría por resonancia magnética nuclear o espectrometría infrarroja transformada de Fourier) puede determinarse el contenido de ácido oleico de cada semilla a sembrarse, eliminándose semillas contaminantes si estas poseen diferente nivel de ácido oleico que el esperado en el cultivar ("normal" vs. "alto").

El mercado argentino de semilla de maní: por Resol. 232/94 y 108/99 del INASE, en Argentina el maní es un cultivo cuya semilla debe venderse ya sea como "identificada nominada" (con mención del cultivar) o bajo alguna categoría de semilla fiscalizada (original, 1°, 2° ó 3° multiplicación).

Multiplicación de las categorías de semilla e industria semillera

En EE.UU. la mayoría de los estados permiten un número ilimitado de generaciones en la reproducción de las categorías "prebásica" y "básica" (*breeder* y *foundation* en nomenclatura usada en EE.UU.), pero sólo 1 año en 1° y 2° multiplicación (*registered* y *certified*). Tomando en cuenta la baja tasa de multiplicación de maní, usualmente "10" (1 kg de semilla genera 10 kg el próximo año), es fácil percibir que bajo los estándares de EE.UU., debe existir una industria semillera que provea los grandes volúmenes de semilla que necesitan los agricultores, teniendo en cuenta que casi el 100% de éstos utilizan semilla de 2° multiplicación (*certified*). En la Argentina, el Decreto 2183/91 establece que, tratándose de semilla fiscalizada, la semilla categoría "básica" podrá auto reproducirse, la "Certificada de 1° multiplicación" deberá ser descendencia en primera generación de la "original" (1 año), mientras que las "Certificada de 2° multiplicación" y "Certificada de 3° multiplicación" podrán ser reproducidas tantas veces como el obtentor lo autorice. Como puede apreciarse, este esquema argentino de reproducción de categorías es más bien laxo, lo que favorece que los planteles de algunas categorías de semillas subsistan por demasiado tiempo y tiendan a mezclarse con lotes más recientes, conservando niveles de contaminación que no son observables bajo el más rígido esquema estadounidense.

La producción argentina de semilla de maní como problema

En los últimos 6 años, la superficie anual sembrada con semilla fiscalizada en Argentina ha oscilado entre el 32 y el 8%, con tendencia decreciente (A. Terenzi, INASE, com. personal). Un 30% adicional se ha expendido como semilla identificada, sembrándose el resto con semilla sin identificar.

En la Argentina, es escaso el desarrollo de la industria semillera de maní. Esto se debe fundamentalmente a que hay uso propio de semilla por parte de la empresas procesadoras (que son quienes más siembran maní). Para ellas, la semilla es un subproducto de la industria HPS. Es frecuente que los calibres menores, menos deseables para la exportación, sean destinados a semilla. Este menor tamaño suele ir acompañado de inmadurez, ocasionando problemas de vigor (Giambastiani, 1998; Pérez *et al.*, 2001). Adicionalmente, suelen existir problemas de pureza genética derivados del hecho que las instalaciones de las plantas seleccionadoras han sido diseñadas para obtener maní HPS (confitería). Ello implica que sus capacidades para atender a la segregación de lotes son escasas

pues las celdas de almacenamiento son demasiado grandes y poco numerosas. Consecuentemente, es normal que dentro de una misma celda coexistan lotes con muy distintas calidades o aún mezcla de cultivares. Asimismo, es difícil limpiar completamente la línea de procesamiento entre lotes pues el diseño de fosas, norias, etc. no ha contemplado la limpieza ágil y completa de las mismas.

Tomando en cuenta que para estas empresas seleccionadoras el negocio del maní tiene como principal rubro la exportación de maní HPS, puede apreciarse por qué las empresas procesadoras no comparten la lógica de una empresa semillera (hay que tener buena semilla para vender el año próximo). No es entonces infrecuente que se observe escasez en la provisión de semilla de calidad. Esto se da tanto en años de muy buenos precios, cuando se exporta casi todo el maní "bueno", como en aquellos con problemas de calidad (fisiológica o sanitaria) del material que ingresa a planta seleccionadora.

Bibliografía citada

ABC News. 2007. Nut gives Aussie growers the edge. En http://www.abc.net.au/landline/content/2006/s1940304.htm. Consultado Febrero 2012.

APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios). 2009. IAC apresenta novas variedades de amendoim na AGRISHOW. En: http://www.apta.sp.gov.br/noticias.php?id=3241. Consultado: Febrero 2012.

Baez, J.R. y V.A. Rigoni. 1945. Consideraciones sobre el mejoramiento del maní en la Provincia de Córdoba. Ministerio de Agricultura de la Nación. Dirección de Estaciones Experimentales. Folleto de Divulgación Agrícola N°4, 2 p.

Baldessari, J. 2010. Use of variability sources in INTA's peanut breeding program. V International Legumes Conference. Buenos Aires, Argentina, 8-14/8/2010. Pág. 50. Soporte electrónico.

Baldessari, J. 2011. Polinización cruzada en maní en el centro de la Provincia de Córdoba. INTA Manfredi. Inédito.

Baring, M.R.; Simpson, C.E.; Burow, M.D.; Black, M.C.; Cason, J.M.; Ayers, J.; Lopez, Y. and H.A. Melouk. 2006. Registration of 'Tamrun OL07' Peanut. Crop Sci. 46(6): 2721-2722.

Bolton, G.E. and T.H. Sanders. 2002. Effect of Roasting Oil Composition on the Stability of Roasted High-Oleic Peanuts. JAOCS 79(1): 129–132.

Braddock, J.C.; Sims, C.A. and S.F. O'Keefe. 1995. Flavor and oxidative stability of roasted high-oleic acid peanuts. J. Food Sci. 60(3): 489–493.

Bradford, K.J. 2006.Methods to maintain genetic purity of seed stocks. Agricultural biotechnology in California Series. Publication 8189. En: http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8189.pdf. Consultado: Febrero 2012.

Branch, W.D. 2009. Registration of 'Georgia-08V' Peanut. Journal of Plant Registrations 3(2): 143-45.

Branch, W.D. 2010. Registration of 'Georgia-09B' Peanut. Journal of Plant Registrations 4(3): 175-178.

Casanoves, F.; Baldessari, J. and M. Balzarini. 2005. Evaluation of Multienvironment Trials of Peanut Cultivars. Crop Sci. 45(1): 18–26.

Chen, J. 2011. Advances in genetics and breeding of high oleic acid peanut. Journal of Plant Genetic Resources 12(2): 735-739.

Chi, X.; Yang, Q.; Pan, L.; Chen, M.; He, Y.; Yang, Z. and S. Yu. 2011. Isolation and characterization of fatty acid desaturase genes from peanut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Cell Rep. 30: 1393–1404.

Chriscoe, S.M.; Hu, J.; Partridge, D.E.; Phipps, P.M. and E.A. Grabau. 2008. Outcrossing in Virginia-type peanut cultivars (NC7, Perry and Wilson) using the transgene oxalate oxidase as a marker. En: Proceedings of the American Peanut and Education Society 40: 61-62.

Cruickshank, A.W. and G.C. Wright. 2003. Development of High Oleic Peanut Varieties Adapted to Australian Production. Am. Peanut Res. & Ed. Soc. Meeting 35: 27-28.

Daita, F. 2006. Control de malezas en el cultivo del maní. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Comp.). El cultivo del maní en Córdoba. Editorial de la Univ. Nac. de Río Cuarto. Pág. 215-235.

Díaz, D. 2011. PNIND-081411 "Bases genéticas, moleculares y ecofisiológicas de la productividad y de la resistencia a estrés biótico y abiótico". En: http://aplicaciones.inta.gov.ar/buscador_proyectos/index.php/ver/programa_nacional#. Consultado Febrero 2012.

dos Santos J.F.; Godoy, I.J.; Fávero, A.; Moural, N.; Michelotto, M. y A.L. Martins. 2011. Resistência à mancha preta em populações F4 selecionadas de cruzamentos entre o amendoim cultivado e um anfidiplóide de *Arachis*. Bragantia, 70(3): 512-518.

Dwivedi, S.L.; Upadhyaya, V.; Blair, V.; Bertioli, D.J.; Nielen, S. and R.O. Ortiz. 2008. Enhancing crop gene pools with beneficial traits using wild relatives. Plant Breeding Rev. 30: 179-230.

Georgia Crop Improvement Association. 2011. Summer 2011 (For Spring 2012 Planting) List of Certified Seed Producers. En: http://www.certifiedseed.org . Consultado Febrero 2012.

Giambastiani, G. 1998. Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre. Tesis M.Sc. FCA – UNC, Córdoba.

Giandana, E.H. 1999. Mejoramiento genético del maní en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi. II Encuentro de Especialistas en *Arachis* spp. en América Latina. Córdoba 17-18/3/1999. p: 7-8.

Giandana, E.H. 2006. Mejoramiento Genético. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto (Comp.). El cultivo de maní en Córdoba. Univ. Nac. de Río Cuarto. Río cuarto, Córdoba. Cap. 2, Pág. 37-47.

Godoy, I.J.; Carvalho, C.L.; Martins, A.L.M.; Bolonhezi, D.; Freitas, R.S.; Kasai, F.S.; Ticelli, M.; Santos, J.F.; Oliveira, E.J. y L.K. Morais. 2009. IAC 503 e IAC 505: cultivares de amendoim com a caracteristica "alto oleico". En: Anais do 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Guaraparí, Espiritu Santo, Brasil. Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas.

Godoy, I.J. 2011. Current status of peanut breeding in São Paulo, Brazil, and surrounding states. En: Proceedings of the Fifth International Conference of the Peanut Research Community. Brasilia, Brazil, June 13-15, 2011.

Gorbet, D.W. 1977. Effect of seed size on the performance of Florunner peanuts. Peanut Sci. 4(1): 32-36.

Gorbet, D.W. and D.A. Knauft. 1997. Registration of 'SunOleic 95R' Peanut. Crop Sci. 37(4): 1392.

Gorbet, D.W. and F.M. Shokes. 2002. Registration of 'Florida MDR 98' Peanut. Crop Sci. 42(6): 2207-2208.

Gorbet, D.W. 2006.Registration of 'Andru II' Peanut. Crop Sci. 46(6): 2712–2713.

Gorbet, D.W. and B.L. Tillman. 2009. Registration of 'Florida-07' Peanut Journal of Plant Registrations 3(1): 14-18.

Hammons, R.O. 1964. Krinkle, a dominant leaf marker in the peanut, *Arachis hypogaea* L. Crop Sci. 4(1): 22-24.

Hammons, R.O. 1975. Peanuts: genetic vulnerability and breeding strategy. Crop Sci. 16(4): 527-530.

Hang, A.N.; McCloud, D.E.; Boote, K.J. and W.G. Duncan. 1984. Shade effects on growth, partitioning, and yield components of peanuts. Crop Sci. 24(1): 109-115.

Holbrook, C.C. and H.T. Stalker. 2003. Peanut breeding and genetic resources. Plant Breeding Reviews, Volume 22: 297-356.

Holbrook, C.C.; Timper, P. and A.K. Culbreath. 2008. Registration of peanut germplasm line TifGP-1 with resistance to the Root-Knot nematode and Tomato Spotted Wilt Virus. Journal of Plant Registrations 2(1): 57.

Holbrook, C.C.; Ozias-Akins, P.; Chu, Y. and B. Guo. 2011. Impact of molecular genetics research on peanut cultivar development. Agronomy 1(1): 3-17.

Hollis, P. 2011. Growers will focus on five peanut varieties in 2011. En: http://southeastfarmpress.com/peanuts/growers-will-focus-five-peanut-varieties-2011. Consultado Febrero 2012.

Hong, Y.; Chen, X.; Liang, X.; Liu, H.; Zhou, G.; Li, S.; Wen, S.; Holbrook, C.C. and B. Guo. 2010. A SSR-based composite genetic linkage map for the cultivated peanut (*Arachis hypogaea* L.) genome. BMC Plant Biol. 2010. Jan 27, 10: 17.

Isleib, T.G.; Young, C.T. and D.A. Knauft. 1996. Fatty acid genotypes of five Virginia-type cultivars. Crop Sci. 36(3): 556–558.

Isleib, T.G.; Holbrook, C.C. and D.W. Gorbet. 2001. Use of Plant Introductions in Peanut Cultivar Development. Peanut Sci. 28(2): 96-113.

Isleib, T.G.; Rice, P.W.; Mozingo II, R.W.; Copeland, S.C.; Graeber, J.B.; Novitzky, W.P.; Pattee, H.E.; Sanders, T.H.; Mozingo, R.W. and D.L. Coker. 2006. Registration of 'Brantley' Peanut. Crop Sci. 46(6): 2309-2310.

Isleib, T.G.; Milla-Lewis, S.R.; Pattee, H.E.; Copeland, S.C.; Zuleta, M.C.; Shew, B.B.; Hollowell, J.E.; Sanders, T.H.; Dean, L.O.; Hendrix, K.W.; Balota, M. and J.W. Chapin. 2011. Registration of 'Bailey' Peanut. Journal of Plant Registrations 5(1): 27–39.

Jung, S.; D. Swift; E. Sengoku; M. Patel; F. Teulé; G. Powell; K. Moore and A. Abbott. 2000. The high oleate trait in the cultivated peanut [*Arachis hypogaea* L.]. I. Isolation and characterization of two genes encoding microsomal oleoyl-PC desaturases. Mol. Gen. Genetics 263(5): 796-805.

Kale, D.M. and C. Mouli. 1984. Hybridization technique in groundnut. Indian J. Genet.Plant Breed. 44(3): 379-384.

Knauft, D.A.; Norden, A.J. and D.W. Gorbet. 1987. Peanut. En: Fehr, W.W. (ed.). Principles of cultivar development. Tomo 2, Cap. 10. McMillan Publishing Company. EE.UU. Pág. 346-384.

Knauft, D.A. and D.W. Gorbet. 1989. Peanut breeding for leafspot resistance in wide and narrow intrarrow spacings. Peanut Sci. 16(2): 119-122.

Knauft, D.A.; Chiyembekeza, A.J. and D.W. Gorbet. 1992. Possible reproductive factors contributing to outcrossing in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 19(1): 29-31.

Labarta, M.D. 2012. Las diferentes formas de examen DHE. En: http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&Itemid=102&func=startdown&id=629&lang=es. Consultado Febrero 2012.

López, Y.; Smith, O.D.; Senseman, S.A. and W.L. Rooney. 2001. Genetic Factors Influencing High Oleic Acid Content in Spanish Market-Type Peanut Cultivars. Crop Sci. 41(1): 51–56.

Moore, K. and D.A. Knauft. 1989. The Inheritance Of High Oleic Acid In Peanut. The Journal of Heredity 80(3): 252-253.

Moretzsohn, M.C. 2010. Desenvolvimento e mapeamento de marcadores microssatélites e identificação de QTLs ligados à produtividade e à resistência à mancha preta em Arachis sp. Tese de Doutorado. Univ. de Brasilia. Brasilia, Brasil. 147 p.

Mozingo, R.W.; O'Keefe, S.F.; Sanders, T.H. and K.W. Hendrix. 2004. Improving shelf life of roasted and salted inshell peanuts using high oleic fatty acid chemistry. Peanut Sci. 31(1): 40-45.

Murthy, T.G.K. and P.S. Reddy. 1993. Cytogenetics and Genetics of Groundnuts. Intercept. New Delhi, India. Cap. 5.

Norden, A.J. and V.A. Rodríguez. 1971. Artificial hybridization in peanuts. Oleagineaux 26(1):159-162.

Norden, A.J. 1973. Breeding of the cultivated peanut. En: American Peanut Research and Education Society. Peanuts – Culture and Uses. Amer. Peanut Res. and Educ. Soc., Stillwater, Oklahoma, EE.UU. Pág.175-208.

Norden, A.J. and R.W. Lipscomb. 1974. Influence of Plant Growth Habit on Peanut Production in Narrow Rows. Crop Sci. 14(3): 454-457.

Norden, A.J. 1980. Peanut, pág. 443-456. En: H.H. Hadley y W.R. Feher (eds.), Hybridization of crop plants. Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, EEUU.

Norden, A.J.; Gorbet, D.W.; Knauft, D.A. and C.T. Young. 1987. Variability in oil quality among peanut genotypes in the Florida breeding program. Peanut Sci. 14(1): 7-11.

O'Keefe, S.; Wiley, V. and D. Knauft. 1993. Comparison of oxidative stability of high- and normal-oleic peanut oils. J. Amer. Oil Chem. Soc. 70(5): 489-492.

Okuley, J.; Lightner, J.; Feldmann, K.; Yadav, N.; Lark, E. and J. Browse. 1994. *Arabidopsis* FAD2 gene encodes the enzyme that is essential for polyunsaturated lipid synthesis. Plant Cell 6(1): 147-158.

Pandey, M.K.; Monyo, E.; Ozias-Akins, P.; Liang, X.; Guimaraes, P.; Nigam, S.N.; Upadhyaya, H.D.; Janila, P.; Zhang, X.; Guo, B.; Cook, D.R.; Bertioli, D.J.; Michelmore, R. and R.K. Varshney. 2012. Advances in *Arachis* genomics for peanut improvement. Biotechnol Adv. 30(3): 639-651.

PCA (Peanut Company of Australia). 2012. Peanut Seed Varieties. En: http://www.pca.com.au/seed-varieties.php. Consultado Febrero 2012.

Peanut Crop Germplasm Committee. 2003. Report on the Status of *Arachis* Germplasm in the United States. En: www.ars-grin.gov/npgs/cgc_reports/Status11.pdf. Consultado Febrero 2012.

Pérez, M.A.; Cavallo, A.; Pedelini, R.; Ponzetti, G. y P. Quinteros. 2001. Calidad de semillas: Estudio preliminar para la estimación del momento óptimo de arrancado a través de indicadores de madurez en frutos de maní.

XVI Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera, Córdoba, 27/09/01. p: 43-44.

Pietrarelli, J.R. 1975. Maní para semilla, evitar su desperdicio. Revista Rural FIAT N° 31.

Poehlman, J.M. and D.A. Sleper. 1995. Breeding Field Crops. Iowa State Press. Ames, Iowa, EE.UU. Cap. 10. Pág. 452-468.

Reddy, G.P.; Reddy, P.S. and A.N. Murthy. 1970. An improved crossing technique in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Andhra Agric. J. 17(1): 124-127.

Simpson, C.E. and J.L. Starr. 2001. Registration of COAN peanut. Crop Sci. 41: 918.

Simpson, C.E.; Starr, J.L.; Church, G.T.; Burow, M.D. and A.H. Paterson. 2003. Registration of 'NemaTAM' Peanut. Crop Sci. 43(6): 1561.

Soave, J.H.; Buteler, M.I.; Soave, S.; Bima, P.; Faustinelli, P.; Moresi, A.; Oddino, C. y C. Bianco. 2011. Población obtenida por cruzamiento de especies silvestres y duplicación de cromosomas para introgresión de genes en maní. XXVI Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera, Córdoba, 15/09/11, p: 14-16.

Southern Seed Certification Association. 2011. Certified Seed Grower's Directory of Fall 2011. En: http://www.ag.auburn.edu/auxiliary/ssca/fall2011.php. Consultado Febrero 2011.

Spears, J.F.; Jordan, D.L. and J.E. Bailey. 2002. Peanut Seed Production: A Guide for Producers of Virginia-type Peanut Seed. En: http://www.peanut.ncsu.edu/PDFFiles/004968/Peanut_Seed_Production_Guide.pdf. Consultado en Febrero 2012.

Stok, J.E. van der. 1910. Onderzoekingen omtrent *Arachis hypogaea* L. (Katang-tanah). Med. Van het Dept. van Landbouw 12: 176-221.

Tillman, B.L. and D.W. Gorbet. 2009. Registration of 'AP-4' Peanut. Journal of Plant Registrations 3(2):138–142.

Tillman, B.L. and D.L. Wright. 2009. Producing Quality Peanut Seed. En: http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG19000.pdf. Consultado Febrero 2012.

Upadhyaya, H.D.; Sharma, S. and S.L. Dwivedi. 2011. Arachis. In: Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Legume Crops and Forages.1st Edition. Kole, Ch. (Ed.). Springer. Berlin, Germany. 321 pág.

UPOV (INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS). 2011a. Concept of a database containing pea variety descriptions (TWA/40/13). En: http://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/twa/40/twa_40_13.pdf. Consultado Febrero 2012.

UPOV (INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS). 2011b. The use of molecular techniques for plant variety protection – Approved position of CIOPORA. BMT/13/18. En: http://www.upov.org/edocs/mdocs/upov/en/bmt_13/bmt_13_18_add.pdf. Consultado Febrero 2012.

UPOV (INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS). 2011c. Possible use of molecular markers in the examination of Distinctness, Uniformity and Stability (DUS). UPOV/INF/18/1. En: http://www.upov.int/edocs/infdocs/en/upov_inf_18_1.pdf. Consultado Febrero 2012.

Xue, H.Q. and T.G. Isleib. 2002. Genetic relationships among peanut cultivars and breeding lines in Shandong Province, PRC. Peanut Sci. 29(2): 95-101.

SECCIÓN II

Capítulo 3

Desarrollo
Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

Capítulo 4

Crecimiento
Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

Capítulo 5

Requerimientos hídricos
Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Federico D. Morla

Capítulo 6

Requerimientos nutricionales
Elena Bonadeo, Ines S. Moreno y Federico D. Morla

Capítulo 7

Bacterias asociadas a la planta de maní. Mecanismos y fisiología de la interacción
Jorge Angelini, Tania Taurian, Fernando Ibáñez, María L. Tonelli, Eliana Bianucci, María S. Anzuay, Lucio Valetti, Ana Furlán, Vanina Muñoz, Liliana Luduena, Evelin Carlier, Stella Castro y Adriana Fabra

Capítulo 3. Desarrollo

Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

En el ciclo del cultivo de maní pueden distinguirse distintos períodos caracterizados por la generación de determinados órganos y el patrón de partición de fotoasimilados. Existen diferentes claves fenológicas para la descripción del crecimiento y desarrollo del cultivo de maní (Pattee *et al.,* 1977; Williams y Drexler, 1981); sin embargo, la más utilizada es la propuesta por Boote (1982), que se muestra en el cuadro 1. La misma describe las etapas de los periodos vegetativo (V) y reproductivo (R), que se corresponden con el inicio de cada uno de los estadios. Esta descripción está basada en la observación macroscópica de eventos vegetativos y reproductivos que se suceden durante la vida de la planta o el cultivo de maní. En este cultivo, al igual que ocurre en otros, se pueden distinguir dos períodos: el vegetativo y el reproductivo, sólo que a partir de cierta edad de la planta ambos son concurrentes debido al alto grado de indeterminación que posee la especie.

Cuadro 1. *Clave fenológica del cultivo de maní (adaptada de Boote, 1982)*

Clave alfanumérica	Denominación de la etapa	Descripción
Ve	Emergencia	Cotiledones cerca de la superficie del suelo y plántula mostrando alguna parte.
V0	Cotiledonar	Cotiledones abiertos y horizontales en, por debajo, de la superficie del suelo.
V1	Primera hoja tetrafoliada	Primer nudo desarrollado sobre el eje principal con su hoja tetrafoliada desplegada y folíolos horizontales.
Vn	“n” hoja tetrafoliada	“n” nudos desarrollados sobre el eje principal con o sin sus hojas tetrafoliadas desplegadas y foliolos horizontales.
R1	Inicio de floración	Una flor abierta en algún nudo.
R2	Inicio de formación de clavo	Un clavo (ginóforo) elongándose.
R3	Inicio de formación de fruto	Un clavo introducido en el suelo con el extremo (ovario) de un diámetro igual a dos veces el diámetro del clavo.
R4	Fruto completamente desarrollado	Un fruto completamente desarrollado, con las dimensiones características del cultivar.

R5	Inicio de formación de semillas	Un fruto completamente desarrollado, con crecimiento visible de los cotiledones de la semilla, al efectuar un corte transversal del fruto (pasada la fase de endosperma líquido).
R6	Semilla completamente desarrollada	Un fruto con semillas que llenan las cavidades de éste.
R7	Inicio de madurez	Un fruto mostrando coloración canela o marrón en la cara interna del pericarpio en el 50% de las plantas del cultivo.
R8	Madurez de cosecha o arrancado	Igual a R7 dependiendo el porcentaje de plantas del cultivar sembrado: 70 a 75% en tipos Virginia y Español, 80% en tipo Valencia.
R9	Frutos sobremaduros	Un fruto no dañado mostrando una coloración anaranjada de la testa y/o deterioro del clavo.

La sucesión de estos eventos fenológicos está determinada por el genotipo e influenciada, principalmente, por la temperatura (Boote y Ketring, 1990). Los diferentes procesos fisiológicos del cultivo ocurren, generalmente, entre los 20 y 35 ºC, aunque la temperatura base (T_b) es inferior a estos valores; estimándose, para la mayoría de los estadios fenológicos, valores entre 9 y 11 ºC (Emery *et al.,* 1969). Posteriormente, en otro genotipo, fue estimado un valor también dentro de ese rango (10,4 ± 0,5 ºC) (Awal e Ikeda, 2002). Así, el ciclo completo del cultivo depende de la acumulación térmica con diferencias entre los genotipos.

En Río Cuarto, Córdoba (Argentina) Cholaky *et al*. (1998), encontraron variaciones entre genotipos de maní. Los cultivares tipo Valencia y Español requirieron menor acumulación térmica que los tipos Virginia o runner, los cuales debido a su mayor requerimiento térmico (por ser de ciclos largos) suelen tener dificultades en completar el ciclo porque en esta región es frecuente la ocurrencia de temperaturas bajas (heladas) al final de la estación de crecimiento (abril-mayo).

Explorando diferentes ambientes mediante fechas de siembra (3) y cultivares de ciclos de distinta duración (2) en esa misma región, Giayetto *et al*. (2012) encontraron que, en promedio, el cultivar Granoleico (tipo runner) tuvo una duración mayor (1735 ±53 ºCd) que Utre (cultivar hibrido runner x español) con 1645 ±61 ºCd, (T_b: 10,3 °C). Resultados similares fueron descriptos por Haro *et al.* (2007) al señalar duraciones del ciclo de dos cultivares de maní tipo runner (Florman INTA y ASEM 485 INTA) sembrados en diferentes fechas y regiones de Argentina, de alrededor de 1580 °Cd (T_b: 11,0 °C).

Variaciones en la duración de las etapas fenológicas y de los ciclos entre tipos botánicos de maní son ampliamente descriptas por Haro *et al*. (2015) quienes señalan diferencias del 31% en la longitud del ciclo entre cultivares de porte erecto (tipo Valencia y Español, TT: 1281 °Cd; T_b: 11,0 °C) y rastrero (runner, TT: 1680 °Cd; T_b: 11,0 °C).

La T_b varía también según los tipos botánicos de maní y entre los genotipos de una misma subespecie (Mohamed *et al.,* 1988; Bell *et al.,* 1991a). Mohamed *et al*. (1988) estudiaron el efecto de la temperatura sobre la tasa de germinación de 15 cultivares y encontraron que la T_b varió en un rango de 8 a 11 °C, la temperatura óptima (To) fue de 29,0 a 36,5 °C y la temperatura crítica (Tc) varió de 41,0 a 47,0 °C. Localmente, Fernandez *et al*. (2014) observaron una respuesta diferente de dos genotipos

a la temperatura durante la germinación (Figura 1). Utre mostró una menor T_b (9,87 ºC) que Granoleico (11,63 ºC), lo cual explica el mejor comportamiento del primero en siembras tempranas. Por otra parte, el TT estimado fue ligeramente superior en Utre (155,9 ºCd) respecto a Granoleico (145,6 ºCd).

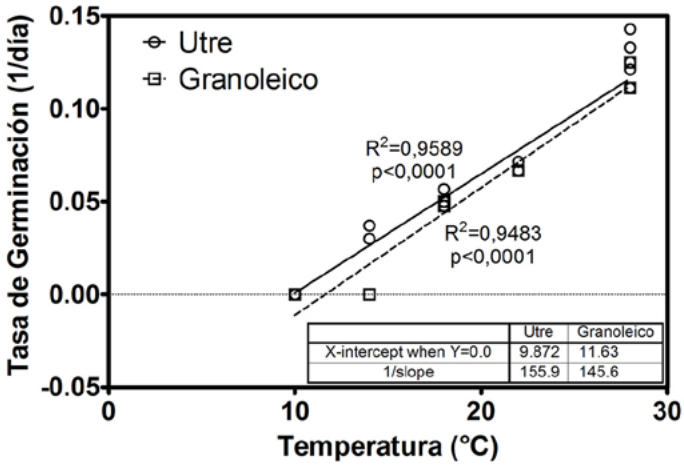


Figura 1. *Tasa de germinación de dos cultivares de maní, Granoleico y Utre, en función de la temperatura de germinación. El recuadro muestra los valores de T_b y TT de cada genotipo*

Para el proceso de emergencia en condiciones de campo, Awal e Ikeda (2002) encontraron valores de T_b alrededor de 10,5 °C. Por su parte, Prasad *et al*. (2006), estudiaron la influencia de la temperatura del suelo sobre la emergencia de plántulas y el crecimiento temprano de seis cultivares tipo runner. No encontraron diferencias significativas entre los cultivares para la T_b, con valores medios de 11,7 y 9,8 °C para las tasas de emergencia y de desarrollo temprano hasta el estadio V2, respectivamente. Mientras que otros autores reportan T_b de hasta 13,3 °C para el periodo de emergencia de plántulas de maní (Angus *et al.,* 1981). La T_b para otros eventos del desarrollo del cultivo, como la aparición de hojas y de ramas, se ha cuantificado en 10,0 °C, para un rango de 8,0 a 11,0 ºC (Leong y Ong, 1983) u 11,0 °C (Williams y Boote, 1995).

Para algunos autores, el inicio de la etapa reproductiva (R1) es función directa de la temperatura (Bell *et al.,* 1991a; Bagnall y King, 1991a), existiendo diferencias entre los tipos botánicos (Bagnall y King, 1991a). Otros, señalan que existe una interacción entre la temperatura y la disponibilidad hídrica, porque registraron que el cultivo alcanza el 50% de la floración cuando acumula 313 °Cd sin restricciones hídricas, pero requiere más grados días (410 y 498 °Cd, en tipos Español y Valencia, respectivamente) cuando existe baja disponibilidad de agua (Ketring y Whelees, 1989). Leong y Ong (1983) reportaron que la floración a 19, 22, 25, 28 y 31 °C ocurría a los 61, 49, 40, 32 y 31 días después de la siembra en condiciones óptimas de humedad y nutrientes.

La T_b para el período de emergencia-floración varía según los objetivos de los estudios. Así, se ha constatado una T_b de 10,4 ºC estimada a partir de valores de temperatura del suelo (Awal e Ikeda, 2002); mientras que en trabajos para evaluar genotipos de diferentes tipos botánicos con la temperatura del aire se registraron valores mayores en cultivares tipo Español (13,6 °C) que en los tipos Valencia (12,5 °C) y Virginia (11,4 °C) (Bagnall y King, 1991a). Otros autores encontraron valores similares de T_b, que variaron en un rango de 5,3 °C en un cultivar tipo Virginia (PI270806), hasta 13,4 °C en el cultivar Red Spanish 119, tipo español) y tiempos térmicos para esta etapa de 403 °Cd (T_b: 9,8 °C) en 12 cultivares tipo Virginia, 345 °Cd (T_b: 8,8 °C) en 3 tipo Valencia y 221 °Cd (T_b: 12,7 °C) en 3 cultivares tipo Español (Bell *et al.,* 1991a).

Estas características se traducen en un acortamiento del periodo hasta floración cuando el cultivo experimenta temperaturas altas, tanto del aire (30/25 *vs* 24/19 °C; Wynne *et al.,* 1973) como del suelo (27 *vs* 22 ºC; Awal e Ikeda, 2002), con diferencias entre cultivares de los distintos tipos botánicos. Ante un descenso de la temperatura de 30/25 a 24/19 °C, los maníes tipo Español tardan más días en comenzar a florecer (85% más de tiempo respecto a las temperaturas más calidas), que el tipo Valencia (74%); y éstos, a su vez, que los Virginia (64%) (Bagnall y King, 1991a). En la figura 2 se muestra la duración en TT del ciclo de diferentes cultivares de maní sembrados en distintas condiciones ambientales.

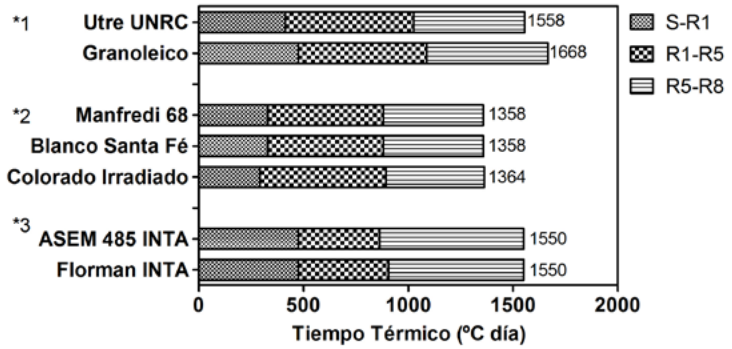


Figura 2. *Duración en °Cd (Tiempo Térmico, TT) de las etapas: siembra a floración (S-R1), floración a inicio de llenado de grano (R1-R5), llenado de granos (R5-R8) y ciclo total (S-R8) de diferentes cultivares sembrados en el área manisera de Córdoba (Argentina). *1: Utre (cruzamiento Virginia x Español) y Granoleico (tipo runner) sembrados el 10/11/2010 en Río Cuarto (Córdoba). Cálculos realizados con T_b: 10,3 °C (Giayetto et al., 2012). *2: Manfredi 68, Blanco Santa Fé (Español), y Colorado Irradiado (Valencia), sembrados el 12/12/1987 en Río Cuarto (Córdoba). Cálculos con T_b: 11,6 °C (Cholaky et al., 1998). *3: ASEM 485 INTA y Florman INTA (tipo runner) sembrados el 10/11/2004 en Córdoba Capital. Cálculos con T_b: 11 °C (Haro et al., 2007)*

El desarrollo del ciclo del cultivo de maní es regulado por la temperatura, como factor determinante (Ketring y Wheless, 1989) y en ciertas condiciones, también por el fotoperiodo (Bell y Harch, 1991). En relación con este último factor, maní puede ser clasificado como una planta de día corto (DC) (Bell *et al.,* 1991b) facultativa (Bagnall y King 1991a). Existe variabilidad genética en la respuesta al fotoperíodo, habiendo genotipos sensibles e insensibles a la duración del día. Además, se ha observado un efecto aditivo en algunos cruzamientos y dominancia parcial en otros (Nigam *et al.,* 1997). La posibilidad de contar con genotipos insensibles al fotoperíodo permite explorar mayor cantidad de ambientes (Dwivedi *et al.,* 1998).

Existen resultados divergentes del efecto del fotoperiodo sobre los eventos reproductivos; algunos investigadores constataron que la longitud del día tiene poco efecto sobre el momento de aparición de la primera flor (Bagnall y King, 1991b); mientras que otros lo consideran como el factor principal que influencia la iniciación de las estructuras reproductivas (Bell *et al.,* 1991b; Nigam *et al.,* 1998). Lo que si se ha comprobado es que el efecto del fotoperiodo en maní se manifiesta en posfloración (Dwivedi *et al.,* 1998), sobre los órganos vegetativos (Nigam *et al.,* 1998) y reproductivos (Bell *et al.,* 1991b). Los DC incrementan el número de flores, la producción de polen y la fertilización del ovario por lo que aumenta el número de ginóforos y frutos (Bagnall y King, 1991b). El efecto positivo de los DC (9 hs) sobre el peso de los frutos sólo se observó en interacción con altas temperaturas (Nigam *et al.,* 1994).

El efecto del fotoperíodo con altas temperaturas (Bagnall y King, 1991a), se manifiesta en ambientes donde la temperatura media diaria es cercana a 26 ºC (Bell y Harch, 1991), o cuando se han acumulado, en posfloración, más de 340 a 350 ºCd (T_b 10 ºC) (Bell *et al.,* 1991a). Estos hallazgos son considerablemente significativos cuando se estudia la adaptación de genotipos a la longitud del día en ambientes subtropicales (Bell y Harch, 1991), y cuestionan la relevancia del fotoperíodo como factor limitante para el desarrollo reproductivo del maní en ambientes fríos (Bell *et al.,* 1991b). De la misma forma, la variabilidad genotípica en la interacción fotoperíodo x temperatura podría influenciar la adaptabilidad de los genotipos de maní a nuevos ambientes (Nigam *et al.,* 1994).

Restricciones en la disponibilidad de otros recursos edafoclimáticos (deficiencias hídricas, lumínicas y minerales), también pueden provocar modificaciones en la fenología del cultivo de maní (Kumar *et al.,* 2012).

Excesos y deficiencias de agua en el suelo y la atmósfera tienen un efecto significativo en la fenología del cultivo (Williams y Boote, 1995). Los estados reproductivos: floración (R1), elongación de clavos (R2), comienzo de expansión de frutos (R3), primer fruto expandido (R4), comienzo del llenado de semilla (R5), son todos dependientes de la condición hídrica (turgencia) de la planta y, progresivamente, inhibidos por el déficit de agua del suelo (Cerioni, 2003). En la mayoría de las situaciones, la fecha de inicio de floración no se ve afectada por un estrés hídrico (Boote y Ketring, 1990). Sin embargo, la escasez de agua durante la floración retrasa el proceso entre 1 y 2 días cuando el déficit es moderado (Lin *et al.,* 1963; Lenka y Misra, 1973); mientras que con déficits severos la demora es más prolongada (7 días) (Boote y Ketring, 1990). Por su parte, Chapman (1993) mostró que la floración se detuvo dentro de los 5 días de aplicado un estrés cuando casi el 65% del agua aprovechable del suelo había sido usada. En la región centro-sur de Córdoba (Río Cuarto), Cerioni (2003) encontró que cuando el agua útil del suelo había descendido al 20% de valor máximo entre 0 y 100 cm de profundidad, la producción de flores declinó sensiblemente y se detuvo por completo 3 días antes de finalizar el tratamiento de estrés por sequía (de 15 días de duración). Cinco días después de la rehidratación del suelo, las plantas respondieron produciendo un pulso de floración superior a los valores previos al tratamiento de sequía. Esta tipología de respuesta obedece a que la sequía afecta la aparición de flores, sin inhibir la iniciación de primordios florales (Prathima *et al.,* 2011). Por otra parte, la elongación de los clavos, que es un proceso altamente dependiente de la turgencia de los tejidos, también se ve significativamente demorada ante un estrés hídrico (Prathima *et al.,* 2011; Haro *et al.,* 2010). Este atraso fenológico es debido al efecto conjunto de la condición hídrica de la planta, que influye sobre la turgencia de los clavos, y la del suelo que afecta la resistencia mecánica a la penetración de los clavos (Caudana, 2006; Reboyras, 2008). El inicio de formación de los frutos y granos también se retrasa ante un estrés hídrico (Prathima *et al.,* 2011); por la disminución de la turgencia, la falta de asimilados y la mayor resistencia mecánica del suelo en la zona de fructificación (Boote y Ketring, 1990; Stirling y Black, 1991; Cerioni, 2003; Prathima *et al.,* 2011).

Estrés por altas temperaturas (40/30 ºC día/noche) retrasan el inicio del clavado (R2) y de la formación de frutos (R3) (Prasad *et al.,* 2003).

Aunque menos estudiada y de menor importancia, la radiación solar y fertilidad tienen influencia sobre el desarrollo del cultivo. Williams y Boote (1995) señalan efectos de deficiencia de fósforo y toxicidad de aluminio en el desarrollo de ramas, y de la falta de calcio en el inicio de la formación de los frutos y granos en el suelo. Bagnal y King (1991b) reportaron que la tasa de desarrollo de flores y frutos se atrasaba cuando se disminuía la radiación por debajo de un nivel crítico (<500 µmol m^{-2} s^{-1}).

Bibliografía citada

Angus, J. F., Cunningham, R. B., Moncur, M.W., y MacKenzeie, D.H. 1981. Phasic development in field crops. I. Thermal response in the seedling phase. *Field Crops Res*earch 3, 365-378.

Awal, M.A. y T. Ikeda.2002. Effects of changes in soil temperature on seedling emergence and phenological development in field-grown stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Environ. Exp. Bot*. 47: 101-113.

Bagnall, D.J. y R.W. King.1991a. Response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to temperature, photoperiod and irradiance. 1. Effect on flowering. *Field Crop Sci.* 26: 263-277.

Bagnall, D.J. y R.W. King.1991b. Response of peanut (*Arachis hypogaea* L) to temperature, photoperiod and irradiance. 2. Effect of peg and pod development. *Field Crop Res.* 26(3-4): 279-293.

Bell, M. J. y G. Harch. 1991. Effects of photoperiod on reproductive development of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in a cool subtropical environment. I. Field studies. *Crop and Pasture Science*, *42*(7), 1133-1149.

Bell, M.J.; R. Shorter y R. Mayer. 1991a. Cultivar and environment effects on growth and development of peanut (*Arachis hypogaea* L.). I. Emergence and flowering. *Field Crop Res.* 27: 17-33.

Bell, M.J.; D.J. Bagnall y G. Harch.1991b. Effect of photoperiod on reproductive development of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in cool subtropical environment. II. Temperature interactions. *Aust. J. Agric. Res.* 42: 1151-1161.

Boote, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L). *Peanut Sci.* 9: 35-40.

Boote, K.J. y D.L. Ketring. 1990. Peanut. En: Stewart, B.A. y O.R. Nielsen. *Irrigation of Agricultural Crops*. Agron. Monograph 30. p: 675-717.

Caudana, G. D. 2006. Efecto del estrés hídrico sobre el número, peso, tasa de crecimiento y relación grano/caja de frutos de maní. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. 36p.

Cerioni, G.A. 2003. Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (*Arachis hypogaea* L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis MSc. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba. 95 p.

Chapman, S.C., Ludlow, M.M., Blamey, F.P.C. y K.S. Fischer. 1993. Effect of drought during early reproductive development on growth of cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). I. Utilization of radiation and water during drought. *Field Crops Research*, *32*(3), 193-210.

Cholaky, L.; O. Giayetto; E.M. Fernandez y W.E. Asnal.1998. Análisis del crecimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) tipos Valencia, Español y Virginia. *Rev. UNRC.* 18(1): 5-23.

Dwivedi, S.I.; S.N. Nigam; S. Chandra y V.M. Ramraj. 1998. Combining ability of biomass and harvest index under shortand long-day conditions in groundnut. *Ann. Appl. Biol*. 133: 237–244.

Emery, D.A.; J.C. Wyne y R.O. Hexen. 1969. A heat unit index for Virginia-type peanuts. *Oléagineux* 24: 405-409.

Fernandez, E.M.; Morla, F.D.; Ledesma, C.R.; Aguirre, L.E.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A. y M.B. Rosso. 2014. Requerimientos térmicos para la germinación del cultivo de maní: Determinación de la temperatura base y tiempo térmico. XXIX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba.

Giayetto O., E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, F.D. Morla, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante. 2012. Cambios en el rendimiento y la calidad comercial de dos cultivares de maní debido a variaciones de la fecha de siembra, temperatura y radiación. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales.* 3: 237 - 243

Haro, R.J., M.E. Otegui, D.J. Collino y J.L. Dardanelli. 2007. Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: Links with radiation use efficiency and crop growth rate. *Field Crops Research,* 103(3): 217-228.

Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Collino, D.J., y Otegui, M.E. 2010. Water deficit and impaired pegging effects on peanut seed yield: links with water and photosynthetically active radiation use efficiencies. *Crop and Pasture Science*, *61*(5), 343-352.

Haro, R.J., Baldessari, J. y Otegui, M.E. 2015. Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Links between phenology and grain yield determinants. *Field Crops Research*, 174, 12-19.

Ketring, D.L. y T.G. Wheless. 1989. Thermal time requirements for phonological development of peanut. *Agron. J.* 81(6): 910-917.

Kumar, U., Singh, P., y Boote, K.J. 2012. 2 Effect of Climate Change Factors on Processes of Crop Growth and Development and Yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Advances in Agronomy*, *116*, 41.

Lenka, D., y Misra, P.K. 1973. Response of Groudnut (*Arachis hypogaea* L.) to Irrigation. *Indian J. Agron.* 18, 492-497.

Leong, S.K. y Ong, C.K. 1983. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Exp. Bot.* 34 (1), 1551-1561.

Lin, H., Chen, C.C., y Lin, C.Y. 1963. Study of drought resistance in the Virginia and Spanish types of Peanut. *J. Agric. Assoc. China* 43, 40-51.

Mohamed, H.A.; J.A. Clark y C.K. Ong, 1988.Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. I. Germination characteristics on groundnut (*Arachis hypogaea* L) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* S y H.). *J. Exp. Bot.* 39: 1121-1128.

Nigam, S.N.; R.C.N. Rao y J.C. Wynne. 1998. Effects of temperature and photoperiod on vegetative and reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 181(2): 117-124.

Nigam, S.N.; R.C.N. Rao; J.C. Wynne; J.H. Williams; M. Fitzner y G.V.S. Nagabhushanam. 1994. Effect and interaction of temperature and photoperiod on growth and partitioning in three groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. *Ann. Appl.Biol.* 125(3): 541-552.

Nigam, S.N.; S.L. Dwivedi; V.M. Ramraj y S. Chandra. 1997. Combining ability of response to photoperiod in peanut. *Crop Sci.* 37(4): 1159-1162.

Pattee, H.E., Wynne, J.C., Young, J.H., y Cox, F.R. 1977. The Seed-Hull Weight Ratio as an Index of Peanut Maturity. *Peanut Science*, *4*(2), 47-50.

Prasad, P.V.V., Boote, K.J., Allen Jr., L.H., y Thomas, J.M.G. 2003. Super-optimal temperatures are detrimental to peanut (*Arachis hypogaea* L.) reproductive processes and yield at both ambient and elevated carbon dioxide. *Global Change Biology* 9, 1775-1787.

Prasad, P.V.V., Boote, K.J., Thomas, J.M.G., Allen Jr., L.H., y Gorbet, D.W. 2006. Influence of soil temperature on seedling emergence and early growth of peanut cultivars in field conditions. *J. Agron. Crop Sci*. 192, 168-177.

Prathima, T., Yellamanda Reddy, T., Murali Krishna, T., Devaki, K., Sudhakar, P., Sarala, N. V., Muneendra Babu, A., Naga Madhuri, K. V., 2011. Validation of pnutgro model for moisture stress effects on rainfed groundnut in major crop growing areas of Andhra Pradesh, India. A critical review. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology.* 2(4) 482-509.

Reboyras, C.W. 2008. Estado hídrico del maní bajo condiciones hídricas sub-optimas durante la fructificación. *Tesis de Grado*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. 24p.

Stirling, C.M. y C.R. Black. 1991. Stages of reproductive development in groundnut (*Arachis hypogaea* L) most susceptible to environmental stress. *Tropical Agriculture*. 68(3): 296-300.

Williams, J.H., y Boote, K.J. 1995. Physiology and modelling–predicting the unpredictable legume.*In* "Advances in peanut Science" (H.E. Pattee, and H.T. Stalker, Eds.), Stillwater, Oklahoma: APRES. pp. 301-335.

Williams, E.J., & Drexler, J.S. 1981. A non-destructive method for determining peanut pod maturity. *Peanut Science*, *8*(2), 134-141.

Wynne, J.C.; D.A. Emery y R.J. Downs. 1973. Photoperiodic responses of peanuts. Crop Sci. 13: 511-514.

Capítulo 4. Crecimiento

Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

La planta del maní está conformada por un tallo central (eje n) y dos ramificaciones primarias (n+1) que se originan en las axilas de los cotiledones –denominadas ramificaciones cotiledonares- (*n*+1cot), pudiendo presentar otras ramificaciones *n*+1 y de orden superior (*n*+2, *n*+3). El número de ramificaciones varía con los genotipos siendo mayor en los cultivares tipo Virginia que en los tipos Valencia y Español (Bunting y Elston, 1980; Stalker, 1997).

El maní se caracteriza por tener crecimiento indeterminado, aunque existen diferencias entre los genotipos en el grado de indeterminación (Stalker, 1997). Esta variabilidad se relaciona con el patrón de distribución de yemas vegetativas y reproductivas que cada uno posea la que, además, tiene significado taxonómico ya que es uno de los atributos sobre los cuales se basa la clasificación de las subespecies y variedades de la especie *Arachis* sp (Krapovickas y Gregory, 1994).

El tipo botánico *hypogaea* (*A. hypogaea* subsp. *hypogaea* var. *hypogaea.*), se caracteriza por la ausencia de yemas reproductivas en el eje principal, un patrón de disposición de yemas que alterna pares de yemas vegetativas y reproductivas y porte rastrero (como los genotipos runner cultivados en Argentina) (Haro *et al.,* 2013), semierecto o erecto (genotipos Virginia Bunch) (Sholar *et al*., 1995). Krapovickas y Gregory (1994) describen esta subespecie como de eje central erecto, ramas laterales por lo común procumbentes y, a veces, decumbentes. En las ramas laterales basales (*n*+1cot) alternan regularmente dos yemas vegetativas y dos reproductivas. Posee hojas medianas; foliolos con ambas caras glabras, o con algunos pelos sobre el nervio medio en el envés. Espigas simples, breves, raro hasta 5 cm de longitud. Frutos por lo común con 2 granos; pericarpio medianamente reticulado y semillas con latencia. La planta presenta un aspecto espeso debido a la abundancia de ramas sucesivas, hasta *n*+3.

El tipo botánico *fastigiata* (*A. hypogaea* subsp. *fastigiata* var. *vulgaris*), tiene menor grado de ramificación (nunca mayor a *n*+2), presenta yemas reproductivas en el tallo principal y una distribución secuencial de yemas en las otras categorías de rama (secuencia de 3, 4 ó 5 yemas reproductivas interrumpida por una yema vegetativa) y porte erecto (Sholar *et al*., 1995). Eje central (*n*) erecto, muy ramificado. Ramas laterales decumbentes a erectas, con inflorescencias breves, de 1-2 cm de longitud, agrupadas en los nudos basales. Hojas medianas a grandes. Folíolos con ambas caras glabras, con pelos largos en el margen y también algunos pocos pelos en el nervio medio, en el envés. Fructificación agrupada en la base de la planta. Frutos pequeños, por lo común de 2 o más semillas; pericarpio medianamente reticulado (Krapovickas y Gregory, 1994).

La marcada indeterminación en el crecimiento y la naturaleza secuencial de la producción de flores del maní (Stalker, 1997), resulta en una población de frutos con un rango amplio de estados de desarrollo, mientras las estructuras vegetativas continúan creciendo durante el periodo reproductivo.

Consecuentemente, durante el periodo de formación de frutos y semillas, hay destinos diferentes compitiendo por los asimilados que produce la planta (Huyghe, 1998). Estas variaciones, temporal y espacial, cambian en función del porte y patrón de ramificación del genotipo de maní (Morla, 2016). Así, las diferentes categorías de ramas poseen una influencia diferencial sobre el rendimiento final (Shashidhar *et al*., 1986; Rehman *et al*., 2001; Giayetto *et al.,* 2013; Morla, 2016) y una jerarquía dentro de la planta (Morla, 2016).

A continuación se describen algunas características morfofisiológicas del cultivo de maní de importancia en el proceso de producción:

Germinación

Cuando una semilla de maní es sembrada con condiciones ambientales favorables, el crecimiento se reanuda. Durante la germinación el metabolismo es rápidamente incrementado a expensas de las reservas de almidón, lípidos y proteínas que se hidrolizan a glicerol, ácidos grasos y amino ácidos, respectivamente. Sólo una pequeña porción de estas sustancias es utilizada como fuente directa de energía y la mayor parte es translocada al eje embrionario donde es usada para síntesis (Cholaky, 1984).

En la germinación la radícula comienza a crecer, formando hacia arriba el hipocótilo y hacia abajo la raíz primaria, esta zona de transición se la denomina collar (Stalker *et al.,* 2016). Los cotiledones son elevados con el hipocótilo hasta alcanzar la superficie del suelo. La longitud del hipocótilo depende de la profundidad de siembra, pudiendo alcanzar entre 10 y 12 cm. La germinación en el campo no es epigea ni hipogea. Una elongación adicional de la plántula depende del epicótilo, aunque nunca alcanza la longitud de aquél.

En condiciones normales, los cotiledones (primeras estructuras foliares) comienzan a encogerse cuando las reservas son llevadas desde la raíz hasta el ápice. Sobre el epicótilo se encuentran los primordios foliares (primeras hojas verdaderas) que comienzan su crecimiento cuando los cotiledones se abren (Stalker *et al*., 2016). En este momento comienza también el crecimiento del eje principal (*n*), que es el primero en desarrollarse, seguido por las ramificaciones cotiledonares (*n*+1cot), las que tres semanas después alcanzan el mismo estado de crecimiento que el eje *n* (Cholaky, 1984).

Raíz

El sistema radical de la planta de maní es típicamente el de las especies dicotiledóneas con una raíz principal ramificada, y raíces laterales de primero, segundo y tercer orden (Tajima *et al*., 2008), siendo la iniciación de las raíces primarias regulada por el ácido abscícico (Guo *et al*., 2012).

Las raíces se concentran en los primeros 5 a 15 cm de profundidad del suelo, pero esta distribución espacial puede ser modificada por las condiciones del suelo (Bonadeo *et al*., 2003). Se han encontrado diferencias entre genotipos en el volumen del sistema radical que posiblemente estén asociadas a estrategias de sobrevivencia en ambientes semiáridos (Wissuwa y Ae, 2001; Jongrungklang *et al*., 2012). Estos últimos autores, analizaron el crecimiento de raíces de 40 cultivares de maní y encontraron una variabilidad genotípica en la distribución de raíces, medida como porcentaje de densidad de longitud de raíces (% DLR), en tres capas de suelo de 30 cm de profundidad cada una. Los patrones de distribución de las raíces variaron en un rango de 50 a 66% en el estrato superior (0 a 30 cm); de 22,7 a 33,0% en la capa media (30 a 60 cm) y de 5,2 a 26,6% en el estrato más profundo (60 a 90 cm) (Jongrungklang *et al*., 2012).

En la región manisera de Córdoba, en suelos Hapludoles y Haplustoles típicos y énticos de textura franco arenosa, franco limosa y arenosa franca, Kraus *et al.* (1996a) y Kraus *et al.* (2000) registraron profundidades máximas de raíz de 1,20 m. Bonadeo *et al*. (2003) hallaron valores superiores a 1,35 m; y en suelos Haplustoles énticos de textura limoso-franca Dardanelli *et al.* (1997) observaron profundidades de hasta 1,50 m y Collino *et al.* (2000) de 2,80 m. Por su parte, Severina (2011) encontró profundidades máximas de raíces de 2,70 y 2,50 m en una fecha de siembra temprana y tardía, respectivamente para el genotipo Florman INTA, y de 2,50 y 2,30 m en ASEM 485 INTA para la fecha de siembra temprana y tardía, respectivamente.

Kraus *et al.* (1996a) describen para el cultivar Florman INTA (tipo Virginia *runner*) que el volumen radical está constituido por raíces de primero, segundo, tercero y cuarto orden, las que exploran el suelo principalmente en los primeros 50 cm del perfil, y el desarrollo de cada una de ellas es progresivo en el tiempo. La raíz principal puede alcanzar 30-33 cm de longitud a los 10 días después de la siembra (DDS) (Moss y Rao, 1995), aunque, localmente, se han registrado longitudes de 10 cm a los 7 DDS (Kraus *et al*., 1996b). Estos autores observaron que a partir de ese momento se originan las raíces de primer orden y luego las de segundo orden (10 DDS), alcanzando su máxima longitud (60 y 30 cm, respectivamente) a los 60 DDS. Las raíces de órdenes superiores, demoran más tiempo en desarrollarse (24 DDS las de orden tercero y 45 DDS las de cuarto orden) y son de menor longitud (3 y 0,7 cm las de tercero y cuarto orden, respectivamente).

Según Taylor y Ratliff (1969), la fuerza de crecimiento de la raíz oscila entre $16x10^4$ a $51x10^4$ dinas cuando el área de sección transversal de la raíz varió entre 2,2 y 4,4 mm^2. Las presiones máximas de crecimiento axial de las raíces están entre 5 - 22 bares, con una media de 11,5 bares (Taylor *citado por* Cholaky, 1984).

La presencia de pelos en las raíces del maní es un aspecto que ha sido discutido desde hace tiempo. Según algunos autores, existen dos tipos de pelos radiculares localizados en las raíces laterales; unos más largos (≤4 mm) -tipo roseta- en la base y otros más cortos (≤1 mm) en los extremos. Ambos tipos, observados en diferentes tipos de suelo y condiciones de disponibilidad hídrica, se encuentran, generalmente, en los primeros 15 cm de la raíz y en suelos de textura areno-limosa fina entre los 15 y 45 cm de profundidad. El porcentaje de raíces con pelos radiculares se incrementa de 7 a 13% al final del ciclo del cultivo, en el momento de desarrollo de las semillas (74 a 115 DDS) (Meisner y Karnok, 1991). Por otra parte, los pelos radicales contribuyen a la absorción de fósforo, aunque existen diferencias entre genotipos (Wissuwa y Ae, 2001).

Nodulación

La mayoría de los cultivares de maní nodulan (Tillman y Stalker, 2009). La nodulación es producida por bacterias de los generos *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*. Nambiar *et al*. (1984) no observaron especificidad de las cepas con el cultivar, excepto en algunos genotipos con cepas procedentes del centro de origen del genero *Arachis*.

Los lugares de infección de las bacterias, son las hendiduras entre las células epidérmicas que presentan pelos radicales tipo roseta (Boogerd y Van Rossum, 1997), las que con frecuencia se encuentran en las raíces jóvenes en la unión de la raíz primaria y la raíz lateral, y se cree que son importantes para la invasión bacteriana (Uheda *et al*., 2001).

La nodulación es de tipo determinada, y ocurre entre floración y llenado de frutos (Tajima *et al*., 2008). El tamaño de los nódulos de maní es menor que el de otras leguminosas cultivadas (*e. g.* soja). Además, son lisos, globosos y chatos horizontalmente. Con frecuencia, se encuentran en mayor pro-

porción en la base de la raíz principal (Ashley, 1984), aunque se han observado también en raíces laterales de primer orden (Tajima *et al*., 2008). En la región manisera del centro-sur de Córdoba se han contabilizado en la etapa R1 entre 30-120 nódulos por planta y en R6 de 300 a 780 (Giayetto y Cerioni, datos no publicados); mientras que, en otros ambientes se han registrado entre 200 y 600 nódulos por planta a los 60 DDS (Nambiar *et al*., 1984). La formación de los nódulos y la actividad de la enzima nitrogenasa, aumentan con el desarrollo del cultivo y los máximos valores de reducción del acetileno y nitrógeno total se producen durante el llenado de los frutos. Macroscópicamente, es posible identificar el estado del nódulo a través de la coloración, los blancos –casi transparentes- pertenecen a las áreas inactivas de la periferia, los coloreados –homogéneos- al área infectada activa, y los verdosos corresponden a estadios tardíos –nódulos senescentes- (Tajima *et al*., 2008).

La magnitud del proceso de fijación depende del contenido de N en el suelo y es, además, influenciada por el genotipo. Los cultivares tipo Español y Valencia tienen una mayor tasa de fijación de N al inicio del ciclo y son más eficientes que los cultivares tipo Virginia en la distribución del N a los órganos reproductivos, por lo que acumulan más N en las semillas (Kulkarni *et al*., 1982). También, la nodulación puede ser incrementada por prácticas de manejo como la fertilización fosfatada (Vasimalai *et al*., 1981) o el encalado en suelos ácidos (Fernandez, 1996), pero se reduce marcadamente cuando ocurre estrés hídrico en cualquier etapa de crecimiento del cultivo (Kulkarni *et al*., 1982) *(para más detalles ver capítulo 7).*

Crecimiento Vegetativo

Las hojas de maní son tetrafoliadas, el tamaño y la tonalidad del color varían con el tipo botánico y las condiciones ambientales (Stalker *et al.,* 2016). Las primeras hojas están presentes en la semilla, en un número de hasta 9 hojas. Los folíolos tienen fototropismo positivo por lo que se mueven según la posición del sol para mantener el balance energético y el contenido de agua en los tejidos.

Banks *et al*. (1985) no observaron diferencia entre genotipos en la composición cualitativa de los cloroplastos -todos tienen clorofila a y b, carotenos, leuteina, neoxantina y violaxantina-, pero sí en la cantidad de cada uno de ellos. Según Chen y Sung (1990) los tenores de clorofila son del orden de 3,3 g m^{-2} de hoja de maní.

Debido al hábito de crecimiento indeterminado, característico de maní, se producen hojas continuamente sustituyendo las que mueren en detrimento del crecimiento de los frutos o semillas -destinos principales de los fotoasimilados-; esta concurrencia puede reducir el rendimiento y la granometría, siendo más evidente en los tipos Virginia por su indeterminación más pronunciada. En ese sentido, es frecuente ver, al finalizar el ciclo del cultivo (marzo-abril en el hemisferio sur), el desarrollo de hojas nuevas después de la ocurrencia de precipitaciones o riegos *(para más detalles ver capítulo 5).*

Crecimiento Reproductivo

Floración

Las flores del maní, están dispuestas en inflorescencias -espigas comprimidas- que se desarrollan en los nudos de las hojas sobre las ramificaciones y/o el tallo principal; en éste último solamente en los tipos Valencia y Español (Ashley, 1984). Por día, emerge una flor por inflorescencia, las otras se abren sucesivamente varios días después de la anterior (Bunting y Elston, 1980). Las primeras flores

se desarrollan, cerca del tallo, en las yemas de las ramas cotiledonares, donde se encuentra la mayor proporción de flores. El momento de aparición de las primeras flores varía con el tipo botánico; en Valencia y Español ocurre a los 30 ±5 días y en Virginia a los 45 ±5 días después de la emergencia (DDE), siendo esos tiempos modificados por la temperatura (Cholaky *et al*., 1998; Giayetto *et al*., 2012a).

El proceso de floración abarca casi el 80% del ciclo evolutivo del maní (Scandaliaris *et al*., 1978), superponiéndose con la fructificación. Esta concurrencia, junto al desarrollo de las estructuras vegetativas, va en detrimento del rendimiento y la calidad de los frutos (Yu-Jen y Ke, 1988). El proceso de floración diaria describe una curva similar a la distribución normal (Gregory *et al*. citados por Cholaky, 1984), que puede ser modificada, entre otras causas, por la disponibilidad de agua (Cerioni, 2003) (*para más detalles ver capítulo 5*).

Según Gillier y Silvestre (1980), la frecuencia diaria del proceso de floración se puede dividir en tres fases:

Fase I:	Inicio de floración: caracterizada por consistentes incrementos en la producción diaria de flores, los que son mayores en los cultivares precoces que en los tardíos.
Fase II:	Gran floración: en esta fase, hay una estabilización de la formación de flores, pero con valores de la producción diaria de flores más altos que en la fase I, generalmente es más densa y precoz en los cultivares de ciclo corto.
Fase III:	La floración disminuye sensiblemente hasta un mínimo que coincide con la finalización del ciclo del cultivo.

En cambio, Khalfaqui (1990), describió la distribución de la floración acumulada por planta en cinco fases:

Fase 1:	Inicio de floración: desde la siembra hasta el aparecimiento de la primera flor.
Fase 2:	Inicio de floración lineal: desde la primera flor hasta 3 flores por día.
Fase 3:	Floración lineal.
Fase 4:	Reducción de la floración.
Fase 5:	Fin de floración.

La contribución de cada cohorte de flores al rendimiento no es igual entre las distintas fases de floración. Khalfaqui (1990) considera que las flores producidas en la fase 3 y 4 son las que están involucradas en la producción de frutos y semillas; mientras que para Gillier y Silvestre (1980) también participan las flores producidas en la primera parte del ciclo de floración (Figura 1). Ello, porque son las que tienen mayor posibilidad de formar frutos, considerando que los granos necesitan aproximadamente 60 días para completar su crecimiento. Estos autores encontraron el pico de formación de frutos maduros a cosecha procedentes de flores producidas durante la segunda semana de floración (Figura 1B). Por su parte, el pico de floración ocurre en la semana 5 describiendo una curva tipo normal, mientras que la cantidad de ginóforos (clavos) observados a cosecha, que se dan porcentualmente en la semana 6 desde el inicio de floración, resultan de una baja eficiencia reproductiva (frutos formados por cada flor producida) hacia el final del ciclo del cultivo (Gillier y Silvestre, 1980).

Independientemente del ambiente donde crezca el cultivo, las flores producidas al final de la estación de crecimiento no llegan a producir frutos y, en algunos casos, sólo producen ginóforos (Figura 1A). Este aspecto es muy importante en la elección del genotipo -principalmente aquellos con distribución alterna de las yemas- y la definición de la fecha de siembra en ambientes cuya estación de crecimiento es relativamente corta, como la que ofrece la región manisera de Córdoba.

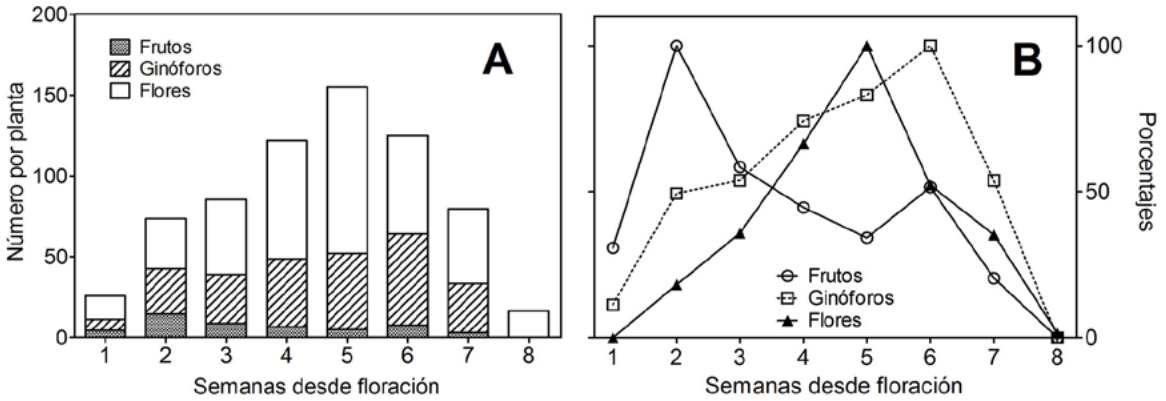


Figura 1. *A) Número de flores, ginóforos y frutos formados en el transcurso del periodo de floración (8 semanas). B) Valores normalizados, donde 100% es el valor máximo para cada componente. Elaboración propia a partir de datos de Gillier y Silvestre (1980)*

En cuanto al mecanismo reproductivo de fecundación, el maní tiene alto porcentaje de cleistogamia (Murty *et al*., 1980). Según Smith (1956), la gametogénesis ocurre simultáneamente en las anteras y en los óvulos de la misma flor. La autopolinización natural ocurre, generalmente, en cortos periodos de tiempo, antes de la apertura de los pétalos. El tubo polínico se forma en la madrugada (Smith, 1956) y el tiempo que necesita para alcanzar el saco embrionario varía según las flores, que son efímeras (Murty *et al*., 1980). Una de las sinérgidas degenera después de la polinización, aunque antes de la fecundación, y es por esto que el tubo polínico penetra y llega al saco embrionario (Murty *et al*., 1980) aproximadamente 12,5 h después de la antesis (Smith, 1956). La segunda sinérgida degenera después. Los sacos embrionarios fecundados se diferencian por la presencia de un núcleo endospérmico primario único y del zigoto, que es mayor que el óvulo. Éste puede dividirse después de 24 h de la polinización. No hay diferencias importantes entre los tipos botánicos de maní con respecto al proceso de fecundación (Murty *et al*., 1980).

La hibridación natural es poco común alcanzando la fecundación cruzada solamente entre 0,75 y 2,5% y con mayor facilidad entre los tipos Valencia y Español que en los Virginia (Ashley, 1984).

Después de la fertilización, las células localizadas debajo del receptáculo se dividen rápida y principalmente en el plano longitudinal, dando origen al ginóforo. Éste crece hacia arriba, aproximadamente medio centímetro, antes de volverse abruptamente hacia abajo (Ashley, 1984). El desarrollo del embrión y del endosperma no es muy notable cuando los ginóforos están en el aire (Murty *et al*., 1980). La luz estimula la elongación del ginóforo, por cambios inducidos en el pH del ovario o del pro-embrión, hasta los 20 cm (Ziu y Zamski, 1975; Zamski y Ziu, 1976). En el extremo del ginóforo está el ovario protegido por una camada de células lignificadas (Ashley, 1984).

La fuerza que ejercen los ginóforos para penetrar en el suelo es de aproximadamente 13 bares (Rachie y Robert, 1974). Luego de su penetración al suelo, cesa su crecimiento y comienza a desarrollarse el fruto en el extremo distal que ha tomado una posición horizontal donde está ubicado el ovario. Para que el fruto se desarrolle normalmente es necesario que se den condiciones de oscuridad, estímulos mecánicos del medio, humedad y calcio. En presencia de luz no hay formación de frutos y sin estímulo mecánico se desarrollan frutos anormalmente alargados (Zamski y Ziu, 1976).

La planta de maní tiene mecanismos de autorregulación; la fertilización del primer ovario, en una inflorescencia, inhibe el desarrollo de los ginóforos que emergen posteriormente y la abscisión de los frutos recién formados (Bunting y Elston, 1980).

Según Smith (1956), las pérdidas del potencial reproductivo pueden ocurrir en diferentes momentos del desarrollo de los óvulos: durante la producción (100 %); en la fertilización (93,3 %); en el desarrollo de los ginóforos y frutos (63,5 %); en los frutos (21,4 %); en los frutos maduros (13,5 %) y en las semillas que crecen con Ca (11,2 %) o sin Ca (7,11 %). Gillier y Silvestre (1980) encontraron que una planta de maní sin limitaciones hídricas ni nutricionales produce en promedio 392 flores, de las cuales 241 se transforman en ginóforos (clavos) y sólo 49 en frutos cosechables (Figura 1).

A nivel local, Haro *et al.* (2015) en un trabajo de evaluación de genotipos de maní liberados al mercado en diferentes años, encontró que los valores de índice de fertilidad (número de frutos por flor desarrollada) varía entre tipos botánicos de maní, 0,16 para genotipos Valencia y Español y 0,25 para Virginia runner. Esto demuestra que el maní tiene baja eficiencia reproductiva (ER), y que está influenciada por diferentes factores tales como:

- Distancia entre el nudo desde donde crece el ginóforo y el suelo. A medida que ésta aumenta, la acumulación de fotoasimilados en el ginóforo es mayor y aumenta el diámetro de los haces vasculares, favoreciendo la transformación de los ginóforos en frutos (Yu-Jun y Ke, 1988).

- Densidad de siembra, directamente relacionada con la ER (Ibrahim *et al*., 1982).

- Fertilización nitrogenada y fosfatada disminuyen la ER (Ibrahim *et al*., 1982).

- Disponibilidad de Ca en la zona de fructificación durante los primeros 16-30 días después de la penetración del ginóforo al suelo. Valores bajos del nutriente producen desarrollo anormal de los frutos y de las semillas, e inclusive el aborto de ambos (Smith, 1956).

- Competencia interna por fotoasimilados entre órganos vegetativos y reproductivos, o entre éstos últimos (Bunting y Elston, 1980).

Los ginóforos, además de su función de sostén de los frutos y comunicación con la parte aérea, poseen pelos (Smith, 1956), que durante el llenado de los frutos contribuyen a la absorción de P hasta en un 20 % (Wissuwa y Ae, 2001).

Fructificación

Debido al hábito de crecimiento marcadamente indeterminado del cultivo de maní (Stalker, 1997), al momento de la cosecha es común encontrar frutos en diferentes estados de desarrollo y, consecuentemente, granos con diferente composición. A su vez, la calidad fisiológica también depende del estado de maduración de las semillas (Pérez *et al.,* 2004). Pattee *et al*. (1974) determinaron características del fruto y de las semillas que podrían ser utilizadas para estimar la edad de las mismas y, en consecuencia, determinar el momento de cosecha, dividiendo el período de desarrollo de los frutos y las semillas en 14 estadios (Cuadro 1).

Cuadro 1. *Estadios de desarrollo de los frutos de maní en función de las características del pericarpio y de la semilla*

Estadio	Fruto	Semilla
1	Comienza a aumentar el volumen del ginóforo, la longitud máxima es de 1 cm, con forma de torpedo	-
2	La sección basal comienza a elongarse, máxima longitud 1,75 cm, tiene forma de torpedo	-
3	Alargamiento de la sección basal y apical. El pericarpio es acuoso	Muy pequeñas, fuertemente retenidas por el tejido parenquimático que dificulta removerlas
4	El tejido interno es muy acuoso, blando, esponjoso	Muy pequeñas, completamente planas, blancas, principalmente constituidas por el tegumento
5	El tejido interno es blando, no acuoso, interior del pericarpio sin hendiduras	De mayor tamaño, planas, blancas o pueden tornarse rosas al final del estadio
6	Interior del pericarpio comienza a hendirse	Forma de torpedo, generalmente rosa
7	Interior del pericarpio comienza a tener apariencia algodonosa	Pasan de la forma de torpedo a redondo, el eje embrionario rosa, blanco o rosa pálido
8	Interior del pericarpio comienza a secarse, hendiduras más numerosas	Redondas, son todas de color rosa pálido
9	Interior del pericarpio es blanco pero comienza a mostrar manchas marrones	El eje embrionario es rosa oscuro
10	Muchas manchas marrones en el interior del pericarpio	Grandes, generalmente rosa oscuro, el tegumento seminal se comienza a secar
11	Interior del pericarpio totalmente marrón	Rosa oscuro, tegumento compacto contra la semilla
12	Aparecen manchas marrones oscuras en el interior del pericarpio	Igual que en el estadio 11
13	Manchas negras en más de la mitad del pericarpio	El tegumento comienza tornarse marrón
14	Manchas negras en el pericarpio	Tegumento marrón, comprimido en casi toda la semilla

Pattee *et al*. (1974), describieron también las modificaciones que ocurren en los frutos y semillas durante los estadios antes señalados. Ellos observaron que el peso fresco (PF) del fruto se incrementa rápidamente alcanzando el valor máximo en los estadios 5 y 7, dependiendo del contenido de humedad; luego, disminuye pues actúa como sustrato de reserva para la semilla y cesa en el estadio 8. El máximo contenido de azúcar (37-47 mg) se alcanza entre los estadios 5 y 6 y disminuye rápidamente hasta 5-7 mg en el estadio 10. El azúcar es convertido en hemicelulosa, este proceso en el pericarpio compite con las semillas por los fotoasimilados disponibles durante los últimos estadios de maduración. El almidón alcanza la máxima acumulación en el estadio 3-5 y disminuye lentamente hasta el estadio 10, o sea, se acumula como reserva metabólica durante las primeras etapas de desarrollo del fruto.

Al comienzo del desarrollo, la semilla está formada principalmente por el tegumento, además por líquido endospérmico, diminutos cotiledones y el eje embrionario. El PF del tegumento incrementa rápidamente hasta el estadio 9 con un peso máximo de 280 a 310 mg y luego disminuye a 70-80 mg, pues durante ese periodo actúa como fuente de sustancias de reserva para las semillas en desarrollo. El PF de la semilla sigue la típica curva sigmoidea de crecimiento y alcanza el máximo valor de 1,2 g en el estadio 13. La tasa de incremento de peso seco del residuo es lineal entre los estadios 6 y 13 (máximo de 340 mg) y disminuye en los frutos sobremaduros. El contenido de azúcar se incrementa con la maduración. El almidón no es considerado una sustancia de reserva en semillas de maní, aunque en los primeros estadios de maduración puede acumularlo más rápidamente que los lípidos, que constituyen la principal sustancia de reserva. Estos dos compuestos alcanzan valores similares en el estadio 8, luego el almidón disminuye.

Según Sanders (1980), a partir del estadio 7 comienza a ser dominante la síntesis de lípidos -que hasta ese momento era de hidratos de carbono- y, consecuentemente, la acumulación de estas reservas aumenta e incrementa rápidamente el peso seco de las semillas. Entre los estadios 10-11, se puede considerar que empieza la maduración, pues muchos procesos fisiológicos y bioquímicos comienzan a disminuir o cesan completamente.

El patrón de crecimiento de los frutos y las semillas, tiene gran influencia en la calidad de las semillas cosechadas, principalmente en la zona centro-sur de Córdoba donde es frecuente la ocurrencia de déficit hídrico durante el desarrollo reproductivo. Los frutos de maní, como los de otras leguminosas, alcanzan el tamaño máximo cuando las semillas aún son muy pequeñas (estadio 5). Si ocurre un déficit durante el desarrollo de los frutos (estadios 4-5) y luego se restablece la condición hídrica durante el llenado (estadios 7-10) (Pattee *et al*., 1974); es posible observar, al final de este periodo, frutos con semillas expuestas –debido a grietas que se producen en el pericarpio- que serán desvalorizadas en la comercialización por tegumentos manchados y, posiblemente, por contaminación con aflatoxina. Además, la ocurrencia de estrés durante los primeros estadios de desarrollo de los frutos, puede reducir la calidad del producto cosechado evaluada mediante granometría, relación grano/caja (Cerioni, 2003), germinación y vigor (Fernandez *et al*., 1999 a y b), ya que puede afectar –de acuerdo a la intensidad del estrés- la acumulación de hidratos de carbono (Pattee *et al*., 1974), de lípidos (Fernandez, 1996) y calcio (Burkhart y Collins, 1941) en el pericarpio y el tegumento que actúan como estructuras de reserva para el crecimiento de la semilla (periodo de llenado).

Por otra parte, las semillas tienen diferentes tasas de crecimiento según la posición que ocupan en el fruto, siendo más lenta en la ubicación apical que en la basal (Smith, 1956). Es por eso que, dependiendo del momento de ocurrencia de un estrés, puede producirse aborto de una de ellas o de ambas, cosechándose frutos vanos que harán disminuir la relación grano/caja, entre otros parámetros.

Estructura de frutos y semillas

El pericarpio y el tegumento son la protección natural de la semilla. El pericarpio es una barrera de protección de la semilla, pues el tegumento es más susceptible a daños mecánicos. El tegumento actúa como barrera física a la penetración de los hongos (Zambettakis, 1975) y regula el intercambio de agua entre el ambiente y la semilla (Ketring *et al*., 1976). Por ello, es importante que durante el desarrollo de los frutos y las semillas no se produzcan estreses que afecten su estructura, como también es necesario evitar daños y exposiciones a ambientes inestables (alta humedad relativa, procesos de humedecimiento / secado), para mantener la integridad de la cubierta natural durante el manipuleo que se produce en la cosecha y postcosecha, independientemente del destino de ese producto (consumo directo, semillas, aceite) *(para mayores detalles ver capítulos 18 y 19).*

En el fruto, el pericarpio está formado por tres capas: epicarpio, mesocarpio y endocarpio. Este último, a la madurez, se encuentra comprimido entre los otros dos tejidos y la semilla (Glueck *et al*., 1977). En los frutos maduros, el pericarpio se comporta como un tejido muerto, susceptible a la invasión de patógenos (Zambettakis, 1975) que sigue las fluctuaciones de la humedad relativa del ambiente (Fernandez, 1996).

El tegumento de las semillas de maní no es característico de la familia *Leguminosae* (Corner, 1951). Está conformado por 3 capas de células bien diferenciadas (Glueck *et al*., 1977; Fernandez *et al*., 2000), aunque otros autores han observado sólo 2 (Zambettakis y Bockelle-Morvan, 1976; Lush y Evans, 1980; Small *et al*., 1989), posiblemente debido a que la endostesta se haya desprendido en el procesamiento del tejido durante el estudio (Fernandez *et al*., 2000).

La capa externa o exotesta (Corner, 1976), está formada por una única capa de células poligonales (Glueck *et al*., 1977). En una vista transversal, las células son poligonales con 4 ó 5 lados y, en vista tangencial, tienen forma cuboide (Zambettakis y Bockelle-Morvan, 1976; Glueck *et al*., 1977; Fernandez *et al*., 2000). La pared primaria de las células es espesa, rica en pectatos de Ca y Mg, presenta invaginaciones en dirección al centro de la célula formando una cavidad central sin espesamientos -que varían en función de la nutrición mineral y el método de secado-, por lo cual el espesamiento de cada célula disminuye en dirección de la mesotesta (Fernandez *et al*., 2000). Por ello, la forma de las células de esta capa se utiliza para diferenciar cultivares (Zambettakis y Bockelle-Morvan, 1976). Algunos autores consideran que está formada por células esclerenquimáticas (Glueck *et al*., 1977), pero otros no observaron lignificación (Fernandez *et al*., 2000).

La capa mediana o mesotesta (Corner, 1976), está formada por varias capas de células parenquimáticas, ligeramente espesadas con pectatos de Ca y Mg (Zambettakis y Bockelle-Morvan, 1976; Glueck *et al*., 1977; Fernandez *et al*., 2000) y su espesor varía con el genotipo; después del secado pierden el aspecto esponjoso (Glueck *et al*., 1977). Esta capa es atravesada por ejes vasculares concéntricos anficribales, rodeados por células de paredes espesadas con alto contenido de pectados de Ca y Mg. En la región de los ejes se observa el único tejido lignificado del tegumento (Fernandez *et al*., 2000).

La capa interna o endotesta (Corner, 1976), está formada por una capa de células parenquimatosas de paredes engrosadas (Glueck *et al*., 1977), mayores que las de la mesotesta y, además, ricas en compuestos pécticos (Fernandez *et al*., 2000).

Como se ha mencionado anteriormente, el tegumento actúa como lugar de reserva de azúcares (Pattee *et al*., 1974); al inicio del desarrollo de las semillas, las células de la mesotesta acumulan granos de almidón que luego serán translocados en la madurez (Glueck *et al*., 1977). Es por eso, que en semillas maduras no se han observado estos compuestos pero sí lípidos (Fernandez *et al*., 2000).

Por otra parte, prácticas de manejo como el encalado, modifican la estructura de las células y de las paredes celulares (tamaño, forma) que se traduce en un aumento del espesor de las tres camadas del tegumento -principalmente la mesotesta- y en la modificación de la tasa de pérdida de agua de las semillas, influenciando su estructura luego del secado (Fernandez *et al*., 2000).

El tamaño de las semillas es afectado por el número y el tamaño de las células. En maní, según Chen y Sung (1990), el número alcanza su máximo aproximadamente a los 50 días, posteriormente, se produce el aumento celular, que con el aporte de los fotoasimilados determinan el tamaño final. Estos dos componentes son determinados por el momento en el que se desarrolla el fruto –durante el ciclo de la planta-, siendo mayores en las semillas de los frutos que se desarrollan primero. El tamaño es una característica genotípica y está influenciado por el ambiente (Fernandez *et al*., 2007), que puede modificar el suministro de fotoasimilados afectando el tamaño de las células de los cotiledones, la tasa de crecimiento de la semilla, y la forma de ésta (Chen y Sung, 1990). En este sentido, Fernandez *et al*. (2007, 2012) observaron interacción genotipo ambiente en cuanto al tamaño de las semillas (peso de 100 de cada granometría).

Los primeros estudios sobre la acumulación de sustancias en las semillas detectaron que el almidón era el primero en acumularse, para luego mantenerse constante mientras ocurría la acumulación de otros compuestos (Pattee *et al*., 1974). En cambio, estudios posteriores demostraron que en los estadios iniciales de desarrollo de la semilla se forman cuerpos proteicos y éstos, conjuntamente con los cuerpos lipídeos, incrementan en cada estadio hasta que la síntesis de sustancias de almacenamiento finaliza con la madurez de la semilla (Young *et al*., 2004).

Acumulación y partición de Materia Seca

Es bien conocido que el crecimiento potencial del cultivo y su rendimiento son afectados por el ambiente. Diversos autores lo adjudican principalmente a la radiación (Bell *et al*., 1991; Collino *et al*., 2000; Kiniry *et al*., 2005; Haro *et al*., 2007) y la temperatura (Cox, 1979; Craufurd *et al*., 2002; Padmalatha *et al*., 2006; Kumar *et al*., 2012).

El crecimiento inicial del maní, al igual que el de otras leguminosas, es relativamente bajo (Figura 2) (Stalker, 1997). En este sentido, Morla (2016) encontró, al analizar dos tipos botánicos de maní en tres fechas de siembra, que en floración (R1) el cultivo sólo había acumulado entre 5 y 7% del peso seco total, cuantificado a cosecha (R8).

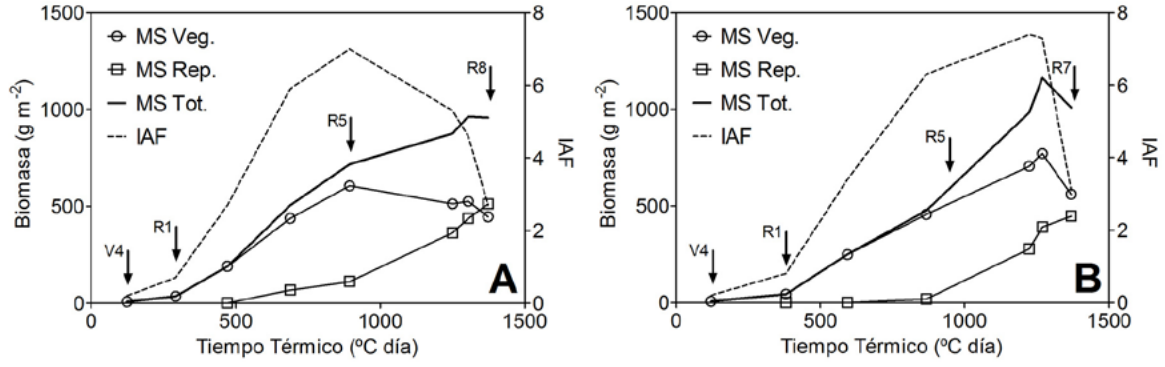


Figura 2. *Curvas de IAF, biomasa vegetativa, reproductiva y total de un cultivar de maní. A) tipo Valencia (Colorado Irradiado) y B) tipo Virginia runner (Florman INTA) en la región agroecológica del Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba. Las flechas verticales se corresponden con etapas fenológicas del cultivo según clave de Boote (1982). Fuente: Adaptado de Cholaky et al. (1998)*

Durante esta etapa temprana de crecimiento del cultivo comienza el establecimiento del aparato foliar mediado a través del índice de área foliar (IAF) (Figura 2). En una revisión de numerosos trabajos realizados en diferentes ambientes y cultivares, Kiniry *et al.* (2005) señalan valores medios de IAF de 5,9 ±1,5 para el cultivo de maní, con valores extremos de hasta 8,5. A nivel local se han encontrado valores máximos de 8,5 (Cholaky *et al.*, 1998); 7 (Collino *et al.*, 2001); 7,1 (Utre, de porte erecto) y 10,8 (Granoleico, de porte rastrero) (Cerliani *et al.,* 2011). Estos valores de IAF alcanzados por el cultivo están por encima de los requeridos para captar el 95% de la radiación incidente (IAF crítico), cuyo valor varía en un rango de 4,5 (Cerliani *et al*., 2011) y 5 (Kiniry *et al*., 2005). El IAF del cultivo alcanza su valor crítico alrededor del periodo de inicio de formación de frutos (R3-R4) (Morla, 2016), con valores máximos en R5 o R6, que luego puede disminuir o mantenerse hasta el momento de arrancado (R8) (Boote, 1982; Cholaky *et al.,* 1998) (Figura 2).

El coeficiente de extinción (k) relaciona la eficiencia de intercepción de la radiación con el IAF del cultivo y depende de las cualidades ópticas del canopeo del mismo (Stalker, 1997). Kiniry *et al.* (2005) señalan valores medios de k de 0,60 ±0,13 con valores extremos que varían en un rango de 0,37 a 0,80. Similares resultados son descriptos a nivel local por Collino *et al.* (2001) quienes encontraron valores de 0,74 y Cerliani *et al.* (2011) de 0,66.

Estas relaciones entre k e IAF resultan en diferencias en la intercepción de la radiación, que pueden deberse a la longitud del ciclo y el porte (grado de ramificación) de los genotipos evaluados (Morla, 2016). Este autor encontró que Utre (cultivar tipo Español) necesitó mayor tiempo para alcanzar el 95% de intercepción de la RFAinc, debido a su porte erecto y menor grado de ramificación respecto a un cultivar tipo runner (Granoleico) con porte rastrero y mayor grado de ramificación, ambas características propias de este cultivar. En este sentido, Aboagye *et al*. (1994) describieron que los cultivares tipo Virginia o runner poseen relativamente mayor IAF al inicio del ciclo del cultivo y que esa característica se presenta como una ventaja en la producción de materia seca durante esta fase temprana del ciclo del cultivo.

Similares resultados fueron encontrados por Collino *et al.* (2001) quienes describen una mayor intercepción de la radiación incidente en un cultivar tipo runner de hábito de crecimiento rastrero y mayor longitud de ciclo (Florman INTA), respecto a otro cultivar Virginia x Español de porte semi-erecto y menor longitud de ciclo (Manfredi 393 INTA).

Características genotípicas y modificaciones del ambiente hacen que el cultivo de maní acumule diferentes cantidades de RFAinc durante su ciclo de crecimiento. Morla (2016) encontró que el cultivar Utre (de porte erecto y ciclo de 145 días) interceptó 1132 MJ m^{-2} como valor máximo; mientras que Granoleico (de porte rastrero y ciclo de 160 días), acumuló 1244 MJ m^{-2} de RFA. Por su parte, Giayetto *et al.* (2012b) encontraron que la RFA acumulada se modificó al cambiar la fecha de siembra, con disminuciones en promedio, de 1173 a 1009 y a 807 MJ m^{-2} para siembras de octubre, noviembre y diciembre, respectivamente. Por su parte Kiniry *et al.* (2005) señalan diferencias en la acumulación de RFA por parte del cultivo según diferentes tratamientos de riego.

Los valores de tasa de crecimiento del cultivo (TCC; g m^{-2} $día^{-1}$) más altos se alcanzan durante la fase de crecimiento lineal del cultivo y la curva de TCC se asemeja a una distribución normal (Morla, 2016). Los valores de TCC se modifican según deferentes factores ambientales como el genotipo (Giayetto *et al*., 2012a), la radiación y temperatura (Collino *et al*., 2001; Haro *et al*., 2007; Morla, 2016), contenido hídrico (Cerioni, 2003) y nutricional (Williams y Boote, 1995) del cultivo. A nivel local se han registrado valores de TCC en un rango de 1,54 (Utre) a 1,86 (Tegua) g m^{-2} $ºCd^{-1}$ en un ensayo con 7 cultivares de maní (Giayetto *et al.,* 2012a); de 1,67 a 2,88 g m^{-2} $ºCd^{-1}$ en dos genotipos sembrados en diferentes fechas de siembra (Morla, 2016); y de 9,3 a 17,6 g m^{-2} d^{-1} en los cultivares Florman INTA y Asem 485 INTA sembrados bajo diferentes condiciones ambientales (Haro *et al*., 2007).

La eficiencia de conversión (o eficiencia en el uso de la radiación, EUR) relaciona la cantidad de biomasa producida en función de la RFA interceptada por el cultivo. Varios autores concuerdan que en maní, la EUR interceptada es relativamente estable bajo buenas condiciones de crecimiento. Kiniry *et al.* (2005), documentaron valores entre 1,71 y 2,32 g MJ^{-1} de RFA interceptada, con un valor medio de EUR de 2,02 g MJ^{-1} RFAi para un amplio rango de condiciones experimentales, localidades, manejos, fechas de siembra y genotipos.

Se han documentado cambios en las valores de EUR, como por ejemplo: (i) Haro *et al.* (2007), encontraron que en las siembras tardías disminuye la eficiencia de uso de la radiación debido a un cambio en la relación fuente-destino causado por un menor número de granos desarrollados, estos autores describen reducciones de la EUR de 2,73 a 1,88 y a 1,42 g MJ^{-1} cuando el número de granos fijados por planta disminuyó de 638 a 338 y a 160, respectivamente. (ii) Morla (2016) describe diferencias entre los tipos botánicos de maní, con valores promedio de EUR que variaron entre 1,54 - 2,23 y entre 1,71 - 2,68 g MJ^{-1} en Utre (tipo Español) y Granoleico (tipo runner), respectivamente. (iii) Collino *et al.* (2001) reportan que al someter diferentes cultivares de maní a condiciones de estrés hídrico, los valores de EUR disminuyen a casi la mitad respecto a los del tratamiento sin estrés hídrico. Observando, además, diferencias en esa disminución entre un genotipo de maní tolerante a sequía respecto a otro más susceptible. (iv) Bell *et al.* (1992) señalan el efecto negativo de bajas temperaturas sobre la EUR y el intercambio gaseoso en maní, con reducciones de hasta un 39% de la EUR. (v) Sinclair *et al*. (1993), por su parte, también reportan cambios en la EUR según el contenido de nitrógeno específico de las hojas (g N m^{-2} de hoja) de maní.

Partición

Durante el periodo vegetativo, las hojas totalmente expandidas son la fuente de fotoasimilados para los ápices en crecimiento, las hojas en expansión -principal destino- y las raíces (Khan y Akosu, 1971). En cambio, en el periodo reproductivo las hojas y ramificaciones envían fotoasimilados a los frutos, destino principal (Ashley, 1984).

Según Duncan *et al.* (1978), el rendimiento está influenciado por la partición de los asimilados entre las estructuras reproductivas y vegetativas, la longitud del período de llenado de granos y la tasa de establecimiento o aparición (cuajado) de los frutos. Estos procesos fisiológicos, junto con el número y la "fuerza" de los destinos reproductivos respecto a los otros destinos de la planta, determinan el grado final de la partición hacia los frutos, o la eficiencia reproductiva del cultivo de maní (Wright y Negeswara Rao, 1994). Duncan *et al.* (1978), encontraron valores de partición de materia seca hacia las estructuras reproductivas entre 41 y 98% en un conjunto de cultivares con diferentes momentos de lanzamiento al mercado. En Argentina, Collino *et al.* (2001) también observaron diferencias en la distribución de materia seca relacionadas con el período de llenado y con el factor de partición en cultivares locales (Florman INTA y Manfredi 393 INTA); mientras que Cerioni (2003), cuantificó disminuciones de la partición de materia seca a los frutos posteriores a estrés hídricos temporarios durante el desarrollo reproductivo del cultivo. También, un genotipo tolerante a sequía (Manfredi 393 INTA) tiene mayor partición hacia los frutos que otro susceptible (Florman INTA) (Collino *et al.,* 2000).

El índice de cosecha (IC) es definido como la fracción de biomasa total que el cultivo destina al componente cosechable o de importancia económica (Unkovich *et al*., 2010). En el maní este valor varía entre 0,38 y 0,62 para un amplio rango de condiciones ambientales (Kiniry *et al.,* 2005), quienes señalan un IC medio para el cultivo de 0,45 ±0,04.

Existen diferencias en el IC entre los tipos botánicos de maní. Morla (2016), encontró que cultivares tipo runner tienen un IC mayor al de cultivares tipo Español (0,58 *vs* 0,51 $p<0,0001$), mientras que los cultivares dentro de cada tipo botánico no presentaron diferencias significativas. En este sentido, Nautiyal *et al.* (2002) y Giayetto *et al.* (2012a), también encontraron diferencias entre diferentes cultivares de maní evaluados.

Se han encontrado diferencias de rendimiento de frutos entre cultivares debidas a cambios en el IC en procesos de mejoramiento genético (Matthews *et al.,* 1988). Duncan *et al.* (1978) sugieren que el IC puede ser considerado como una función de la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), la partición de asimilados hacia los frutos (p) y la duración efectiva del período de llenado (DEL). Estos autores observaron, además, que las diferencias en partición son más importantes que las halladas en TCC y DEL.

En general, se considera que el IC podría ser usado como un criterio de selección, el mismo depende de contribuciones independientes de la fenología, la captura de recursos y la partición de asimilados (Williams y Boote, 1995).

El IC de los cultivos varía con el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo x ambiente, pero estas variaciones son de menor magnitud que las experimentadas por la producción de biomasa (Unkovich *et al*., 2010). A tal efecto, en maní se han registrado variaciones en el IC causadas por cambios en algunos factores como la: temperatura (Vara Prasad *et al*., 2000; Craufurd *et al*., 2002; Vara Prasad *et al*., 2003; Padmalatha *et al*., 2006), el fotoperiodo (Nigam *et al*., 1994 y 1998), el momento, duración e intensidad de un estrés hídrico (Collino *et al*., 2001; Cerioni 2003; Kiniry *et al.,* 2005), o nutricional (Cerioni *et al*., 2007).

Determinación del rendimiento

Conceptualmente, el rendimiento de un cultivo de granos es una función del número de frutos, o granos fijados, y de su peso individual (Giayetto *et al.,* 2012a). Estos componentes principales, o directos, del rendimiento pueden ser desglosados en otros componentes denominados indirectos, como por ejemplo: número de plantas por superficie, número de flores, número de ginóforos o clavos, de frutos totales (inmaduros y maduros), número de granos por fruto, relación grano caja (G/C), entre otros. Estos componentes del rendimiento presentan interrelaciones entre sí, y su manejo desglosado en una escala inferior aporta a la generación del rendimiento final.

Entre los componentes directos, el que mayor influencia tiene sobre el rendimiento final del cultivo es el número de frutos o granos por unidad de superficie (Cholaky *et al.,* 1998; Giayetto *et al.,* 2005; Haro *et al.,* 2007). En este sentido, en la figura 3 se presenta un ejemplo de las relaciones entre el número de frutos cosechados por unidad de superficie, y el peso individual de esos frutos con el rendimiento final.

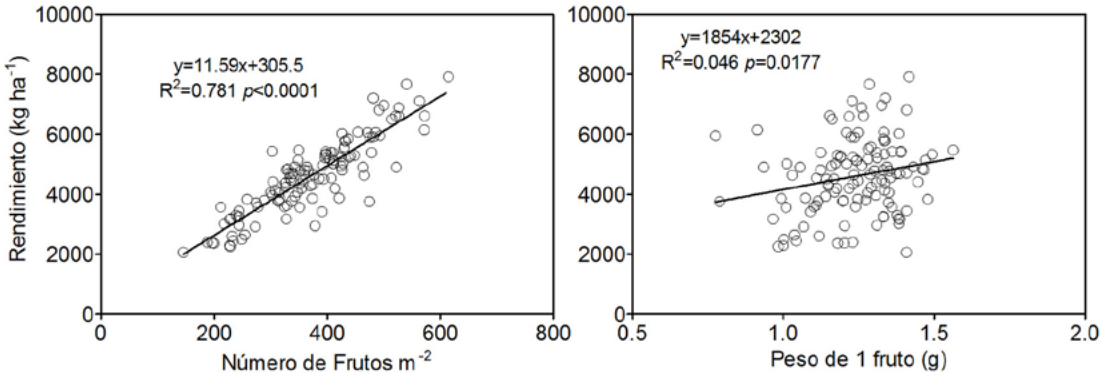


Figura 3. *Rendimiento de frutos (kg ha^{-1}) con relación al número (frutos m^{-2}) y peso individual de los frutos (g). Fuente: Adaptado de Cerioni (datos no publicados)*

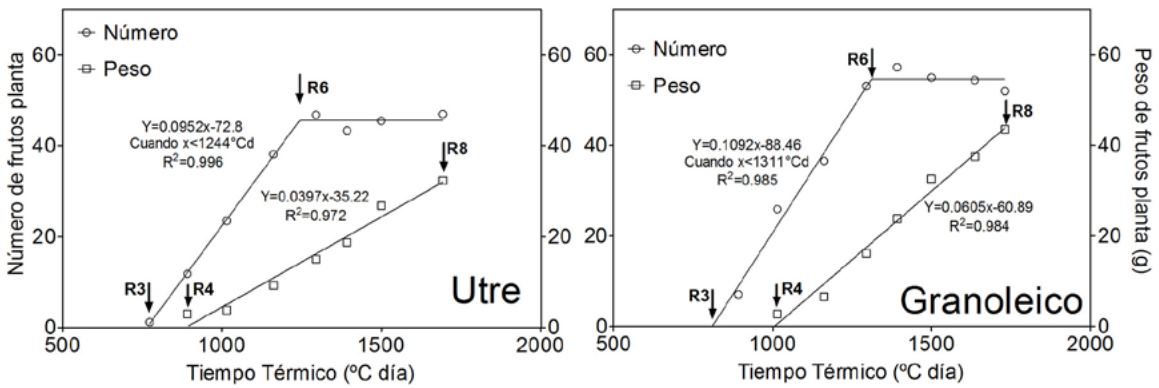


Figura 4. *Número y peso de frutos por planta para el cultivar Utre y Granoleico, sembrados en la primera década de octubre, en función del tiempo térmico (T_b: 10,3 °C) después de la siembra. Fuente: Adaptado de Morla (2016)*

Los coeficientes de determinación de esas relaciones (Figura 3) muestran precisamente la mayor incidencia del número de frutos (R^2=0,781) con respecto al peso individual (R^2=0,046) de los mismos, en la definición del rendimiento de frutos. Este estudio se realizó para observar el efecto de la inoculación en surco en 12 sitios de la región centro sur de la provincia de Córdoba durante cuatro ciclos experimentales (Cerioni, datos no publicados).

Los componentes del rendimiento se generan a lo largo del ciclo del cultivo en momentos ontogénicos acotados (Williams y Boote, 1995), por lo que su determinación es considerada un proceso secuencial. No obstante, debido al alto grado de indeterminación del maní, existe una marcada superposición en la definición de uno y otro componente (Morla, 2016). En la figura 4 se observan los periodos de formación de los componentes numéricos directos del rendimiento. En ambos cultivares evaluados, el periodo de definición del número de frutos comienza en R3 (776 y 831 °Cd para Utre y Granoleico, respectivamente), y se extiende hasta aproximadamente R6 (1244 °Cd en Utre y 1311

°Cd en Granoleico). De similar manera, el periodo de llenado de esos frutos comienza en R4 en los dos cultivares (904 °Cd en Utre y 1013 °Cd en Granoleico), y se extiende hasta el momento de la cosecha (R8) (Morla, 2016).

Se denomina periodo crítico del cultivo a aquel en el cual el rendimiento se ve marcadamente reducido cuando se produce un estrés y que, generalmente, afecta en mayor medida al número de frutos o granos por superficie, que es el principal componente del rendimiento. Este periodo crítico en el cultivo de maní ha sido definido entre las etapas R3 y R6,5 (Haro *et al.,* 2007; Haro *et al.,* 2015), y está altamente relacionado con la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) durante esa etapa (Cholaky *et al.,* 1998). En maní, la relación entre el número de frutos o granos logrados a cosecha y la tasa de crecimiento del cultivo es lineal y positiva, y la ordenada al origen es cercana a cero (Haro *et al.,* 2007; Haro *et al.,* 2008) (Figura 5).

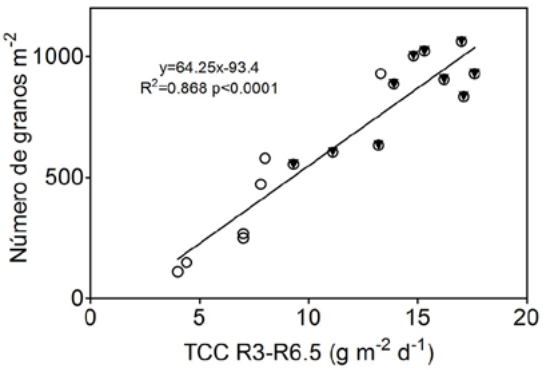


Figura 5. *Relación entre el número de granos por superficie (m^2) de los cultivares Florman INTA y ASEM 485 INTA) y la tasa de crecimiento del cultivo (g m^{-2} d^{-1}) entre R3–R6,5. Fuente: adaptado de Haro et al., 2007 (símbolos llenos) y Haro et al., 2008 (símbolos vacíos)*

Similares resultados se han descripto en otros trabajos, que también refieren una relación positiva y altamente significativa entre el número de frutos maduros por planta a cosecha y la tasa de crecimiento por planta, como resultado de analizar diferentes genotipos (Cholaky *et al.,* 1998) y modelos de siembra (Giayetto *et al.,* 1998).

Esta marcada relación hace que situaciones de estrés, tanto biótico como abiótico, durante el periodo crítico afecten marcadamente el rendimiento del cultivo. Numerosos trabajos muestran las disminuciones del rendimiento del cultivo por efecto de estrés hídrico (*para más detalles ver capítulo 5*), lumínico (Hang *et al.,* 1984; Rao y Mittra, 1988; Barbour *et al.*,1994; Phakamas *et al.,* 2008; Morla, 2016), térmico (Bell *et al.,* 1994 a, b y c; Craufurd *et al.,* 2002; Kumar *et al.,* 2012), y otros debidos a factores bióticos como malezas, plagas y enfermedades (*para más detalles ver capítulos 14, 15, 16 y 17*).

Relaciones Fuente – Destino

El rendimiento de un cultivo depende de la capacidad de acumular biomasa en sus órganos cosechables. El maní posee hábito de crecimiento marcadamente indeterminado, con una fase vegetativa muy corta. A medida que aparecen nuevos frutos comienza una competencia por los asimilados disponibles entre ellos y los órganos vegetativos aún en crecimiento (Stalker, 1997; Cholaky *et al*., 1998). Por ello, el rendimiento es altamente dependiente de la relación fuente-destino (RFD).

En maní se encontraron distintos resultados al analizar diferentes fechas de siembra (Haro *et al*., 2007), genotipos (Haro *et al*., 2013; Morla *et al.,* 2015) y ambientes (Nautiyal *et al*., 2002), en los que se describe a este cultivo como una especie principalmente limitada por destinos.

Bajo las condiciones ambientales de Río Cuarto (Córdoba), Morla (2016), observó que el rendimiento del cultivo de maní se presentó, en todos los casos, limitado por los destinos reproductivos bajo las condiciones analizadas. En la figura 6.A no se observaron efectos de compensación (*trade off*) entre el número y peso de frutos logrados, indicando que durante el periodo de definición de frutos hubo exceso de fuente para los destinos reproductivos fijados. Los datos obtenidos ajustaron a una regresión lineal con pendiente cercana a cero (y = 0,0006x + 1,14); es decir que la planta pudo llenar los frutos de 1,13 g de peso individual de igual manera cuando el número de frutos fijados varió en un rango de 18 a 47 frutos pl^{-1}.

Así mismo, el peso medio de un fruto maduro fue menor al crecimiento total de la biomasa de la planta asignada a ese fruto durante su periodo de formación ($RFD_{R3/4 - R8}$= biomasa total producida durante el periodo de formación de frutos con relación al número de frutos maduros) (Figura 6.B). En Granoleico la RFD fue de hasta 2,63 g $fruto^{-1}$ para frutos que sólo alcanzaron un peso medio de 1,05 g.

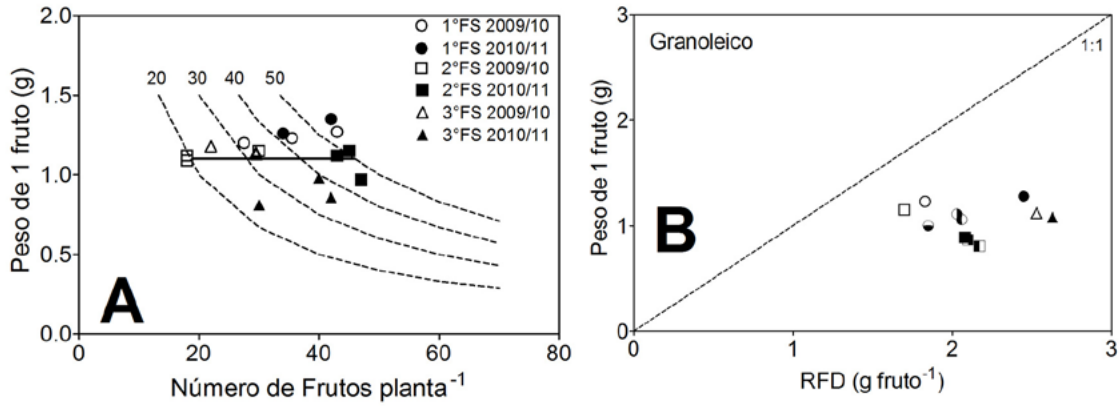


Figura 6. *A) Peso individual de un fruto (g) en función del número de frutos maduros por planta (frutos pl-1) para el cultivar Granoleico, en tres fechas de siembra y dos ciclos experimentales. Las líneas punteadas representan isocuantas de rendimiento (g pl-1). B) Peso individual de un fruto (g) en función de la relación fuente-destino (RFD) entre R3/4 y R8 para el cultivar Granoleico, en tres fechas de siembra y dos ciclos experimentales. Fuente: Morla (2016)*

Estas repuestas se observaron de manera similar para otros 6 genotipos runner sin diferencias entre ellos (Morla *et al.,* 2015). Resultados análogos fueron obtenidos por Haro *et al.* (2013) quienes no encontraron limitación por fuente en cuatro cultivares tipo Valencia y Español y otros cuatro tipo runner. Los resultados encontrados para un amplio rango de genotipos indican, en concordancia con la bibliografía, la posibilidad de lograr aumentos de rendimiento mejorando el tamaño de los destinos, es decir la fijación de frutos que lleguen a cosecha, y la eficiencia reproductiva del cultivo aún a expensas de una disminución de la capacidad de la fuente de fotoasimilados (Haro *et al.,* 2013; Morla *et al.,* 2015).

Efectos de factores ambientales sobre el rendimiento

Radiación

El rendimiento del cultivo de maní está altamente determinado por la disponibilidad de fotoasimilados durante el período de determinación y formación de frutos y granos (Collino *et al.,* 2001; Haro *et al.,* 2013). Disponibilidad de asimilados que es, a la vez, función de la habilidad con que el cultivo captura recursos como la radiación, agua y nutrientes, entre otros (Phakamas *et al.,* 2008).

Existen numerosos estudios acerca del efecto del estrés lumínico, generado por sombreo, sobre los procesos fisiológicos que determinan el rendimiento del maní. En ellos, se encontraron cambios en la partición, la tasa de crecimiento vegetativo y reproductivo, el número de frutos maduros y el rendimiento, tanto a nivel de planta individual como del cultivo.

Las plantas bajo estrés por sombreo acumulan menor cantidad de materia seca (Ono y Ozaki, 1971a; Hang *et al.,* 1984; Jadhav, 1992), poseen menor densidad de longitud de raíces (Barbour *et al*.,1994), menor cantidad de nódulos que fijen nitrógeno atmosférico (Rao y Mittra, 1988), menor número de ramas e incremento en la longitud de los entrenudos (Stirling *et al*., 1990), haciendo que el tallo alcance mayor altura (Hang *et al.,* 1984; Rao y Mittra, 1988; Barbour *et al*.,1994). El sombreado también incrementa el área foliar específica (AFE) (Hang *et al.,* 1984; Rao y Mittra, 1988), pero reduce el período de expansión del área foliar (Stirling *et al.,* 1990), y produce mayor acumulación de clorofila por unidad de superficie foliar en sombreos de corta duración (Hang *et al.,* 1984), y su disminución cuando el estrés es más severo (Rao y Mittra, 1988).

El número de flores por planta también es modificado por la intensidad de luz y su efecto depende del momento de ocurrencia (Cattan y Fleury, 1998; Cerioni, 2003).

El estrés lumínico durante el periodo reproductivo reduce el rendimiento de frutos y sus componentes numéricos (Morla *et al.,* 2012). En la figura 7 se observa que el rendimiento de frutos se relaciona positivamente ($p<0,01$ en todos los casos) con la cantidad de RFA interceptada por el cultivo durante su periodo reproductivo (R1-R8). Las variaciones en la RFA interceptada y acumulada se debieron a diferencias entre los cultivares evaluados, las fechas de siembras (octubre y diciembre) y tratamientos de sombreo de aproximadamente 10 días de duración cada uno, aplicados desde comienzo de formación de frutos con una malla (media sombra) de 85% de exclusión de la radiación (Morla, 2016).

Ono y Ozaki (1971b) y Jadhav (1992), describieron una reducción del número de clavos y frutos que se tradujo en un menor rendimiento, siendo mayor el efecto durante el periodo de desarrollo de los frutos (Jadhav y Sengupta, 1991). Similares resultados fueron encontrados a nivel local, donde el rendimiento del cultivo de maní presentó sensibilidad al estrés lumínico causado por sombreo durante los momentos de definición del número y peso de los frutos (desde R3 a R6), con una mayor magnitud de este efecto en la etapa final del periodo de evaluación (R5-R6), siendo el peso de los frutos la variable que más disminuyó, afectando a su vez la calidad comercial (granometría) (Morla *et al.,* 2012).

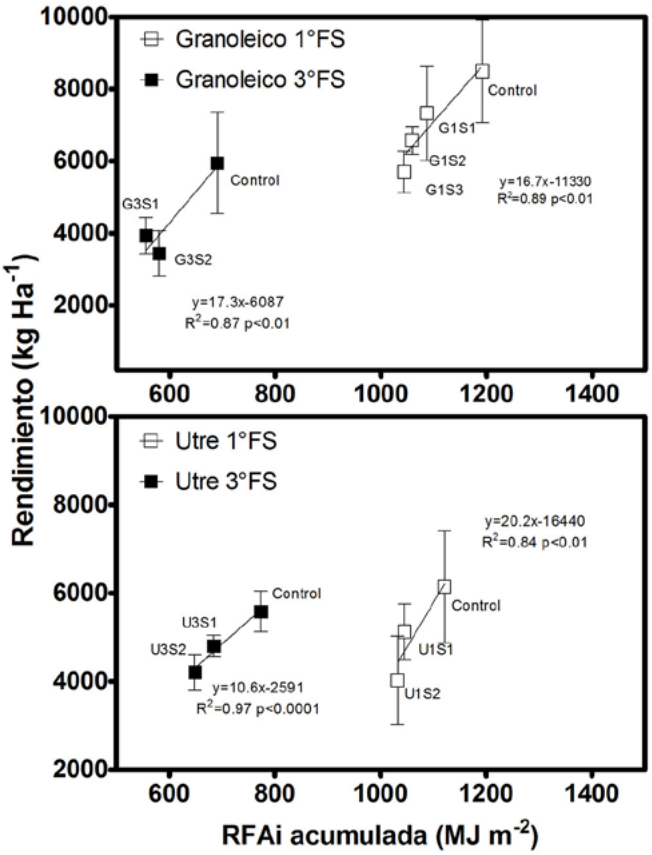


Figura 7. *Relaciones entre el rendimiento de frutos de los cultivares Granoleico y Utre en respuesta a tratamientos de sombreo y un control (sin sombreo) para dos fechas de siembra, y la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y acumulada por el cultivo durante el periodo reproductivo (R1-R8). Fuente: Morla (2016)*

Una reducción de la intensidad de luz también afecta la translocación de asimilados, con un aumento de su partición hacia las estructuras reproductivas, principalmente durante el desarrollo de los frutos respecto a otros estadios reproductivos (Jadhav *et al*, 1992). También ocurre una translocación selectiva hacia los frutos, u optimización en la utilización de los asimilados, produciendo pocos clavos con gran proporción de frutos cosechables (Barbour *et al.,* 1994).

En este sentido, Morla (2016) encontró que la partición de biomasa cambió de manera diferencial según los momentos de aplicación del estrés. Aumentó hacia hojas y detuvo el crecimiento reproductivo para reponer el aparato fotosintético una vez restablecida las condiciones lumínicas normales, en los tratamientos de sombreo tempranos (alrededor de R3-R4); y lo contrario ocurrió a medida que el número y tamaño de los frutos (tamaño de los destinos de fotoasimilados) fue en aumento (alrededor de R6), en respuesta a lo cual el cultivo priorizó el llenado de los frutos ya formados para garantizar un rendimiento mínimo.

Por otro lado, un sombreo severo produce senescencia foliar prematura en el cultivo coincidiendo con el cese de la producción de frutos, efecto de mayor importancia cuando ocurre durante el llenado, reduciendo la proporción de frutos maduros a cosecha (Stirling *et al.*, 1990), y también la calidad comercial (granometría) del cultivo de maní (Williams, 1979). Se han constatado reducciones del rendimiento entre 26 y 33% debido a la menor producción de frutos (Barbour *et al.,* 1994).

Temperatura

En climas templados -como el de la región central de Argentina donde se cultiva el maní- el cultivo puede desarrollar sus frutos en condiciones de temperaturas subóptimas, 5 y 7 ºC por debajo de la óptima para el crecimiento del cultivo, que se encuentra entre los 25 y 30°C (Kumar *et al.,* 2012). Como respuesta a estas bajas temperaturas se reduce la tasa de crecimiento y el peso final de los frutos (Cerioni, 2003), reduciendo el rendimiento y la calidad de los granos (Bell *et al.,* 1992).

La habilidad para tolerar ambientes extremos es un importante componente a tener en cuenta en el desarrollo de cultivares que se caractericen por presentar rendimientos estables (Fernandez *et al.,* 2009).

Las bajas temperaturas afectan no sólo la germinación sino también el crecimiento de las plántulas al inicio de la estación de crecimiento del cultivo (Mohamed *et al.,* 1988b). Se ha identificado variabilidad genética en la tasa y porcentaje de germinación para germinar a bajas temperaturas (Mohamed *et al.,* 1988a, Fernandez, 2005), así como también, para la emergencia de las plántulas y el crecimiento de las hojas (Mohamed *et al.,* 1988a; Bahagat *et al.,* 1988).

Durante el crecimiento del cultivo, temperaturas nocturnas inferiores a 20 ºC reducen la tasa de crecimiento (TCC) y la EUR al día siguiente (Bell *et al.,* 1994c). La magnitud de esa reducción depende del genotipo, del microclima del canopeo y del tiempo de exposición del cultivo a esa condición de estrés. En algunos cultivares ocurre un proceso de aclimatación a la baja temperatura. La capacidad de los cultivares a responder rápidamente a la condición de temperaturas más favorables (temperaturas nocturnas templadas) después de un corto período de temperatura baja, juega un rol importante en la productividad (Bell *et al.,* 1994 a y b).

En el maní, las bajas temperaturas producen plantas más chicas, con menor número de flores y ginóforos y frutos de menor peso (Wynne *et al.,* 1973). Afectando también la partición de asimilados hacia las estructuras reproductivas y la relación fuente destino (Awal *et al.*, 2003).

Por otra parte, las bajas temperaturas -que conducen a la ocurrencia de las heladas- provocan destrucción de las membranas celulares, afectando las células y tejidos. El efecto varía según el momento del ciclo en que tiene lugar el evento.

Durante la etapa final del crecimiento del cultivo, las heladas pueden afectar el rendimiento porque acortan el ciclo y/o aumentan las pérdidas de frutos o bien dificultan las tareas de arrancado.

Se ha constatado una leve tolerancia a este factor, con diferencias genéticas entre cultivares; los tipos Virginia soportan estrés térmico de hasta -4 °C, aunque en las hojas superiores se produce destrucción de pigmentos, observándose pérdida de color o áreas necróticas en la parte superior de la planta, mientras que el resto permanece sin daños. En cambio, los tipos Español y Valencia son menos tolerantes a las temperaturas bajas (1 y 2 ºC); al final del ciclo, temperaturas próximas a 0 ºC producen desprendimiento y podredumbre de frutos (Gutstein, 1974).

Después del arrancado, las semillas tienen entre 30 y 50% de humedad; la ocurrencia de heladas en ese momento provoca decoloración del tegumento, daño en los cotiledones y la radícula, afectando la germinación y la emergencia, además del crecimiento de la plántula (Ketring, 1979). También, desvalorizan el producto para su comercialización como maní confitería porque altera la estructura de las células incrementando los ácidos grasos libres expuestos a una más rápida oxidación.

Por otro lado, las altas temperaturas producen estrés en el cultivo afectando el crecimiento. Ante la ocurrencia de estos episodios, es necesario considerar la duración y la magnitud de los mismos (Wheeler *et al.,* 2000).

Altas temperaturas del aire y/o del suelo (38/30 ºC) reducen la producción de materia seca (Vara Prasad *et al.,* 2000), específicamente las altas temperaturas diurnas (38/22 ºC vs 28/22 ºC) provocan disminuciones entre el 20 y 35% de biomasa (Craufurd *et al.,* 2002).

La producción de flores se reduce cuando la temperatura del aire se incrementa de 28 a 48 ºC (Vara Prasad *et al.,* 2000). El efecto negativo de las altas temperaturas durante la floración se manifiesta tanto en el día como en la noche; temperaturas diurnas ≥39 ºC durante un día provocan esterilidad del polen y retardo en el crecimiento del tubo polínico (Vara Prasad *et al.,* 2001); y temperaturas nocturnas de 28 ºC reducen la producción de polen (Vara Prasad *et al.,* 1999a). La menor proporción de flores se traduce en una disminución de los clavos producidos (Vara Prasad *et al.,* 1999b).

El período de producción de clavos es muy sensible al estrés térmico (Vara Prasad *et al.,* 1999b). En maní tipo Español, un aumento de la temperatura de 28 a 42 ºC disminuye el número de clavos en un 31% y se reduce la partición hacia los frutos y el rendimiento, con 44 ºC no se producen frutos (Vara Prasad *et al.,* 2000).

Altas temperaturas diurnas (38/22 ºC vs 28/22 ºC) producen un retraso entre 5 y 9 días en el inicio de la fructificación y el llenado de los frutos, y reducen el peso de las semillas (23 a 78%) y el índice de cosecha (IC) de semillas (0 a 65%) (Craufurd *et al.,* 2002). Estos efectos son mayores en los genotipos sensibles que en los tolerantes (Wheeler *et al.,* 1997).

La ocurrencia de temperaturas elevadas (>36 ºC) en floración, reducen significativamente la fijación o el llenado de los frutos y, consecuentemente, el número de frutos (Vara Prasad et al., 2001). Esto indica que la respuesta del número de clavos y de frutos a la temperatura diurna es cuantitativa (Vara Prasad et al., 2000). El número de frutos está estrechamente asociado con el número de flores acumuladas que se abren después de ese episodio de temperatura alta (Craufurd et al., 2000). Esta situación provoca diferencias en el momento de la producción de frutos entre genotipos sensibles y tolerantes, porque modifican el momento en que se produce el llenado (Wheeler et al., 1997). Por lo cual, el mecanismo de tolerancia sería el escape (Craufurd et al., 2000).

El llenado de los frutos declina rápidamente cuando las temperaturas diurnas superan los 37 ºC (Vara Prasad *et al.,* 2000), y las nocturnas alcanzan los 28 ºC (Vara Prasad *et al.,* 1999a). Esta disminución del peso es debida a la reducción de la materia seca total y a su partición a frutos, dependiendo de la tolerancia del genotipo al calor (Craufurd *et al.*, 2002). La calidad del grano también se ve afectada por las temperaturas altas; incrementos de 28/22 a 40/34 ºC reducen la concentración de aceite, aumentan la de proteína y modifican la composición de ácidos grasos, aunque existen diferencias genotípicas (Golombek *et al.,* 2001).

Craufurd *et al.* (2003) han constatado que existen genotipos -de diferentes tipos botánicos (Español y Virginia *bunch*)- con tolerancia al calor en todos los estados fenológicos o procesos.

También las prácticas de manejo como la distancia entre hileras, cobertura en superficie y la elección de genotipos con estructura más densa, modificarían la temperatura del suelo pudiendo afectar el rendimiento y la calidad del grano.

Fotoperiodo

El maní es considerado un cultivo de respuesta al fotoperiodo de día corto. Sin embargo, no se han observado modificaciones en el tiempo a floración (etapa Ve-R1) como en otros cultivos, por lo que se lo considera como un factor insignificante en el desarrollo del cultivo (Williams y Boote, 1995). En este sentido, Ketring (1979) no observó ningún efecto de la duración del día (8, 12 y 16 h) en el tiempo a iniciación floral.

No obstante, se han documentado otros efectos del fotoperiodo sobre el crecimiento y partición en el cultivo de maní.

Está bien establecido que los días largos promueven el crecimiento vegetativo a expensas del crecimiento reproductivo y una mayor tasa de crecimiento del cultivo, disminución de la partición de fotoasimilados a frutos y una disminución de la duración de la fase efectiva de llenado de frutos (Ketring, 1979; Witzenberger *et al.,* 1988; Nigam *et al*., 1994 y 1998).

La acumulación de materia seca total es mayor con día largo (DL) (12 h) que con DC (9 h), así como también el área foliar, independientemente de la temperatura (Nigam *et al.,* 1998). En cambio, las tasas de crecimiento del cultivo y de los frutos son influenciadas por la interacción entre el genotipo y el fotoperíodo (Nigam *et al.,* 1994). A tal efecto, Bell (1986) señala que el maní puede ser considerado como una planta de día neutral cuando las temperaturas diarias del aire son de 25-27 ºC, o menores. En este sentido, Bagnall y King (1991) reportaron que las variedades examinadas (dos de tipo Español y dos de tipo *runner*) florecieron más a una misma condición de fotoperiodo con temperaturas altas (33/22 o 27/22 ºC día/noche); mientras que con temperatura baja (21/16ºC), la floración fue similar entre los tratamientos. Nigam *et al.* (1994), estudiaron el efecto de la temperatura, del fotoperíodo y su interacción en el crecimiento de las plantas, y observaron que el fotoperiodo no afectó significativamente la partición de la materia seca bajo el régimen de baja temperatura (18/22ºC), pero a temperaturas más altas (26/30ºC) la partición a frutos fue significativamente mayor en días cortos (9 h). Este estudio proporcionó evidencia de variabilidad genotípica de las interacciones entre temperatura y fotoperiodo.

Dwivedi *et al.* (2000) estudiaron el efecto del fotoperiodo sobre la calidad de los granos producidos y encontraron que el contenido de aceite, de ácidos grasos oleico y linoleico, y la relación de O/L no se vieron afectados por la variación en el fotoperíodo. Sí reportaron cambios en la relación grano/caja y en el contenido de ácidos grasos de menor importancia como el palmítico y el eicosenoico.

Bibliografía citada

Aboagye, L. M., Isoda, A., Nojima, H., Takasaki, Y., Yoshimura, T., and T. Ishikawa. 1994. Plant Type and Dry Matter Production in Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Cultivars: I. Varietal differences in dry matter production. *Japanese Journal of Crop Science*, 63(2), 289-297.

Ashley, J.M. 1984. Groundnut. En: Golsworthy, P.R. y N.M. Fisher. *The physiology of tropical field crops.* John Wiley & Sons Ltda. Cap. 13. p: 453-494.

Awal, M.A., T. Ikeda y R. Itoh. 2003. The effect of soil temperature on source-sink economy in peanut (*Arachis hypogaea*). *Environ. Exp. Bot*. 50(1): 41-50.

Bagnal, D.J. y R.W. King. 1991. Response of peanut (*Arachis hypogaea* L.) to temperature, photoperiod and irradiance. 1. Effect on flowering. *Field Crop Sci*. 26: 263-277.

Bahagat, N.R.; T. Ahmad; H.B. Lalwani; S.A. Patil; G.J. Patra y D. Acharya.1988. Screening of bunch peanut (*Arachis hypogaea* L. spp *fastigiata*) germplasm for cold tolerance in India. *Trop. Agric*. 65: 109-112.

Banks, D.J.; K. Eskins y R.N. Pittman. 1985. Analysis of the chloroplast pigments of Chico (*Arachis hypogaea* L.) a wild peanut (*Arachis chacoense* Krap. et Gregnon nom. nud) and their triploid and hexaploid hybrids. *Oleágineux*. 40(1): 29-33.

Barbour, J.C.; D.C. Bridges y D.S. NeSmith. 1994. Peanut acclimation to simulate by weeds. *Agron. J.* 86(5): 874-880.

Bell, M. 1986. Effect of sowing date on growth and development of irrigated peanuts (*Arachis hypogaea* L. cv. Early Bunch) in a monsoonal tropical environment. *Australian Journal of Agricultural Research*. 37(4) 361 - 373.

Bell, M.J.; G.C. Wright y G.L. Hammer. 1992. Night temperature affects radiation use efficiency in peanut. *Crop Sci.* 32: 1329-1335.

Bell, M.J.; R. Shorter y R. Mayer. 1991. Cultivar and environment effects on growth and development of peanut (*Arachis hypogaea* L.). I. Emergence and flowering. *Field Crop Res.* 27: 17-33.

Bell, M.J.; R.C. Roy; M. Tollenaar y T.E. Michaels.1994b. Importance of variation in chilling tolerance for peanut genotypic adaptation to cool, short-season environments. *Crop Sci*. 34(4): 1030-1039.

Bell, M.J.; T.E. Michaels; D.E. McCullough y M. Tollenaar.1994a. Photosynthetic response to chilling in peanut. *Crop Sci.* 1014-1023.

Bell, M.J.; T.J. Gillespie; R.C. Roy; T.E. Michaels y M. Tollenaar.1994c. Peanut leaf photosynthetic activity in cool field environments. *Crop Sci.* 34(4): 1023-1029.

Bonadeo, E; A. Cantero Gutiérrez y M. Bongiovanni. 2003. Relación entre la resistencia a la penetración, la densidad aparente y el contenido hídrico en un Hapludol Típico. *Rev. UNRC*. 23(1-2): 13-22.

Boogerd, F.C. y D.Van Rossum. 1997. Nodulation of groundnut by *Bradyrhizobium*: a simple infection process by crack entry. *FEMS Microbiogy Rev.* 21(1): 5-27.

Boote, K.J.1982. Growth stage of peanut.*Peanut Sci*. 9: 35-40.

Bunting, A.H. y J. Elston. 1980. Ecophysiology of growth and adaptation in the groundnut: an essay on structure, partition and adaptation. En: Sumerfield, R.J. y A.H. Bunting. *Advances in Legume Science*.Royal Botanic Gardners.p: 495-500.

Burkhart, L. y E.R. Collins. 1941. Mineral nutrition in peanuts plant growrh. *Soil Aci. Soc. Amer. Proc*. 6: 272-280.

Cattan, P. y A. Fleury. 1998. Flower production and growth in groundnut plants. *European J. Agron*. 8(1): 13-27.

Cerioni, G.A.; Baliña, R.M.; Toniotti, D.R.; Giayetto, O. y Fernandez, E.M. 2007. Inoculación de maní aplicado en el surco. Biomasa, componentes del rendimiento y calidad.*XXII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera-Cba. p: 52-53.

Cerioni., G.A. 2003. *Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (Arachis hypogaea L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis MSc. FAV–UNRC. Río Cuarto - Cba. 95 p.

Cerliani C., O. Giayetto, E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, F.D. Morla, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante. 2011. Fechas de siembra y genotipos de maní sobre la EUR y las variables que la definen. XXVIII Jornadas Científicas. Asociación de Biología de Tucumán. Tafí del Valle. Tucumán.

Chen, J.J. y J.M. Sung. 1990. Gas exchange rate and yield response of Virginia-type peanut to carbon dioxide enrichment. *Crop Sci.* 30: 1085-1089.

Cholaky, L. 1984. *Maní. Influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento-desarrollo, morfología, fotosíntesis, componentes del rendimiento, composición ácido graso del aceite y producción*. FAV–UNRC. Mimeo. 125 p.

Cholaky, L.; O. Giayetto; E.M. Fernandez y W.E. Asnal. 1998. Análisis del crecimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) tipos Valencia, Español y Virginia. *Rev. UNRC*. 18(1): 5-23.

Collino, D.J.; J.L. Dardanelli; R. Sereno y R.W. Racca. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and water use efficiency. *Field Crop Res*. 68: 133-142.

Collino, D.J.; J.L. Dardanelli; R. Sereno y R.W. Racca. 2001. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Light interception, radiation use efficiency and partitioning of assimilate. *Field Crop Res*. 70:177-184.

Corner, E.J.H. 1951. The leguminous seed. *Phytomorphology*. 1: 117-150.

Corner, E.J.H. 1976. The seed of dicotyledons. University Press. 2 v.

Cox, F.R. 1979. Effect of temperature treatments on peanut vegetative and fruit growth.*Peanut Sci*. 6: 140-147.

Craufurd, P. Q., Wheeler, T. R., Ellis, R. H., Summerfield, R. J., y Prasad, P. V. 2000. Escape and tolerance to high temperature at flowering in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *The Journal of Agricultural Science*, *135*(04), 371-378.

Craufurd, P.Q.; P.V. Vara Prasad y R.J. Summerfield. 2002. Dry matter production and rate of change of harvest index at high temperature in peanut. *Crop Sci*. 42: 146-151.

Craufurd, P.Q.; P.V. Vara Prasad; V.G. Kakani; T.R. Wheeler y S.N. Nigam. 2003. Heat tolerance in groundnut. *Field Crop Res*. 80: 63-77.

Dardanelli, J.L.; O.A. Bachmeier; R. Sereno y R. Gil. 1997. Rooting depth and soil water extraction patterns of different crops in a silty loam Haplustoll. *Fied Crop Res*. 54: 29-38.

Duncan, W.G.; D.E. McCloud; R.L. McGraw y K.J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. *Crop Sci*. 18: 1015-1020.

Dwivedi, S.L., Nigam, S.N., y Rao, R.C. 2000. Photoperiod effects on seed quality traits in peanut. *Crop science*, *40*(5), 1223-1227.

Fernandez, E.M., O. Giayetto, G.A. Cerioni, S. Gastaldi, A. Bessone, V. Girardi, F.D. Morla, M.I.T. Kearney y M.B. Rosso. 2012. Granometría de maní en diferentes genotipos y ambientes. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 231 - 236.

Fernandez, E.M., O. Giayetto, S. Gastaldi, y A. Bessone. 2007. Interacción Genotipo x Ambiente y calidad comercial. *Workshopp internacional Ecofisiología Vegetal Aplicada*. Mar del Plata, Bs. As. P: 212-213.

Fernandez, E.M. 1996. *Produtividade e qualidade de amendoim (*Arachis hypogaea *L.) em função da calagem e do método de secagem*. Tesis Doctorado. FCA - UNESP. Botucatu SP, Brasil. 123 p.

Fernandez, E.M. 2005. Condiciones sub-óptimas en la germinación de cultivares de maní. *XIV Congresso Brasileiro de Sementes*. Foz do Iguazú-PR, Brasil. 22-26/08/05. ABRATES, 01: 026.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem y D.M.T. Oliveira. 2000. Peanut seed teguments are affected by liming and drying method. *Seed Sci. Technol*. 27: 185-192.

Fernandez, E.M.; Cerioni, G.A.; Giayetto, O.; Birri, M.; Peiretti, E.G.; y M.A. Ibañez.2009. Evaluación de nuevos genotipos de maní. *XXIV Jornada Nacional de Maní*, General Cabrera, Córdoba (AR): CIA - INTA. 62 p.

Fernandez, E.M.; E. Bonadeo e I.S. Moreno. 1999a. Relação entre níveis de precipitação e de cálcio na qualidade de sementes de amendoim. *XI Congresso Brasileiro de Sementes*. Foz de Iguaçu – PR – Brasil, 9(1/2): 68.

Fernandez, E.M.; G.A. Cerioni y O. Giayetto. 1999b. Relación entre el estrés hídrico y el tamaño sobre la calidad de las semillas de maní. *14º Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 30/09/99. p: 31-32.

Giayetto O., E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, F.D. Morla, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, y M.G. Violante. 2012a. Caracterización ecofisiológica de genotipos de maní (*Arachis hypogaea*) en Córdoba, Argentina. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 244 - 255.

Giayetto O., E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, F.D. Morla, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante. 2012b. Cambios en el rendimiento y la calidad comercial de dos cultivares de maní debido a variaciones de la fecha de siembra, temperatura y radiación. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 237 - 243.

Giayetto O., F.D. Morla, E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, M. Kearney, M.B. Rosso, y M.G. Violante. 2013. Temporal Analysis of Branches Pod Production in Peanut (*Arachis hypogaea*) Genotypes with Different Growth Habits and Branching Patterns. *Peanut Science,* 40(1): 8-14.

Giayetto, O., Cerioni, G. A., y Amin, M. S. 2005. Water use, growth and pad yield of two peanut cultivars under different interrow spacing. *J. Peanut Sci*, *34*(2), 5-13.

Giayetto, O., Cerioni, G. A., y Asnal, W. E. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production, and peanut pod yield. *Peanut Science*, *25*(2), 86-87.

Gillier, P. y P. Silvestre. 1980. *El cacahuete*. Trad E. Raimbau.Ed. Blume. 281 p.

Glueck, J.A.; L.E. Clark y O.D. Smith. 1977. Testa comparisons of four peanut cultivars. *Crop Sci.* 17: 777-782.

Golombek, S.D.; Adib-Sultana y C. Johansen.2001. Effect of separate pod and root zone temperature on yield and composition of three Spanish cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Sci. Food Agric.* 81(14): 1326-1333.

Guo, D., Liang, J., Qiao, Y., Yan, Y., Li, L., y Dai, Y. 2012. Involvement of G1-to-S transition and AhAUX-dependent auxin transport in abscisic acid-induced inhibition of lateral root primodia initiation in Arachis hypogaea L. *Journal of plant physiology*, *169*(11), 1102-1111.

Gutstein, Y. 1974. Differential frost tolerance of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Oléaginuex*. 29(3): 151-152.

Hang, A.N., McCloud, D.E., Boote, K.J., y W.G. Duncan. 1984. Shade effects on growth, partitioning, and yield components of peanuts. *Crop Science*, *24*(1), 109-115.

Haro, R.J., Baldessari, J., y Otegui, M.E. (2015). Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Links between phenology and grain yield determinants. Field Crops Research, 174, 12-19.

Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Otegui, M.E., y D.J. Collino. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source–sink ratio and radiation use efficiency. *Field crops research*, *109*(1), 24-33.

Haro, R.J., Baldessari, J. y Otegui, M.E. 2013. Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Seed yield and its components. *Field Crops Research*, 149.76-86.

Haro, R.J., M.E. Otegui, D.J. Collino y J.L. Dardanelli. 2007. Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: Links with radiation use efficiency and crop growth rate. *Field Crops Res.* 103(3): 217-228.

Huyghe, C. 1998. Genetics and genetic modifications of plant architecture in grain legumes: a review. *Agronomie*, 18(5-6), 383-411.

Ibrahim, A.E.S.; A.M. Osman y M.O. Khidir. 1982. The response of the groundnut (*Arachis hypogaea* L.), variety MH 383, to crop density and fertilizer on the irrigated, heavy clays of central Sudan. *Oleágineux*. 37(5): 237-245.

Jadhav, B.B. 1992. Effect of light intensity on physiological and yield of peanut. *Ann. Plant Physiol*. 6(2): 242-247.

Jadhav, B.B. y U.K. Sengupta, 1991. Effect of Light stress on peanut productivity. *Ann. Plant Physiol*. 5(2): 194-201.

Jongrungklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Boote, K. J., Hoogenboom, G., y Patanothai, A. 2012. Classification of root distribution patterns and their contributions to yield in peanut genotypes under mid-season drought stress. *Field Crops Research*, *127*, 181-190.

Ketring, D.L. 1979. Light effects on development of an indetermination plant. *Plant Physiol.* 64: 665-667.

Ketring, D.L.; C.R. Benedict y M. Yeager. 1976. Growing season and location effects on water uptake and drying rates of peanut seeds from genotypes resistant and susceptible to invasion by *Aspergillus flavus* Lk ex Fr. *Agron. J.* 68: 661-665.

Khalfaqui, J.L. 1990. Study of precocity components in groundnut. *Oleágineux,* 45(2): 81-87.

Khan, A.A. y F.I. Akosu.1971. The physiology of groundnut. I. An auto-radiographuc study of the pattern of distribution of ^{14}Carbon product. *Physiol. Plant*. 24: 471-475.

Kiniry, J.R., C.E. Simpson, A.M. Schubert y J.D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crop Res*. 91: 297-306.

Krapovickas, A. y W.C. Gregory. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (*Leguminosae*). *Bonplandia* 8, 1–186.

Kraus, T.; E. Hampp; M. Grosso; S. Basconsuelo; R. Malpassi y C. Bianco. 1996a. Morfología de sistemas radicales de *Arachis hypogaea* L. en función de las condiciones físicas del suelo. *Rev. UNRC*. 16(1): 41-55.

Kraus, T.; E. Hampp; S. Basconsuelo; M. Grosso; R. Malpassi y C. Bianco. 2000. Estudio del xilema en raíces de *Arachis hypogaeasubsp. hypogaea var. hypogaea* cv Florman INTA (*leguminosae*) en suelos con horizontes

densificados. *Rev. Fac. Agronomía–UNLPam.* 11(1): 49-60.

Kraus, T.; M. Grosso; S. Basconsuelo y C. Bianco. 1996b. Wuchsformen bei *Arachis hypogaea* L. *Flora*. 191: 221-229.

Kulkarni, J.H.; V. Ravindra; V.K. Sojitra y D.M. Bhatt. 1982. Growth nodulation and N-uptake of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) as influenced by water deficit stress at different phenophases. *Oleáginuex,* 43(11): 415-419.

Kumar, U., Singh, P., and K.J. Boote. 2012. Effect of Climate Change Factors on Processes of Crop Growth and Development and Yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Advances in Agronomy*, *116*, 41.

Lush, W.M. y L.T. Evans. 1980. The seed coats of cowpea and the other grain legumes: structure in relation to function. *Field Crop Res.* 3(3): 267-286.

Matthews, R.B., D. Harris, J.H. Williams y R.C. Negeswara Rao. 1988. The physiological basis for yield between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea*) in response to drought. I. Dry matter production and water use. *Exp. Agric.* 24: 191-202.

Meisner, C.A. y K.J. Karnok.1991. Root hair occurrence and variation with environment. *Agron. J.* 83: 814-818.

Mohamed, H.A.; J.A. Clark y C.K. Ong, 1988a. Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. I. Germination characteristics on groundnut (*Arachis hypogaea* L) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* S y H.). *J. Exp. Bot.* 39: 1121-1128.

Mohamed, H.A.; J.A. Clark y C.K. Ong. 1988b. Genotypic differences in the temperature responses of tropical crops. II. Seedling emergence and leaf growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L) and pearl millet (*Pennisetum typhoides* S & H.). *J. Exp. Bot.* 39: 1129-1135.

Morla F.D. 2016. *Dinámica temporal y espacial de la partición de biomasa en genotipos de maní de diferente patrón de ramificación y porte.* Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales. UNRC. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 214p.

Morla F.D., O. Giayetto, E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante, y C. Cerliani. 2012. Estrés lumínico en maní sobre crecimiento, partición, rendimiento y sus componentes, y la calidad comercial. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 294 - 298.

Morla F.D., O. Giayetto, G.A. Cerioni y E.M. Fernandez. 2015. Source-Sink ratio among different branches categories in peanut. 47th Annual Meeting of the American Peanut Research and Education Society (APRES). Charleston, SC – USA.

Moss, J.P. y V.R. Rao. 1995. The peanut. Reproductive development to pant maturity. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*.APRES. Cap. 1. p: 1-13.

Murty, U.R.; N.G.P. Rao; P.B. Kirti y M. Bharati. 1980. Fertilization in groundnut (*Arachis hypogaea* L). *Oléagineux,* 36(2): 73-76.

Variation in the physiological parameters of popular groundnut varieties. *Madras Agric. J.* 70(9): 603-610.

Nambiar, P.T.C.; P.J. Dart; B. Srinivasa Rao y H.N. Ravishankar. 1984. Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to *Rhizobium* inoculation. *Oléagineux,* 39(3): 149-155.

Nautiyal, P.C.; Negeswara Rao Rachaputi y Y.C. Joshi. 2002. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. *Field Crop Res.* 74: 67-79.

Nigam, S.N.; R.C.N. Rao y J.C. Wynne. 1998. Effects of temperature and photoperiod on vegetative and reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 181(2): 117-124.

Nigam, S.N.; R.C.N. Rao; J.C. Wynne; J.H. Williams; M. Fitzner y G.V.S. Nagabhushanam. 1994. Effect and interaction of temperature and photoperiod on growth and partitioning in three groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes. *Ann. Appl.Biol.* 125(3): 541-552.

Ono, Y. y K. Ozaki. 1971a. Effects of shading treatment at early growth stage on growth and yield of peanut plants. In *Crop Sci. Soc. Japan Proc*. 40(4), 480-485.

Ono, Y. y K. Ozaki. 1971b. Studies on peg elongation of peanut plant. *Proc. Crop Sci. Soc. Japan.* 40: 486-490.

Padmalatha, Y., S. Rami Reddy and T. Yellamanda Reddy. 2006. The relationship between weather parameters during developmental phase and fruit attributes and yield of peanut. *Peanut Science*, 33: 118–124.

Pattee, H.E.; E.B. Johns; J.A. Singleton y T.H. Sanders. 1974. Composition changes of peanut fruit parts during maturation. *Peanut Sci.* 1: 57-62.

Pérez, M.A., Cavallo, A.R., y Pedelini, R. 2004. Indicadores de madurez en frutos de maní (*Arachis hypogaea* L.) cv. Florman para la producción de semillas en Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, *21*(2): 77-83.

Phakamas, N., Patanothai, A., Jogloy, S., Pannangpetch, K., and G. Hoogenboom. 2008. Physiological determinants for pod yield of peanut lines. *Crop science*, *48*(6), 2351-2360.

Rachie, K.O. y L.M. Robert. 1974. Grain legumes of the low land tropic. En: Brady, N.C. *Advances in Agronomy*. Academic Press. 26: 1-132.

Rao, L. J., y B. N. Mittra. 1988. Growth and yield of peanut as influenced by degree and duration of shading. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *160*(4), 260-265.

Rehman, A.U., Wells, R. and Isleib, T. G. 2001. Reproductive Allocation on Branches of Virginia-Type Peanut Cultivars Bred for Yield in North Carolina. *Crop Sci* 41: 72-77.

Sanders, T.H. 1980.Effect of variety and maturity on lipid class composition of peanut oil.*JOACS*. 57(1): 8-11.

Scandaliaris, J.; V. Hemsy; E.L. Rodriguez Marquina; H. Lozano Muñoz y J.A. Cajal. 1978. Ciclo de floración en maní (*Arachis hypogaea* L.) y factores que lo influencian. *Rev. Agron. NOA. Serie Prod.Veg.* XV. Fac. 1. Public.1221: 1-54.

Severina, I. 2011. *Capacidad de uso del agua del subsuelo y productividad de dos genotipos de maní. Efecto de la disponibilidad hídrica subsuperficial y la oferta fototermal*, Tesis de Magister. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.

Shashidhar V. R., Malathi Chari, T. G. Prasad and M. Udaya Kumar. 1986. A Physiological Analysis of the Branching Pattern in Sequential Types of Groundnut in Relation to the Fruiting Nodes and the Total Mature Pods Produced. *Ann Bot* 58(6): 801-807.

Sholar, J.R.; R.W. Mozingo y J.P. Beasley Jr. 1995. Peanut cultural practices. En: Pattee, H.E.y H.T. Stalker. *Advances in Peanut Science*. Stillwater – OK, EE.UU. Cap. 10. p: 354- 382.

Sinclair, T.R., Bennett, J.M., y Boote, K.J. 1993. Leaf Nitrogen Content, Photosynthesis and Radiation Use Efficiency in Peanut 1. *Peanut Science*,*20*(1), 40-43.

Small, H.; C.S. Kvien; M.E. Sumner y A.S. Csinos.1989. Solution calcium concentration and appication date effect on pod calcium uptake and distribution in Florunner and Tifton-8 peanut. *J. Plant Nutr.* 12(1): 37-52.

Smith, B.W. 1956. Embryogeny and effect of peg elongation upon embryo and endosperm growth. *Amer. J .Bot.* 43: 233-240.

Stalker, H.T. 1997. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research* 53: 205-217.

Stalker, H.T., Tallury, S.P., Seijo, G.R., y Leal-Bertioli, S.C. 2016. Biology, speciation, and utilization of peanut species. *Peanuts: Genetics, Processing Utilization*, 27-66.

Stirling, C.M.; J.H. Williams; C.R. Black y C.K. Ong. 1990. The effect to timing of shade on development, dry matter production and light-use efficiency in groundnut (*Arachis hypogaea* L) under field conditions. *Australian J. Agric. Res.* 41(4): 633-644.

Tajima, R., Abe, J., Lee, O. N., Morita, S., y Lux, A. 2008. Developmental changes in peanut root structure during root growth and root-structure modification by nodulation. *Annals of botany*, *101*(4), 491-499.

Taylor, H.M. y L.I. Ratliff. 1969. Root growth pressures of cotton, peas and peanuts. *Agron. J.* 61: 398-402.

Tillman, B.L., y H.T. Stalker. 2009. Peanut. In Vollmann, J., and I. Rajcan (eds.) *Handbook of plant breeding-oil crops*.Springer, New York, USA. p. 287-316.

Uheda, E., Daimon, H., y Yoshizako, F. 2001. Colonization and invasion of peanut (Arachis hypogaea L.) roots by gusA-marked Bradyrhizobium sp. *Canadian Journal of Botany*, *79*(6), 733-738.

Unkovich, M., Baldock, J. and Forbes, M. 2010.Variability in Harvest Index of Grain Crops and Potential Significance for Carbon Accounting: Examples from Australian Agriculture. In *Advances in Agronomy*. Volume 105, 173-219.

Vara Prasad, P.V., Boote, K.J., Hartwell Allen, L., y Thomas, J.M. 2003. Super-optimal temperatures are detrimental to peanut (Arachis hypogaea L.) reproductive processes and yield at both ambient and elevated carbon dioxide. *Global Change Biology*, *9*(12), 1775-1787.

Vara Prasad, P.V.; P.Q. Craufurd y R.J. Summerfield. 1999a. Fruit number in relation to pollen production and viability in groundnut exposed to short episodes of heat stress. *Ann. Bot.* 84: 381-386.

Vara Prasad, P.V.; P.Q. Craufurd y R.J. Summerfield. 1999b. Sensitivity of peanut to timing to heat stress during reproductive development. *Crop Sci.* 39: 1352-1357.

Vara Prasad, P.V.; P.Q. Craufurd; R.J. Summerfield y T.R. Wheeler. 2000. Effect of short episodes of heat stress of flower production and fruit set of groundnut (*Arachis hypogaea* L). *J. Exp. Bot.* 51: 777-784.

Vara Prasad, P.V.; P.Q. Craufurd; V.G. Kakani; T.R. Wheeler y R.J. Summerfield. 2001. Influence of high temperature during pre- and post-anthesis stages of floral development on fruit-set and pollen germination in peanut. *Australian J .Plant Physiol.* 28(3): 233-240.

Vasimalai, M.P.; R. Kaliappa y P. Sennaiyan.1981. Influence of irrigation and phosphorus on nodulation of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Madras Agric. J.* 68(7): 485-487.

Wheeler, T.R.; A. Chatzialioglou; P.Q. Craufurd; R.H. Ellis y R.J. Summerfield. 1997. Dry matter partitioning in groundnut exposed to high temperature stress. *Crop Sci.* 37 (5) 1507-1513.

Wheeler, T.R.; P.Q. Craufurd; R.H. Ellis; J.R. Porter y P.V. Vara Prasad. 2000. Temperature variability and the yield of annual crops. *Agric. Ecosys. Environ*. 82: 159-167.

Williams, J. H. 1979. The influence of shading during the pre flowering phase of groundnuts (*Arachis hypogaea*) on subsequent growth and development. *Rhodesian Journal of Agricultural Research*, *17*(1), 31-40.

Williams, J.H. y K.J. Boote. 1995. Physiology and modeling-predicting the "unpredictable legume. En: Patte, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*. APRES. Cap. 2. p: 301-353.

Wissuwa, M. y N. Ae. 2001. Genotypic differences in the presence of hairs on roots and gynophores of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) and their significance for phosphorus uptake. *J.Exp.Botany.* 52(361): 1703-1710.

Witzenberger, A., Williams, J. H., y Lenz, F. 1988. Influence of daylength on yield-determining processes in six groundnut cultivars (*Arachis hypogaea*). *Field Crops Research*, 18(2-3), 89-100.

Wright, G.C. y R.C. Negeswara Rao. 1994. Groundnut water relations. En: Smartt, J. *The groundnut crop*. Cap. 9. p: 281-335.

Wynne, J.C.; D.A. Emery y R.J. Downs. 1973. Photoperiodic responses of peanuts. *Crop Sci.* 13: 511-514.

Young, C. T., Pattee, H. E., Schadel, W. E., y Sanders, T. H. 2004. Microstructure of peanut (Arachis hypogaea L. cv. 'NC 7') cotyledons during development. *LWT-Food Science and Technology*, *37*(4), 439-445.

Yu-Jen, S. y A. Ke. 1988. Effect of controlling peg growth at the Stara of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) flowering. *Oleágineux*. 43(3): 127-134.

Zambettakis, CH. 1975. Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par *Aspergillus flavus*. *Oleágineux*. 30(4): 161-167.

Zambettakis, CH. y Bockelle-Morvan. 1976. Recherches sur la structure du tégument séminal de la graine d'arachide et son influence sur la pénétration de l'*Aspergillus flavus*. *Oleágineux,* 30(4): 161-167.

Zamski, E. y M. Ziu. 1976. Pod formation and its geotropic orientation in peanut (*Arachis hypogaea* L.) in relation to light and mechanical stimulus. *Amer. Bot. J.* 40: 631-636.

Ziu, M. y E. Zamski. 1975. Geotropic responses and pod development in ghynophore in plant of peanut (Arachis hypogaea L.) culture in vitro. *Ann. Bot.* 39: 579-583.

Capítulo 5. Requerimientos hídricos

Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Federico D. Morla

Consumo de agua

El agua constituye el factor agroclimático más significativo de la producción de maní en los regímenes de secano. El maní es considerado un cultivo plástico en cuanto al consumo de agua durante su ciclo (Boote y Ketring, 1990). Así, se han registrado producciones de maní con consumos de agua durante todo el ciclo que varían entre los 250 mm en condiciones de secano (Angus *et al.,* 1983) a más de 800 mm bajo riego (Kiniry *et al.,* 2005). Al respecto, la mayoría de los autores señalan que se requieren alrededor de 500 mm (de 400 a 600 mm) de agua durante el ciclo para lograr un rendimiento satisfactorio de maní, si hay una buena distribución de las lluvias y/o riegos (Boote y Ketring, 1990).

En este sentido, reportes locales (Giayetto *et al.,* 1992) indican valores de evapotranspiración del cultivo de maní (*cv* Florman INTA) de 431 y 562 mm en tratamientos de secano y con riego, respectivamente (Figura 1). Uberto (2008) registró consumos que variaron entre 375 mm en tratamientos de sequía impuesta, y 522 mm bajo riego complementario. Morla *et al.* (2012) contabilizaron consumos de hasta 737 mm bajo riego que disminuyeron hasta 443 mm en condiciones de secano, en un ciclo agrícola (2011/12) con dos características particulares: la escasez de lluvia durante un período prolongado y la ocurrencia, en esa misma época, de temperaturas máximas medias superiores a los valores normales.

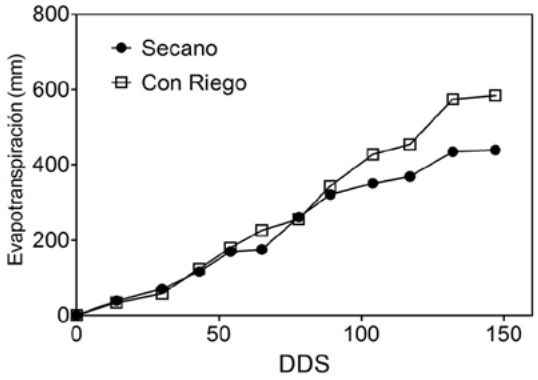


Figura 1. *Evapotranspiración acumulada de un cultivo de maní con riego y en secano en la región agroecológica del Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba. Fuente: Adaptado de Giayetto et al. (1992). DDS: días después de siembra*

Estudios sobre la dinámica diaria de los requerimientos hídricos del maní muestran que son mayores en las fases de máxima cobertura del canopeo del cultivo (Bandyopadhyay *et al.,* 2005). A nivel local, se han registrado consumos de 6,6 mm d^{-1} (Giayetto *et al.,* 1992) con cambios en la tasa de evapotranspiración según la condición hídrica del suelo (Figura 2). Por su parte, Severina (2007) encontró consumos diarios de hasta 8,91 mm d^{-1} para el cultivar Florman INTA regado por encima del 70% de agua útil (AU), con los consumos máximos en las etapas fenológicas de R3 a R5.

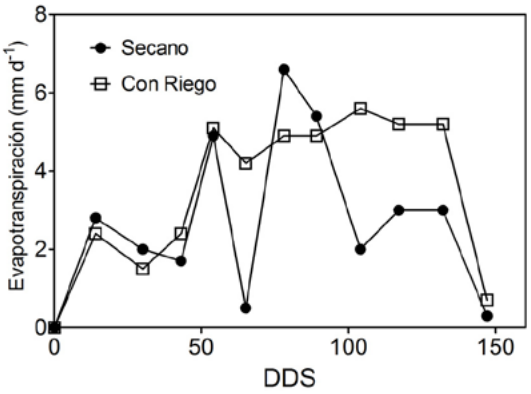


Figura 2. *Evapotranspiración diaria de un cultivo de maní con riego y en secano en la región agroecológica del Departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba. Fuente: Adaptado de Giayetto et al. (1992). DDS: días después de siembra*

El patrón de consumo de agua por el cultivo de maní (transpiración y evaporación) cuando el suelo tiene un alto contenido hídrico, está definido por la demanda atmosférica o evapotranspiración de referencia (ETo) (Suleiman *et al.,* 2013). Intrínsecamente, este consumo está influenciado por la precocidad del ciclo del cultivo, el hábito de crecimiento y el desarrollo del sistema radicular (Bunting y Elston, 1980). La relación entre la demanda atmosférica o ETo y el consumo de agua del cultivo ETc está expresada en el coeficiente del cultivo (Kc) (Allen *et al.,* 1998). Este coeficiente depende de la altura del canopeo, cobertura del suelo, resistencias del suelo y el cultivo, y el albedo (Suleiman *et al.,* 2013). Se han registrado valores mínimos de Kc (0,56) en el período de establecimiento del cultivo (primeros 10 días de edad del cultivo) con incrementos lineales hasta el período reproductivo, donde permanece constante (1,02) desde floración hasta llenado de los frutos (35 a 80 DDS). Disminuye luego durante el período de llenado de granos, hasta alcanzar el valor mínimo (0,55) al final del período de crecimiento (Devi y Rao, 2003). Otros resultados registrados por Suleiman *et al.* (2013) en un suelo con un contenido hídrico cercano a capacidad de campo, señalan valores de Kc iniciales de 0,87 hasta los 46 DDS, Kc medios de 1,15 entre los 47 y 100 DDS, disminuyendo a valores de Kc finales de 0,60 a los 150 DDS. Bandyopadhyay *et al.* (2005) encontraron una alta correlación entre el Kc de un cultivar de maní tipo *bunch* (porte semierecto) con su índice de área foliar (IAF): $Kc = 0{,}219 \ln IAF + 0{,}914$ ($R^2 = 0{,}91$).

Por otra parte, la capacidad del cultivo para absorber agua del suelo durante períodos de sequía, depende de la velocidad de profundización de las raíces *(VPR)* y la tasa de absorción de agua *(K)* (Dardanelli *et al.,* 1997). Estos autores compararon la *VPR* y *K* entre diferentes cultivos estivales, encontrando para maní valores de 2,3 cm $día^{-1}$ y 0,058 mm mm^{-1} $día^{-1}$, respectivamente. Severina (2007) estudiando la combinación de fechas de siembra y genotipos, registró valores de *VPR* para el genotipo ASEM 485 INTA de 2,59 y 3,07 cm d^{-1} en la fecha de siembra temprana y tardía, respectivamente), y de 2,31 y 2,14 cm d^{-1} para la fecha de siembra temprana y tardía en el *cv* Florman INTA. A su vez, reportó un *K* máximo (0,072 mm $mm^{-1}día^{-1}$) en capas superiores del suelo (hasta 110-

130 cm) para los tratamientos con agua disponible para el cultivo 70% en ambos genotipos y fechas de siembra. El autor señala también que las marcadas disminuciones de los valores de *K* observadas en estratos más profundos del suelo (de 110-130 hasta 190 cm), sugieren una escasa densidad de raíces en esa profundidad. En otro trabajo, Uberto (2008) registró valores de *VPR* de hasta 3,5 cm d^{-1} durante el estadio fenológico V7 a R2. Collino *et al.* (2000) reportó para Florman INTA y Manfredi 393 INTA valores de *VPR* de 2,3 cm d^{-1}. Jongrungklang *et al.* (2012) analizaron el crecimiento de raíces sin restricciones hídricas de 40 genotipos de maní de diferente origen. Encontraron que existe una variabilidad genotípica en la distribución de raíces en el perfil del suelo, medida como porcentaje de densidad de longitud de raíces (%DLR) distribuidas en tres capas de suelo de 30 cm de profundidad cada una. Los patrones de distribución de las raíces variaron en un rango de 50 a 66% en el estrato superior (0 a 30 cm); de 22,7 a 33% en la capa media (30 a 60 cm) y de 5,2 a 26,6% en el estrato más profundo (60 a 90 cm). Los parámetros *VPR* y *K* que presenta el cultivo de maní pueden ser modificados por restricciones en el perfil del suelo (*i.e.* presencia de horizontes argílicos, pisos de arados) (Dardanelli *et al.,* 1997) y su condición hídrica (Severina, 2007; Uberto, 2008).

Eficiencia en el uso del agua (EUA)

El cultivo de maní necesita entre 400 y 520 g de agua para producir 1 g de materia seca total, según el ciclo del cultivar (Gillier y Silvestre, 1970). No obstante, existen diferencias en el comportamiento y la eficiencia en el uso del agua (EUA) entre subespecies y variedades botánicas (Pallas *et al.*, 1977; Giayetto *et al.,* 2005), genotipos (Collino *et al.,* 2000) y prácticas de manejo como el régimen hídrico recibido (Severina, 2007; Uberto, 2008; Morla *et al.,* 2012), la fecha de siembra (Severina, 2007) o la distancia entre surcos (Giayetto *et al.,* 2005). La EUA está correlacionada positivamente con el área foliar específica (AFE) y el contenido de clorofila, por lo que estos caracteres pueden ser utilizados en programas de mejoramiento (Upadhyaya, 2005; Jongrungklang *et al.,* 2008).

Se han registrado valores medios de EUA para biomasa total (EUA_B) que varían en un rango de 1,8 a 3,7 g m^{-2} mm^{-1} para cultivares tipo Español y Virginia, respectivamente (Wright y Nageswara Rao, 1994). Giayetto *et al.* (2005) encontraron valores de EUA_B de 2,76 g m^{-2} mm^{-1} para un cultivar tipo Valencia y de 2,88 g m^{-2} mm^{-1} para otro tipo *runner*.

En cultivares disponibles en el mercado local, Collino *et al.* (2000) constataron que un genotipo caracterizado como tolerante a la sequía (Manfredi 393 INTA), comparado con otro susceptible (Florman INTA) tiene, independientemente de la condición hídrica, mayor tasa transpiratoria y, en condiciones de sequía, mayor consumo del agua, atribuida a su capacidad de extracción. Además, se han registrado mayores valores de EUA_B en el cultivar tolerante a la sequía comparativamente con el más susceptible, alcanzando valores de 2,25 y 3,90 g m^{-2} mm^{-1}, respectivamente. Similar tendencia observaron al analizar la EUA respecto a la biomasa de frutos (EUA_F) con valores de 1,13 y 1,24 g m^{-2} mm^{-1} para Florman INTA y Manfredi 393 INTA, respectivamente. Además, estos autores registraron caídas de EUA_F en ambos cultivares 0,22 g m^{-2} mm^{-1} (Florman INTA) y 0,75 g m^{-2} mm^{-1} (Manfredi 393 INTA) ante imposición de un tratamiento de estrés hídrico entre R2 y R7. Resultados similares son reportados en el cultivar Granoleico (tipo *runner*) con valores de EUA_F de 0,92 y 0,35 g m^{-2} mm^{-1} en un tratamiento con riego y otro en secano, respectivamente (Caliccio, 2013). Otros antecedentes bibliográficos (Matthews *et al.,* 1988; Hebbar *et al.,* 1994; Haro *et al.,* 2008) indican que un déficit hídrico no muy severo promueve el aumento en la EUA_B, atribuyendo esta respuesta al efecto diferencial del cierre estomático sobre el intercambio gaseoso. Tal respuesta reduce en mayor medida la pérdida de agua que la captura de CO_2.

Existen además, diferentes caracteres fisiológicos del cultivo que pueden ser asociados a la EUA (Songsri *et al.,* 2009a). Estos autores encontraron que el crecimiento radicular está fuertemente asociado a la EUA cuando las condiciones hídricas son favorables, desde 2/3 de agua útil a CC (y = -0,25x + 0,78; R^2 = 0,86; p < 0,01). Mientras que bajo un estrés más severo (1/3 de agua útil) el área foliar especifica es el carácter fisiológico que mostró una contribución más importante a la EUA (y = -0,01x + 2,67; R^2 = 0,56; p < 0,01). En otro trabajo Sheshshayee *et al.* (2006), remarcan una relación positiva entre el contenido de clorofila en hoja (en unidades SPAD) y la eficiencia transpiratoria (g de materia seca kg^{-1} de agua transpirada) de 6 genotipos de maní.

Déficit hídrico y crecimiento del cultivo

El estrés hídrico tiene un efecto adverso en las relaciones hídricas, fotosíntesis, metabolismo, nutrición, crecimiento y rendimiento del cultivo de maní (Reddy *et al.,* 2003; Devi y Sinclair, 2011; Singh *et al.,* 2014).

El maní es un cultivo altamente tolerante a la sequía (Stalker, 1997). Trabajos realizados con este cultivo señalan como caracteres ecofisiológicos de tolerancia a la sequía: i) el estado hídrico letal muy bajo, Bhagsari *et al.* (1976) midieron CRA de hasta 29-30%; ii) la rápida recuperación de una alta conductividad estomática luego de superar un estrés severo (Boote y Ketring, 1990); iii) cambios en el ángulo y orientación de las hojas (parahelionastía) Reddy *et al.* (2003); iv) la tasa de transpiración restringida bajo un alto déficit de presión de vapor (DPV) y cierre temprano de estomas en el periodo de secado del suelo (Devi y Sinclair, 2011); v) modificaciones en el desarrollo del cultivo *(para más detalles ver capítulo 3)*; vi) la capacidad de compensar la pérdida de flores después de superado un periodo de estrés (Cerioni, 2003); y vii) la capacidad de continuar la elongación de ginóforos o clavos que iniciaron su formación antes o durante un periodo de estrés hídrico, después que se levanta esa restricción (Cerioni, 2003; Haro *et al.,* 2011). Sin embargo, el estrés hídrico es el factor abiótico limitante del rendimiento más crítico (Stalker, 1997). Aproximadamente el 80% de la producción primaria de maní, a escala mundial y casi el 100% a nivel nacional, se realiza en condiciones de secano. En ese contexto, se reconoce a la sequía estacional como la principal limitante de la productividad del cultivo (Cerioni, 2003).

En la región centro-sur de la provincia de Córdoba es frecuente la ocurrencia de períodos de estrés hídrico en los meses de enero y febrero, en coincidencia con el desarrollo reproductivo del maní. Esta sequía temporal se caracteriza por ser de duración variable (10 a 20 días) y por una disminución progresiva del contenido de agua útil del suelo en el perfil enraizado, pudiendo llegar hasta su consumo total. En consonancia con el proceso de secado del suelo, las plantas manifiestan el efecto de la escasez de agua. Aproximadamente, a la mitad de un período de sequía de 15 o 20 días de duración, las hojas y tallos pierden la condición de turgencia durante el día, aunque por la noche esos síntomas desaparecen. Sin embargo, hacia el final de cada período de estrés, cuando la intensidad del déficit hídrico se hace máxima, las plantas no se recuperan durante la noche (Cerioni, 2003).

El déficit de agua en el suelo disminuye el estado hídrico de las plantas e induce el cierre estomático que, a su tiempo, afectará la tasa de intercambio de carbono. La mayor tasa fotosintética se obtiene con 500 ó más mm de agua durante el ciclo; aunque los requerimientos hídricos varían según las etapas de desarrollo del cultivo (Rao *et al*., 1988). Así, el proceso de fotosíntesis del maní se ve afectado primeramente por una reducción del área foliar seguido por una disminución de la conductividad estomática (Reddy *et al.,* 2003). En una situación de deshidratación causada por estrés hídrico, los genotipos muestran diferente capacidad fotosintética; pueden reducir la conductancia estomática de la hoja, la fotosíntesis neta (Lauriano *et al*., 2004) y la tasa de transpiración (Lauriano *et al*., 2004; Clavel *et al.,* 2004).

La fotosíntesis neta disminuye en forma paralela al contenido relativo de agua (CRA) de las hojas (Bhagsari *et al*., 1976). Estos autores señalan que las mayores disminuciones de la fotosíntesis neta y conductancia estomática ocurren con valores de CRA menores a 70-85 %. Benett *et al*. (1981 y 1984) reportaron que el potencial de turgencia de las hojas de los cultivares Florunner y Early Bunch disminuyó a cero con valores de CRA de 87 % y potenciales agua de hoja de -1,2 a -1,3 MPa. Como resultado, la eficiencia de uso de la radiación se incrementa con el riego (2,02 g Mj^{-1} *vs* 1,92 g Mj^{-1}) (Kiniry *et al.,* 2005).

La temperatura también puede modificar el balance hídrico de la planta. El aumento de la temperatura del suelo incrementa el potencial agua de la hoja, la conductancia hidráulica, la tasa de transpiración y la conductancia estomática (Awal *et al*., 2003). El retorno a la actividad normal es más lento a medida que la severidad del estrés aumenta. La temperatura es una medida para evaluar la habilidad relativa del cultivo para satisfacer la demanda evaporativa. La temperatura del canopeo aumenta con el estrés (Rao *et al*., 1989).

La condición hídrica de las plantas puede ser cuantificada a través de la resistencia estomática, el potencial agua en hoja, el contenido de prolina, el CRA, el pH del extracto foliar (Collino *et al.,* 1994; Songsri *et al.,* 2009a) y los parámetros de fluorescencia clorofílica (Clavel *et al.,* 2006). EL CRA se utiliza como un descriptor satisfactorio del contenido de agua y estado hídrico de la planta de maní (Wright y Nageswara Rao, 1994). Integra el balance de agua de las plantas más usado en comparación con el potencial agua de las hojas (Sinclair y Ludlow, 1985), y es más estable y sensible que éste último (Clavel *et al.,* 2005). Además, provee relaciones universales entre características fisiológicas y niveles de estrés hídrico (Sinclair y Ludlow, 1985). El CRA puede ser usado para monitorear la respuesta diferencial de las plantas al suplemento de agua y para discriminar genotipos, aunque depende del régimen de agua y de la base genética de las líneas comparadas (Clavel *et al.,* 2006). Es habitual encontrar genotipos con alto CRA y alta producción de materia seca (Nautiyal *et al.,* 2002a), aunque también se ha observado una correlación negativa (Clavel *et al.,* 2006).

Los parámetros de fluorescencia muestran una fuerte sensibilidad a la sequía y buena discriminación genética (Clavel *et al*., 2006). La fluorescencia clorofílica es una medida indirecta de la eficiencia de los procesos fotoquímicos involucrados en la fotosíntesis (Maxwell y Johnson, 2000). La fluorescencia emitida está estrechamente relacionada con la eficiencia del aparato fotoquímico, especialmente el fotosistema II, porque es más susceptible a la sequía y juega un rol importante en la actividad fotosintética. Cuando las plantas cierran los estomas por el estrés hídrico su actividad fotosintética se reduce; sin embargo, algunos genotipos pueden presentar plantas marchitas y tener alta actividad fotosintética (Clavel *et al*., 2006), indicando que cronológicamente la expansión foliar es afectada con anterioridad.

Según Clavel *et al.* (2005) el maní tiene diferentes estrategias frente a la sequía, según el momento de ocurrencia de esta limitante abiótica. En ambientes con sequías al final de la estación de crecimiento, la estrategia más importante es el “escape” a través de la precocidad. En cambio, ante sequías en la mitad de la estación de crecimiento han sido identificadas otras estrategias. La primera, es un cierre estomático lento y disminución regular del CRA durante la restricción hídrica y alta producción de materia seca total bajo buenas condiciones de humedad. Otra, corresponde a los genotipos isohídricos, que mantienen alto CRA a través de un cierre estomático rápido. Estos comportamientos opuestos pueden conducir a rendimientos similares bajo condiciones de sequía en la mitad de la estación, dependiendo de la habilidad del cultivo de almacenar materia seca que pueda actuar como fuente para los frutos en una situación de estrés. Otros tendrían un comportamiento intermedio; poseen alto IC, EUA y rendimiento, un cierre estomático intermedio y alta tolerancia protoplasmática. Esta combinación de atributos caracteriza, probablemente, una amplia adaptación

bajo un rango de ambientes con limitada disponibilidad de agua. También, se ha encontrado que la profundización de raíces más finas aumenta levemente bajo condiciones de estrés hídrico. El mecanismo de regulación estomático para el control de la pérdida de agua, ha sido reconocido como una rápida respuesta al nivel de agua en la hoja de las plantas en el campo, pero limita severamente la absorción de carbono y la producción de biomasa (Chaves *et al.*, 2002).

Los genotipos con menor área foliar específica (AFE), tienen mayor tolerancia a la sequía (Songsri *et al.,* 2009a). Bajo condiciones de incremento del déficit de humedad los genotipos de baja AFE fueron capaces de mantener alto el CRA, la tasa de intercambio de carbono y la conductancia estomática. Estos genotipos (eficientes en el uso del agua) fueron tolerantes a la sequía en términos de producción de materia seca total y mantenimiento del CRA alto (Nautiyal *et al*., 2002a).

La deficiencia de agua en el suelo puede demorar el desarrollo del cultivo (Boote y Ketring, 1990), afectando su fenología (Cerioni, 2003) *(para más detalles ver capítulo 3)*; aunque el efecto es mayor sobre el crecimiento. Los estados reproductivos, desde floración hasta comienzo de llenado de grano, son muy dependientes de la condición de turgencia de la planta, por lo que son inhibidos progresivamente por el déficit de agua del suelo. Esas etapas también pueden experimentar atrasos por la carencia de agua en la zona de fructificación y la insuficiente asimilación de calcio en el suelo (Boote y Ketring, 1990).

Efectos del estrés hídrico sobre procesos del cultivo

Germinación – emergencia

El periodo de siembra hasta la emergencia del cultivo es considerado como crítico en respuesta a un estrés hídrico. El contenido de agua del suelo y la demanda atmosférica tienen un marcado efecto sobre la germinación de la semilla y la emergencia y establecimiento de las plántulas de maní (Reddy *et al.,* 2003; Singh *et al.,* 2014). Déficit hídricos durante la germinación reducen la producción de etileno y de CO_2 (Ketring, 1991), la síntesis de clorofila, la actividad de las enzimas hidrogenasas (Nautiyal *et al*., 1991) y reducen la longitud del eje hipocótilo-radícula y el crecimiento de la plántula, todo lo cual afecta el establecimiento del cultivo (Ketring, 1991). A temperaturas no limitantes la mayor emergencia del cultivo se logra con un contenido hídrico entre 40 y 80% del agua útil (Singh *et al.,* 2014). Cercano al 35% de humedad en el suelo es el contenido hídrico mínimo necesario para que comience el proceso de germinación.

Sistema radicular

Como se mencionó anteriormente la capacidad del cultivo de maní para absorber agua depende, entre otros factores, del tamaño y la funcionalidad del sistema radical (Severina, 2007). La dimensión de este sistema se define en las etapas tempranas del ciclo de cultivo y puede ser afectada por factores ambientales como un estrés hídrico.

Numerosos estudios muestran que el número de hojas y área foliar disminuyen y la relación raíz/parte aérea se incrementa en respuesta a un estrés hídrico, obteniéndose una mayor profundización del sistema de raíces en el perfil del suelo como una respuesta a dicho estrés (Singh *et al.,* 2014). En este sentido, Rao *et al*. (1988) describen el sistema radical bajo estrés hídrico como poco ramificado, pero con una raíz principal vigorosa y desarrollada en profundidad, que absorbe agua de las capas más profundas del suelo.

Sin embargo, cuando el estrés hídrico se prolonga el crecimiento de la raíz se ve afectado (Songsri *et al.,* 2009a). Estos autores encontraron disminuciones promedio de un 20% en la biomasa de raíces en 11 genotipos de maní creciendo con contenidos de agua útil de 1/3 y 2/3, respecto al crecimiento con contenidos de agua a capacidad de campo (3/3 AU), y con diferencias entre los cultivares utilizados.

Según Meisner y Karnok (1992), estrés hídricos hasta los 80 días (inicio de formación de granos para cultivares tipo español y en condiciones subtropicales), reducen el crecimiento radical en la zona donde se agota el agua; luego, con la rehidratación el crecimiento se reestablece o es mayor en la región donde estuvo detenido. Durante el período de estrés hídrico la raíz mantiene la viabilidad sin mostrar señales de senescencia; esto puede contribuir a la tolerancia a la sequía o a la capacidad de evitar la limitación hídrica.

Jongrungklang *et al.* (2010) estudiaron diferentes genotipos de maní sometidos a estrés hídrico en prefloración y encontraron que los genotipos que aumentaban el rendimiento con estrés tenían más peso de la raíz y densidad de longitud de raíces en las capas más profundas del suelo en comparación con el tratamiento sin estrés. En otro trabajo Jongrungklang *et al.* (2012) encontraron que los genotipos que mayor rendimiento lograron ante un estrés hídrico entre los 50 a 85 DDS, mostraron una relación significativa con la mayor exploración de raíces en profundidad medida como un porcentaje de la DLR de la planta ubicada en el estrato inferior del perfil del suelo (60 a 90 cm de profundidad). Esto indica que las raíces en profundidad permiten una extracción sostenida de agua durante la sequía.

Otro proceso fisiológico que ocurre en las raíces y es afectado por el agua, es la fijación biológica de nitrógeno (FBN), que es marcadamente reducida por efectos del estrés hídrico (Pimratch *et al.,* 2008). Serraj *et al.,* (1999) indican que todos los procesos fisiológicos que involucran la FBN en leguminosas son más sensible a una sequía que la fotosíntesis, acumulación de biomasa, asimilación de nitratos y otros nutrientes, entre otros. En maní, se conoce que la menor FBN en condiciones de estrés se debe a disminuciones de la concentración de la enzima leghemoglobina, la actividad de los nódulos (Reddy *et al.,* 2003) y del número y peso de los nódulos (Furlan *et al.,* 2012). Reddy *et al.* (2003) señalan que el proceso de formación de nódulos es retrasado por efecto de un estrés hídrico. *(Para más detalles ver capítulo 7)*.

Estructuras Vegetativas

Un déficit de agua en el suelo reduce la producción de materia seca de los órganos vegetativos (Boote y Ketring, 1990; Reddy *et al.,* 2003; Prathima *et al.,* 2012; Singh *et al.,* 2014) y su distribución (Cerioni, 2003); así como también la TCC (Boote y Ketring, 1990; Chapman *et al*., 1993; Giambastiani, 1998; Cerioni, 2003), que puede variar entre 4 y 9 g m^{-2} d^{-1}, según régimen hídrico seco y húmedo, respectivamente (Harris *et al.,* 1987; Giambastiani, 1998), y entre 8,8 y 13,5 g m^{-2} d^{-1} con y sin estrés hídrico, respectivamente (Singh *et al.,* 2014). Con los primeros síntomas de sequía disminuye la TCC, independientemente del momento de ocurrencia (de 1,22 a 0,65; de 0,82 a 0,15 y de 0,57 a 0,21 g pl^{-1} $día^{-1}$ a los 60, 80 y 90 DDS, respectivamente). Restablecida la condición hídrica, se registra una mayor TCC y se produce un desplazamiento de su pico máximo, que varía con el estado fenológico; de 30 y 16 días con estrés en R1 y en R3-R4, respectivamente. A partir de R5 comienza una competencia mayor entre destinos vegetativos y reproductivos. La rehidratación después del estrés favorece la partición a hojas, recuperando área foliar fotosintética en detrimento a la partición de asimilados a frutos, situación que se mantiene hasta cosecha (Cerioni, 2003).

La influencia del estrés hídrico sobre la distribución de la materia seca depende de su duración e intensidad. Un estrés moderado en las etapas vegetativas reduce el crecimiento vegetativo; sin embargo, el rendimiento es mayor debido a un aumento del IC (Nageswara Rao *et al*., 1985; Nauti-

yal *et al*., 2002b). Puangbut *et al.* (2009) probaron el efecto de una sequía temprana en el ciclo del cultivo; sequía (1/3 AU) hasta 40 días después de la emergencia y riego posterior sobre 11 genotipos de maní y encontraron un aumento general del rendimiento comparado con el tratamiento bajo riego (contenido hídrico a CC), y diferencias entre los genotipos evaluados. En otro trabajo, Jongrungklang *et al.* (2010) clasificaron diferentes genotipos sometidos a estrés hídrico en prefloración en tres diferentes grupos en base a su respuesta: aumento, reducción y sin respuesta del rendimiento al estrés. Rowland *et al.* (2012) describen que un esquema de riego deficitario durante etapas tempranas del crecimiento vegetativo de maní no modifica significativamente su producción, y optimiza la aplicación de agua por riego permitiendo un mayor retorno económico respecto a un esquema de alto riego.

Debido al hábito de crecimiento indeterminado del maní, el índice de área foliar (IAF) aumenta hasta los 80 días, pero se detiene cuando el cultivo está sometido a estrés hídrico (Harris *et al*., 1987). Por su efecto sobre la turgencia foliar se inhibe la expansión foliar (Boote y Ketring, 1990; Cerioni, 2003) y se reduce la tasa diaria de producción de hojas (Wright y Nageswara Rao, 1994); aunque los cambios en el IAF se deben mayormente a las variaciones producidas en el tamaño y no en el número de hojas (Boote y Ketring, 1990). Con la intensificación del déficit de agua disminuyen, progresivamente, la tasa de expansión foliar, la duración del área foliar y el IAF (Pandey *et al*., 1984). Pero el crecimiento foliar continúa cuando el agua es restituida, produciendo un desplazamiento temporal del momento en el que se alcanza el IAF máximo y el cierre total del surco (Rao *et al*., 1988; Cerioni, 2003). Este efecto es mayor cuando el estrés se produce en los primeros estadios reproductivos del cultivo (11 y 24 días de retraso en alcanzar el IAF máximo con estrés en R1 y R3-R4, respectivamente; y aproximadamente 17 días en el cierre del surco). Debido a que coincide con la etapa de crecimiento vegetativo activo de las plantas de maní; y aunque lo retoma en etapas más avanzadas del cultivo (Cerioni, 2003), no se logra el potencial de producción del cultivar (Rao *et al*., 1988). Esta respuesta está explicada por la mayor sensibilidad de la expansión celular respecto a la multiplicación de estas células (Reddy *et al.,* 2003; Prathima *et al.,* 2012; Singh *et al.,* 2014).

A su vez, si el estrés hídrico es severo no se alcanzan altos valores de IAF (Prathima *et al.,* 2012). En estudios locales, la cobertura del suelo por el canopeo del cultivo en el tratamiento bajo riego llegó al 95% (IAFc) en el estadio fenológico R3, y a un máximo de ≈100% entre R6 y R7. Mientras que, en secano nunca alcanzó el IAFc, siendo el valor máximo de cobertura del 87% en la etapa R6 (Caliccio, 2013).

Reddy *et al.* (2003) señalan además que existe una disminución de la intercepción de la radiación ya que los foliolos opuestos de la hoja tetrafoliada se pliegan entre sí (movimiento parahelionástico) con el fin de disminuir la captación de radiación y economizar agua.

Cuando ocurre estrés hídrico durante el crecimiento vegetativo, se reduce el número de nudos del tallo y las ramas (Ketring y Whelees, 1989), pero su efecto es mayor sobre la longitud de los entrenudos (Boote y Ketring, 1990). El grado de ramificación también se ve afectado, disminuyendo el número y la longitud de las ramas por planta (Cerioni, 2003). Reddy *et al.* (2003) reportan además una reducción de la longitud de los entrenudos en las principales categorías de ramas, señalando que esta respuesta es más marcada que la reducción del número de esos nudos. Respuesta que se explica por el efecto depresivo del estrés hídrico sobre la elongación, al actuar sobre la turgencia y la división celular (Rao *et al*., 1988). Dicho efecto es más marcado en los cultivares tipo Valencia y Español que en los Virginia (Ketring y Whelees, 1989). En este sentido, Ratnakumar y Vadez (2011) analizaron 20 genotipos de maní y encontraron que bajo un estrés intermitente, los genotipos con menor área foliar pueden utilizar el agua con más moderación durante el período de desecamiento progresivo del suelo, con consecuencias menos perjudiciales para la producción y el desarrollo de los frutos que los genotipos con mayor área foliar.

Estructuras Reproductivas

Como ya se señaló, el efecto del estrés hídrico sobre los procesos reproductivos depende del momento de ocurrencia y la severidad del mismo (Boote y Ketring, 1990), modificando la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos, y el rendimiento (Cerioni, 2003). Con buena disponibilidad de agua, se produce mayor número de ginóforos y de frutos maduros (Haro *et al.,* 2011) y aumenta la producción de frutos, la relación flores/frutos, la producción de materia seca y el IC (Cerioni, 2003; Prathima *et al.,* 2012; Singh *et al.,* 2013).

El déficit hídrico en la etapa de prefloración tiene efecto residual sobre los eventos reproductivos, reduciendo la producción de flores de manera más que proporcional. Cuando el estrés hídrico no es severo, puede haber un incremento del rendimiento porque se promueve el crecimiento en profundidad de la raíz durante el período de limitación, lo cual estimula la conductancia estomática y la tasa de crecimiento durante el llenado de los granos; se inhibe el número de sitios vegetativos (hojas y ramificaciones), que es restituido cuando el nivel de agua favorece la producción de frutos a la cosecha (Rao *et al*., 1988).

Durante la floración, la ocurrencia de un estrés hídrico retrasa la iniciación floral (Wheeler *et al*., 1997). El número de flores abiertas por día comienza a disminuir cuando el contenido de agua útil del suelo (entre 0-100 cm) alcanza el 20 %, y se hace cero con valores entre 10 y 5 % de agua útil (Cerioni, 2003) (Figura 3).

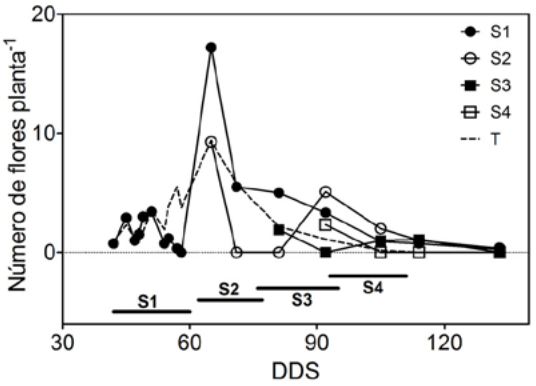


Figura 3. *Número de flores producidas por planta (cv. Florman INTA) en función de los días después de la siembra (DDS). S-1: Sequía entre R1 y R3 (42 a 60 DDS); S-2: Sequía entre R3 y R4 (62 a 77 DDS); S-3: Sequía entre R4 y R6 (76 a 98 DDS); S-4: Sequía entre R6 y R7 (93 a 111 DDS) y T: control sin estrés. Las barras horizontales indican la duración de cada período de estrés hídrico en días. Fuente: Adaptado de Cerioni (2003)*

También se ha observado detención de la floración con valores de contenido de agua del suelo superiores (35% AU) (Chapman *et al*., 1993). No obstante, es importante señalar que la disminución del número de flores *per se* no reduce el rendimiento de frutos debido a la baja eficiencia reproductiva de este cultivo (Nageswara Rao *et al*., 1988). Además, el maní puede compensar la pérdida de flores produciendo pulsos de floración una vez superado el estrés, como se observa en la figura 3 (Nageswara Rao *et al*., 1988; Harris *et al*., 1988; Cerioni, 2003). Entre las causas posibles involucradas en la reducción del número de flores por efecto de estrés hídrico, se mencionan la disminución en el abastecimiento de fotoasimilados, la menor turgencia y la baja humedad relativa (Boote y Ketring, 1990).

La fructificación subterránea del maní, hace que el contenido de agua del suelo influya en el crecimiento de los ginóforos y la formación de los frutos de dos maneras distintas. El agua disponible en la zona radical reduce el crecimiento de la planta, la fotosíntesis y el transporte de asimilados al fruto en crecimiento (Caudana, 2006; Reboyras, 2008). Mientras que, el agua disponible en la zona de fructificación (4 a 5 cm superficiales del suelo), afecta la penetración del ginóforo al suelo, la formación del fruto (Caudana, 2006; Reboyras, 2008; Haro *et al.,* 2011) y la absorción de agua y calcio por el fruto. En períodos de estrés hídrico estos efectos comúnmente son concurrentes (Boote y Ketring, 1990).

La disponibilidad de agua influye sobre la formación de los ginóforos. Las plantas que crecen con alta disponibilidad de agua tienen mayor crecimiento vegetativo (Gorbet y Roads, 1975), lo que impide la penetración de los clavos en el suelo, porque aumenta la competencia por los asimilados y se reduce el número de los que alcanzan el suelo (Williams *et al*. citados por Rao *et al*., 1988). Por otro lado, la falta de agua, que detiene la floración y retrasa el inicio de la formación de ginóforos, provoca un atraso en la madurez de los frutos que se formaron una vez superado el estrés hídrico (Cerioni, 2003). Este autor señala como causal del menor clavado a la pérdida de turgencia de los ginóforos y a la mayor resistencia del suelo a la penetración (Cerioni, 2003). Al respecto, Reddy et al. (2003) indican a la elongación del ginóforo como un proceso altamente "turgencia dependiente".

Haro *et al.* (2008, 2010 y 2011) estudiaron el efecto de la impedancia mecánica del suelo ante un estrés hídrico en el momento del clavado y encontraron que: *i*) A medida que se fueron incrementando los días de impedancia mecánica, los tejidos y óvulos fecundados manifestaron cambios degenerativos cada vez más acentuados (desorden celular, atrofia y muerte) que repercutieron sobre la viabilidad del clavo y, consecuentemente, sobre su posibilidad de generar vainas (Haro *et al.,* 2011). *ii*) Esto provocó una marcada disminución de la relación fuente-destino del cultivo que mediante una retroalimentación (*feedback*) negativa, afecta la producción de biomasa total, la intercepción de la radiación y la eficiencia en el uso de la radiación (EUR), inclusive después de superado el estrés hídrico (Haro *et al.,* 2008). Finalmente, *iii*) encontraron una estrecha relación entre la EUR y la EUA en el periodo de crecimiento de frutos y llenado de granos (periodo post R6,5), y pudieron distinguir, mediante el análisis de esa relación, entre efectos directos (control estomático en el intercambio gaseoso) e indirectos (reducción en la fotosíntesis del cultivo debido a la menor fuerza de los destinos reproductivos) del estrés hídrico (Haro *et al.,* 2010).

Songsri *et al.* (2009b) evaluaron 11 genotipos de maní en tres condiciones hídricas (CC; 2/3 AU y 1/3 AU) y encontraron que bajo un estrés hídrico moderado (2/3 AU) y severo (1/3 AU) se afectó marcadamente el rendimiento del cultivo; y que esta disminución del rendimiento se explicaba mayormente por variables ecofisiológicas relacionadas con la eficiencia reproductiva de la planta de maní (clavos que llegan a frutos; frutos que llegan a frutos maduros, y flores que llegan a frutos maduros).

Los componentes directos del rendimiento: número de frutos maduros y número y peso de los granos son afectados por el estrés hídrico, pero su incidencia sobre el rendimiento depende tanto del momento de ocurrencia como de la estación de crecimiento (Singh *et al.,* 2014).

Tal como se mencionó anteriormente, la producción de frutos es afectada tanto por estrés ocurridos durante su desarrollo como por aquellos sucedidos en estadios previos; ya sea que afecten la capacidad de fuente o provoquen retrasos en la ocurrencia de los estadios fenológicos precedentes *(para más detalles ver capítulo 3)*. Condiciones hídricas que afecten la producción de asimilados, por una reducción del IAF y de la tasa de crecimiento relativo, impiden el llenado de los frutos, traduciéndose en un menor número de frutos maduros y rendimiento final del cultivo (Rao *et al*., 1988; Prathima *et al.,* 2012; Singh *et al.,* 2014). Una vez que el clavo penetra en el suelo necesitará de condiciones de humedad (entre otras) para el normal desarrollo y crecimiento del fruto (Prathima *et al.,*

2012), por lo que una adecuada humedad en la zona de fructificación (5-10 cm de profundidad) durante los primeros 30 días de desarrollo de los frutos es muy importante (Singh *et al.,* 2013)

También, debe tenerse en cuenta que una vez finalizado el estrés y restablecida la condición hídrica, aumenta la partición a hojas en detrimento del llenado de los frutos; y la magnitud de esta respuesta es inversamente proporcional al número de frutos formados antes del estrés (Billaz y Ochs citados por Boote y Ketring, 1990; Cerioni, 2003).

En climas templados como los de la región manisera de Córdoba y con cultivares de ciclo largo, los frutos se desarrollan en condiciones de temperatura subóptima (5 y 7 grados por debajo de la óptima), lo que reduce su tasa de crecimiento y el peso final de los frutos (Pedelini, 1989; Giambastiani, 1998; Cerioni, 2003). El porcentaje de frutos maduros es un parámetro importante a considerar en el momento de la cosecha, por su incidencia directa sobre el rendimiento. En situaciones de campo, los efectos del estrés hídrico y de la temperatura del suelo varían de manera conjunta; con mayor disponibilidad de agua se produce una reducción de la temperatura en el suelo y viceversa. De esta manera, en condiciones con riego, la maduración es favorecida por la buena disponibilidad hídrica, pero desfavorecida por la menor temperatura; por el contrario, con sequía se produce un retraso en la maduración, pero la mayor temperatura asociada tiende a favorecer este proceso. Aunque éste sería un efecto esperable, se ha inferido que el mayor contenido hídrico del suelo *per se* tiene un efecto más preponderante sobre la maduración de los frutos que la temperatura baja; ya que con riego se obtiene una maduración del 35% y en sequía del 25% (Giambastiani, 1998). A pesar de ello, su magnitud depende del momento de ocurrencia del estrés (Giambastiani, 1998; Cerioni, 2003), siendo menor el efecto en los primeros estadios reproductivos (reducción del 21 y 24%, con estrés en R1 y R3-R4, respectivamente) que en los subsiguientes (30%) (Cerioni, 2003).

En ambientes con estación de crecimiento más prolongada, el déficit hídrico durante el crecimiento de los ginóforos y formación de los frutos afecta el rendimiento, principalmente por reducción del número de frutos más que por la disminución del peso de los granos (Skelton y Shear, 1971; Pallas *et al.,* 1979); siempre que durante su llenado haya agua disponible suficiente para una adecuada producción de asimilados (Harris *et al*., 1988). Con estrés severo durante el llenado de los frutos, la disminución del rendimiento es causada por una reducción del número de granos (47%) más que por la caída en el peso medio de los mismos (12 %) (Giambastiani, 1998).

El número de frutos y granos por superficie a cosecha es marcadamente reducido por la falta de agua. Se han registrado reducciones entre 9 y 31% (Stansell y Pallas, 1985; Wright *et al.,* 1991; Chapman *et al.,* 1993). A nivel local, Giambastiani (1998) observó una disminución del 47% (832 y 438 granos m^{-2} con riego y en sequía, respectivamente). Morla *et al.* (2012) encontraron una disminución en el número de frutos maduros a cosecha del 32,6% en condiciones de secano para tres localidades de la región manisera de Córdoba (Río Cuarto, Gral. Cabrera y Villa María). Pedelini (1989), por su parte, informó una reducción del 32% en el número de frutos en un experimento con sequía respecto al control. Al respecto, Cerioni (2003) identifica a los tratamientos S3 (sequía entre R4 y R6) y S4 (sequía entre R6 y R7) como los de mayor efecto sobre el número de frutos maduros a cosecha. Por su parte, Songsri *et al.* (2009b) encontraron que bajo un estrés hídrico medio (2/3 AU) el periodo comprendido entre fines de floración y comienzo de formación de los frutos (R1-2 a R3) fue el más crítico para mantener altos rendimientos en el cultivo. Mientras que este periodo crítico fue mayor bajo condiciones de estrés severo (1/3 AU) donde todas las etapas reproductivas, desde floración hasta madurez de frutos, fueron críticas para mantener altos rendimientos. El conocimiento de estos periodos de mayor sensibilidad del cultivo al déficit hídrico proveen un insumo básico para un manejo hídrico sustentable a través de esquemas de "riegos deficitarios" que optimizan la aplicación de agua en sistemas de riego para el cultivo (Rowland *et al.,* 2012).

Los resultados encontrados a nivel local pueden diferir de lo informado por otros autores (Boote *et al*., 1990; Prathima *et al.,* 2012) quienes señalan a la reducción en el número de frutos formados como más afectada que el peso individual de los mismos. La respuesta diferente encontrada en esta región puede deberse a un régimen templado y con cultivares de ciclos largos, como se mencionó anteriormente, que posiciona el llenado de grano en condiciones de baja radiación y temperatura, haciendo que el peso individual de los frutos y granos pueda ser el componente directo del rendimiento más afectado por la falta de agua (Cerioni, 2003).

Un estrés hídrico durante el periodo de desarrollo de frutos y granos reduce su peso individual (Cerioni, 2003; Prathima *et al.,* 2012). Giambastiani (1998) reportó disminuciones del 12% en el peso individual de los granos en condiciones de estrés hídrico (500 mg grano^{-1}) respecto al testigo sin sequía (570 mg grano^{-1}). Cerioni (2003) encontró que las mayores reducciones del peso individual de frutos y granos se produjeron cuando el estrés hídrico ocurrió entre R3 y R4 (tratamiento S2) con reducciones del 11% respecto al control bajo riego. Esta respuesta se debe a un retraso en la fenología del cultivo que expone el periodo de llenado de frutos y granos a condiciones ambientales menos favorables *(ver efecto del agua en la fenología del cultivo en el capítulo 3)*. Resultados similares fueron registrados en diferentes localidades de Córdoba con diminuciones promedio del 17,6% en el peso de 1 fruto en secano respecto al tratamiento bajo riego (Morla *et al.,* 2012). Como consecuencia de estas modificaciones en los componentes directos e indirectos del rendimiento, éste resulta marcadamente afectado por las condiciones de déficit hídrico (Singh *et al.,* 2014). A nivel local se han reportado disminuciones del rendimiento del cultivo que varían entre 22 al 33% (Cerioni, 2003), 59% (Morla *et al.,* 2012), 60% en Manfredi 393 INTA y 88% en Florman INTA (Collino *et al.,* 2000), 71% (Uberto, 2008) y 77% (Haro *et al.,* 2010).

El déficit hídrico durante el llenado también reduce, generalmente, el peso de los frutos, de los granos y la relación entre ambos (relación grano/caja) (Nageswara Rao *et al*., 1985; Wright *et al*., 1991). Cerioni (2003) reportó que la falta de agua en la fase de desarrollo del fruto (R3-R4) disminuyó la relación grano/caja más significativamente que en otras etapas. Otros autores señalan que la relación grano/caja se reduce también durante la formación y llenado de los granos, observándose un marcado aumento de frutos vanos (Prathima *et al.,* 2012).

El IC disminuye a medida que aumenta la duración del período de estrés hídrico y cuando éste ocurre tardíamente en el ciclo del cultivo (Nageswara Rao *et al*., 1985). Prathima *et al.* (2012) señalan que un estrés hídrico afecta de manera más significativa el crecimiento y desarrollo de frutos y granos que el de la biomasa vegetativa por lo que el IC disminuye marcadamente ante tal situación. La principal causa de la variabilidad en el rendimiento de frutos e IC, es el retraso entre la iniciación del clavo y el rápido crecimiento del fruto (Wheeler *et al.*, 1997). Con riego se han constatado valores de IC entre 0,50 y 0,53; mientras que con estrés o menor disponibilidad de agua sólo alcanza valores entre 0,24 y 0,33 (Nageswara Rao *et al*., 1985; Kiniry *et al*., 2005). Collino *et al.* (2000), encontraron diferencias en el IC entre genotipos con diferente grado de tolerancia a la sequía, que diferían en la duración de la etapa de llenado de grano y en el factor de partición, esta diferencia se mantuvo tanto con riego (genotipo tolerante: 0,48 ±0,03 y genotipo sensible: 0,40 ±0,03), como en plantas sometidas a estrés hídrico (genotipo tolerante: 0,36 ±0,02 y genotipo sensible: 0,15 ±0,02). Valores bajos de IC pueden atribuirse, en cierta medida, a la impedancia mecánica de la capa superior del suelo, causada por el déficit hídrico que influye en la penetración de los clavos al suelo (Haro *et al.,* 2008). La magnitud de los cambios en el IC que presentan los diferentes cultivares ante un estrés hídrico, puede ser usada en la elección de genotipos. En este sentido, Ratnakumar y Vadez (2011) proponen como un índice de tolerancia al estrés hídrico a la relación entre el IC bajo estrés con relación al IC sin limitantes de agua (IC relativo).

Calidad de granos y semillas

La composición de granos y semillas también puede verse afectada por la restricción de agua, pero los efectos varían con los genotipos (Ross y Kvien, 1989) y se pueden clasificar en directos e indirectos.

Efectos directos: disminución del volumen y peso medio, reducción en el movimiento y absorción de Ca y otros nutrientes inmóviles en floema (Ross y Kvien, 1989), reducción del contenido de Ca, Co y aumento del K en la planta; y, dependiendo del ión, reducción del flujo de nutrientes a los granos vía floema (Conkerton *et al*., 1989). También, se afecta la partición de asimilados, dependiendo del momento en que ocurre el estrés en relación con el llenado de los frutos, observándose también diferencias entre cultivares (Ross y Kvien, 1989).

Efectos indirectos: paralización del desarrollo de los frutos jóvenes, alterando la distribución de la madurez de los frutos, lo que se traduce en diferente composición de los granos. Alteración de los valores absolutos de rafinosa, estaquiosa, ácido tartárico y fenoles totales. La fructosa, glucosa, inositol y sacarosa presentan diferencias entre genotipos (Ross y Kvien, 1989). Además, puede reducir la concentración de aceite y de nutrientes en los granos (Conkerton *et al*., 1989) e incrementar la de proteínas (Dwivedi *et al*., 1996; Misra y Nautiyal, 2005).

El efecto de la sequía sobre el contenido de materia grasa no es concluyente; algunos estudios no han demostrado efecto (Conkerton *et al*., 1989) y en otros hubo disminución (Suvarna *et al*., 2002) ó incremento (Conkerton *et al*., 1989; Misra y Nautiyal, 2005). Localmente, se ha observado que la mayor disponibilidad hídrica durante el período reproductivo favorece la acumulación de materia grasa (47,9%), comparativamente con una condición de sequía (43,8%) (Giambastiani, 1998). Esta disminución es progresiva de acuerdo con la intensidad del déficit (Dwivedi *et al.*, 1996); siendo mayor este efecto en los granos de mayor tamaño (Giambastiani, 1998). En cuanto a la composición de la materia grasa, se ha observado que el riego favorece la acumulación de ácido linoleico y eicosenoico, reduciendo los contenidos de oleico, palmítico, esteárico y araquidónico (Dwivedi *et al.* 1996; Giambastiani, 1998; Giambastiani y Casanoves, 2000; Misra y Nautiyal, 2005).

En la provincia de Córdoba, los resultados demuestran que la calidad del aceite de maní -contenido de ácido oleico, relación oleico/linoleico (O/L) y el índice de iodo (II)- es mayor cuando las condiciones hidrológicas (lluvias) son mejores (Grosso y Guzmán, 1995). Los granos provenientes de ambientes con déficit hídricos tienen una relación O/L superior a las que se producen bajo riego (1,20 y 1,08, respectivamente) (Giambastiani y Casanoves, 2000; Dwivedi *et al.* 1996), y una reducción del II (Giambastiani y Casanoves, 2000) por incremento del contenido de ácido linoleico (Fernandez *et al*., 2001).

Considerando los diferentes destinos del maní, se puede señalar que el estrés hídrico afecta la calidad comercial como materia prima para la industria de confitera y aquella relacionada con la producción de semillas.

Se han constatado diferentes efectos del estrés hídrico durante el desarrollo y llenado de frutos sobre el rendimiento de maní confitería, posiblemente debido a la magnitud del mismo. Por un lado, se ha observado que un déficit moderado mejora la granometría, pero que el efecto es menor cuando ese estrés se produce al finalizar la estación de crecimiento del cultivo (Cerioni, 2003). En cambio, con déficits severos sólo se observan diferencias en el número de granos de mayor tamaño; es decir, mayor proporción de granos retenidos en la zaranda de 9,5 mm en cultivo bajo riego (Giambastiani, 1998). A nivel de campo, se observó que con mayor disponibilidad de agua (418 mm) durante el llenado de granos, se obtiene mayor proporción en la zaranda de 7,5 mm y con baja precipitación (276

mm) en la zaranda de 7 mm. Además, en esta última condición, no se alcanzó el valor mínimo de rendimiento confitería (Fernandez *et al.,* 1998). Otro trabajo realizado en la zona de Río Cuarto no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos de riego y secano en el porcentaje de maní confitería (69,8% bajo riego y 66,6% en secano); sin embargo, se observaron cambios porcentuales entre las categorías granométricas. En el tratamiento bajo riego fue marcadamente superior la proporción de los tamaños mayores (10, 9 y 8 mm), y lo contrario ocurrió con los tamaños menores (7,5, 7, 6,5, 6 y <6 mm) (Caliccio, 2013). A su vez, Scilingo (2014) encontró que el rendimiento de maní confitería disminuía con el aumento en la profundidad de la napa freática a una tasa de 0,17% por cada centímetro de profundidad, desde los 2 m donde todavía se registró aporte de agua, hasta los 3,5 m en los que el aporte de agua al cultivo fue nulo.

Según Giambastiani (1998), la condición hídrica modifica la forma del grano. Con mayor disponibilidad de agua estos tienden a ser más largos y el efecto varía con el tamaño.

Otro aspecto a considerar en la calidad de los granos es la contaminación con aflatoxinas. El estrés hídrico durante las últimas etapas de maduración de los frutos en el cultivo de maní produce un aumento significativo de la cantidad de granos contaminados por la infección por *Aspergillus flavus*. Se ha descripto una relación lineal positiva entre el déficit de agua (intensidad de la sequía) y la infección de los granos en los genotipos de maní (Singh *et al.,* 2014). *(Para más detalles ver capítulo 18)*. Otro efecto adverso de un estrés hídrico que se da en el periodo reproductivo temprano es la pérdida de la calidad del producto por manchado del grano, debido a que este alcanza un tamaño superior al volumen potencial ofrecido por el fruto, que se rompe dejando expuestos los granos a la humedad, enfermedades y daño por insectos.

Con relación a la calidad de la semilla, Ketring (1991) constató que para producir semillas de alto potencial de germinación y plántulas vigorosas se requieren, como mínimo, 500 mm de agua. Los hallazgos sobre el efecto del estrés hídrico en la germinación y vigor de las semillas no son contundentes, posiblemente dependa de la magnitud del mismo. Algunos observaron reducción de la calidad debido al efecto sobre la integridad de las membranas (Nautiyal *et al*., 1991) y a la disminución en la concentración de calcio en las semillas (Cox *et al.,* 1976), mientras que otros autores no detectaron efectos (Giambastiani, 1998; Fernandez *et al.,* 2001).

Bibliografía citada

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., y Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO irrigation and drainage paper 56. *FAO, Rome, Italy*, *10*.

Angus, J. F., Hasegawat, S., Hsiao, T. C., Liboon, S. P., y Zandstra, H. G. 1983. The water balance of post-monsoonal dryland crops. *The Journal of Agricultural Science*, *101*(03), 699-710.

Awal, M.A. y T. Ikeda. 2003. Effect of elevated soil temperature on radiation-use efficiency in peanut stands. *Agric.Forest Meteor.* 118: 63-74.

Bandyopadhyay, P. K., Mallick, S., y Rana, S. K. 2005. Water balance and crop coefficients of summer-grown peanut (*Arachis hypogaea* L.) in a humid tropical region of India. *Irrigation Science*, *23*(4), 161-169.

Benett, J.M.; K.J. Boote y L.C. Hammond. 1981. Alterations in the components of peanut leaf water potential during desiccation. *J. Exp. Bot.* 32(130): 1035-1043.

Benett, J.M.; K.J. Boote y L.C. Hammond. 1984. Relationships among water potentials components, relative water content, and stomatal resistance of field grow peanut leaves. *Peanut Sci.* 11: 31-35.

Bhagsari, A.S.; R.H. Brown y J.S. Schepers. 1976. Effect of moisture stress on photosynthesis and some related physiological characteristics in peanut. *Crop Sci.* 16: 712-715.

Boote, K.J. y D.L. Ketring. 1990. Peanut. En: Stewart, B.A. y O.R. Nielsen. *Irrigation of Agricultural Crops*. Agron. Monograph, 30 p: 675-717.

Bunting, A.H. y J. Elston. 1980. Ecophysiology of growth and adaptation in the groundnut: an essay on structure, partition and adaptation. En: Sumerfield, R.J. y A.H. Bunting. *Advances in Legume Science*. Royal Botanic Gardners. p: 495-500.

Caliccio J.P. 2013. Efecto de condiciones hídricas contrastantes (riego y secano) sobre la eficiencia de uso del agua, crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de maní. Tesis TFG. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba. 30 p.

Caudana, G.D. 2006. Efecto del estrés hídrico sobre el número, peso, tasa de crecimiento y relación grano/caja de frutos de maní. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. 36 p.

Cerioni, G.A. 2003. *Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (Arachis hypogaea L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis MSc. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba. 95 p.

Chapman, S.C.; M.M. Ludlow; F.P.C. Blamey y K.S. Fisher. 1993. Effect of drought during early reproductive development on growth of cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) *Field Crop Res.* 32: 227-242.

Chaves, M.M.; J.S. Pereira; J. Moroco, M.L. Rodrigues; C.P.P. Ricardo; M.L. Osório; I. Carvalho; T. Faria y C. Pinheiro. 2002. How plants cope with water stress in the field. Photosynthesis and growth. *Ann. Bot.* 89: 907-916.

Clavel, D.; B. Sarr; E. Marone y R. Ortiz. 2004. Potential agronomic and physiological traits of Spanish groundnut varieties (*Arachis hypogaea* L.) as selection criteria under end-of-cycle drought conditions. *Agronomie*. 24(2): 101-111.

Clavel, D.; N.K. Drame ; H.R. Macauley ; S. Braconnier y D. Laffray. 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in tour Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Environ. Exp. Bot*. 54: 219-230.

Clavel, D.; O. Diouf ; J.L. Khalfaoui y S. Braconnier. 2006. Genotypes variations in fluorescent parameters among closely related groundnut (*Arachis hypogaea* L.) lines and their potential for drought screening programs. *Field Crop Res.* 96(2-3): 296-306.

Collino, D.; E. Biderbost y R. Racca.1994. Identificación y caracterización de variables fisiológicas para la selección de materiales resistentes a la sequía en maní (*Arachis hypogaea* L.). *Avances en Investigación*. EEA INTA Manfredi. 1: 25-31.

Collino, D.J.; J.L. Dardanelli; R. Sereno y R.W. Racca. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and use efficiency. *Field Crops Research,* 68: 133-142.

Conkerton, E.J.; L.F. Ross; D.J. Daigle; C.S. Kvien y D.S. McCombs. 1989. The effect of drought stress on peanut seed composition. II. Oil, protein and minerals. *Oléagineux*. 44(12): 593-602.

Dardanelli, J.; Bachmeier, O; Sereno, R. y Gil, R., 1997. Potential soil water extraction parameters for several crops in a silty loam soil. *Field Crops Research* 54, 29-38.

Devi, K.B.S. y V.P. Rao. 2003. Crop coefficients for prediction of irrigation requirements of groundnut. *J. Res. ANGRAU.* 31(1): 1-8.

Devi, M. J., y Sinclair, T. R. 2011. Diversity in drought traits among commercial southeastern US peanut cultivars. *International Journal of Agronomy*, 7 pages.

Dwivedi, S.L.; S.N. Nigam; R.C.N. Rao; U. Singh y K.V.S. Rao. 1996. Effect of drought on oil, fatty acids and protein contents of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) seeds. *Field Crops Research,* 48(2): 125-133.

Fernandez, E.M.; E. Bonadeo; I. Moreno; E. Hampp y R. Marzari. 1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. *13ra Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 24/09/98. p: 18-19.

Fernandez, E.M.; G.A. Cerioni; O. Giayetto; C. Silva; E. Bonadeo e I. Moreno. 2001. Calcium and drought stress on seed quality: Germination and fatty acid. New Milenium International Groundnut Workshop. Quindao – China. 04-07/09/01 p. 101.

Furlan, A., Llanes, A., Luna, V., y Castro, S. 2012. Physiological and Biochemical Responses to Drought Stress and Subsequent Rehydration in the Symbiotic Association Peanut-Bradyrhizobium sp. *ISRN Agronomy*, 8 pages.

Giambastiani, G. 1998. *Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre*. Tests MSc. FCA – UNC. Córdoba.

Giambastiani, G., y Casanoves, F. 2000. Composición lipídica de semillas de maní (Arachis hypogaea L.) obtenidas bajo diferentes condiciones de disponibilidad de agua. *Grasas y aceites*, *51*(6), 412-416.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni y M.S. Amín 2005. Water use, growth and pod yield of two peanut cultivars under different interrow spacings. *Journal of Peanut Science*. 34(2): 5-13.

Giayetto, O.; E. Bonadeo; R. Crespi; E.M. Fernandez y W.E. Asnal.1992. Manejo del agua en el sistema suelo-planta de maní, en secano y bajo riego. Comportamiento agronómico y economía de utilización del agua. *Rev. Panorama Manisero*.VI (19): 14-20.

Gillier, P. y P. Silvestre. 1970. *El cacahuete*. Trad. E. Raimbau. Ed. Blume. 281 p.

Gorbet, D.W. y S. Roads. 1975. Response of two peanut cultivars to irrigation and kylar. *Agron. J.* 67: 373-376.

Grosso, N.R. y C.A. Guzmán. 1995. Chemical characteristics of Argentinean groundnut cultivars. *International Arachis Newsletter*.15: 17-18.

Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Collino, D.J., y Otegui, M.E. 2010. Water deficit and impaired pegging effects on peanut seed yield: links with water and photosynthetically active radiation use efficiencies. *Crop and Pasture Science*, *61*(5), 343-352.

Haro, R.J., Dardanelli, J.L., Otegui, M.E., y Collino, D.J. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: soil strength effects on pod set, the source–sink ratio and radiation use efficiency. *Field crops research*, *109*(1), 24-33.

Haro, R.J., Mantese, A., y Otegui, M.E. 2011. Peg viability and pod set in peanut: Response to impaired pegging and water deficit. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, *206*(10), 865-871.

Harris, D.; M. Natarajan y R.W. Wiley.1987. Physiological basis for yield advantage in a sorghum/groundnut intercrop exponed to drought. I Dry matter production, yield and light interception. *Field Crop Res*.17: 259-272.

Harris, D.; R.B. Mathews; R.C. Nageswara Rao y J.H. Williams. 1988. The physiological basis for yield between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea* L) in response to drought. III. Development processes. *Experim. Agric.* 24: 215-226.

Hebbar, K., Sashidhar, V., Udayakumar, M., Devendra, R., y Nageswara Rao, R., 1994. A compartive assesment of water use efficiency in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) grown in containers and in the field under water-limited conditions. *Journal of Agricultural Science*. 122, 429-434.

Jongrungklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Boote, K.J., Hoogenboom, G., y Patanothai, A. 2012. Classification of root distribution patterns and their contributions to yield in peanut genotypes under mid-season drought stress. *Field Crops Research*, *127*, 181-190.

Jongrungklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Boote, K.J., Hoogenboom, G., y Patanothai, A. 2011. Rooting traits of peanut genotypes with different yield responses to pre-flowering drought stress. *Field Crops Research*, *120*(2), 262-270.

Jongrungklang, N., Toomsan, B., Vorasoot, N., Jogloy, S., Kesmala, T., y Patanothai, A. 2008. Identification of peanut genotypes with high water use efficiency under drought stress conditions from peanut germplasm of diverse origins. Asian J. Plant Sci. 7, 628–638.

Ketring, D.L. 1991. Physiology of oil seeds. IX. Effects of water deficit on peanut seed quality. *Crop Sci.* 31: 459-463.

Ketring, D.L. y T.G. Wheless. 1989. Thermal time requirements for phonological development of peanut. *Agron. J.* 81(6): 910-917.

Kiniry, J.R.; C.E. Simpson; A.M. Schubert y J.D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crops Research,* 91(2/3): 297-306.

Lauriano, J.A.; J.C. Ramalho; F.C. Lidon y M.C. Matos. 2004. Peanut photosynthesis under drought and re-watering. *Photosynthetica*.42(1): 37-41.

Matthews, R.B., Harris, D., Nageswara Rao, R.C., Williams, J.H. y Wadia, K.D.R. 1988. The physiological basis for yield differences between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea*) in response to drought. I. Dry matter production and water use. *Exp. Agric.* 24: 191-202.

Maxwell, K. y G.N. Johnson. 2000. Chlorophyll fluorescence - a practical guide. *J. Exp. Bot.* 51: 659-668.

Meisner, C.A. y K.J. Karnok. 1992. Root hair occurrence and variation with environment. *Agron. J.* 83: 814-818.

Misra, J.B. y P.C. Nautiyal. 2005. Influence of imposition of soil moisture-deficit stress on some quality components of groundnut, *Arachis hypogaea* L. kernel. *J. Oilseeds Res*. 22(1): 119-124.

Morla F.D., O. Giayetto, E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante, J.P. Caliccio, y W.G. Barra. 2012. Condiciones de la sequía regional del ciclo 2011/12 y su influencia en el cultivo de maní. *XXVII Jornada Nacional del Maní*. INTA – CIA. General Cabrera, Córdoba Argentina.

Nageswara Rao, R.C.; J.H. Williams; M.V.K. Sivakumar y K.D.R. Wadia. 1988. Effect of water déficit at different growth phases of peanut. II. Responses to drought during preflowering phases. *Agron. J.* 80: 431-438.

Nageswara Rao, R.C.; S. Singh; M.V.K. Sivakumar; K.L. Srivastava y J.H. Williams. 1985. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. I. Yield responses. *Agron.J.* 77: 782-786.

Nautiyal, P.C.; N.R. Rachaputi y Y.C. Joshi. 2002a. Moisture-deficit-induced changes in leaf-water content, leaf carbon exchange rate and biomass production in groundnut cultivars differing in specific leaf area. *Field Crop Res*. 74(1): 67-79.

Nautiyal, P.C.; V. Ravindra y Y.C. Joshi. 2002b. Dry matter partitioning and water use efficiency under water-deficit during various growth stages in groundnut. *Indian J. Plant Physiol*. 7(2): 135-139.

Nautiyal, P.C.; S. Vasantha; S.K. Suneja y A.N. Thakkar. 1991. Moisture stress and subsequent seed viability physiological and biochemical basis for viability differences in Spanish groundnut in response to soil moisture stress. *Oléagineaux*. 46(4): 153-158.

Pallas Jr., J.E.; J.E. Stansell y R.R. Bruce. 1977. Peanut seed germination as related to soil water regime during pod development. *Agron. J.* 69: 381-383.

Pallas Jr., J.E.; J.E. Stansell y T.J. Koske. 1979. Effects of drought on Florunner peanuts. *Agron. J.* 24: 355-359.

Pandey, R.K.; W.A.T. Herrera; A.N. Villegas y J.W. Pandleton. 1984. Drought response of grain legumes under irrigations gradient. III. Plant growth. *Agron. J.* 76: 554-560.

Pedelini, R. 1989. Acumulación de material seca en maní (*Arachis hypogaea* L.) cv Florman INTA con y sin riego. *IV Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 09/89. p: 12.

Pimratch, S., Jogloy, S., Vorasoot, N., Toomsan, B., Kesmala, T., Patanothai, A., y Holbrook, C.C. 2008. Effect of drought stress on traits related to N2 fixation in eleven peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes differing in degrees of resistance to drought. *Asian J. Plant Sci*, *7*(4), 334-342.

Prathima, T., Reddy, T.Y., y Krishna, T.M. 2012. Validation of pnutgro model for moisture stress effects on rainfed groundnut in major crop growing areas of Andhra Pradesh, India-A critical review. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology*, *2*(4), 482-509.

Puangbut, D., Jogloy, S., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., Kesmala, T., Patanothai, A., 2009.Variability in yield responses of peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes under early season drought. *Asian J. Plant Sci*. 8, 254–264.

Rao, R.E.N.; J.H. Williams y M. Singh.1989. Genotypic sensitivity to drought and yield potential of peanut. *Agron. J.* 81: 887-893.

Ratnakumar P., y Vadez V. 2011 Groundnut (*Arachis hypogaea*) genotypes tolerant to intermittent drought maintain a high harvest index and have small leaf canopy under stress. *Functional Plant Biology*. 38, 1016–1023.

Reboyras, C.W. 2008. Estado hídrico del maní bajo condiciones hídricas sub-optimas durante la fructificación. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria. UNRC. 24p.

Reddy, T.Y., Reddy, V.R. y Anbumozhi, V. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration: a review. *Acta Agronomica Hungarica*., 51: 205-227

Ross, L.F. y C.S. Kvien. 1989. The effect of drought stress on peanut seed composition. I. Soluble carbohydrates, tartaric acid and phenolics. *Oléagineux*. 44(6): 295-301.

Rowland, D.L., Faircloth, W.H., Payton, P., Tissue, D.T., Ferrell, J.A., Sorensen, R.B., y Butts, C.L. 2012. Primed acclimation of cultivated peanut (Arachis hypogaea L.) through the use of deficit irrigation timed to crop developmental periods. *Agricultural water management*, *113*, 85-95.

Scilingo, J.M. 2014. Respuesta de soja y maní a la profundidad de la napa freática en ambientes medanosos del centro-oeste de la república Argentina. Tesis MSc. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba. 101 p.

Serraj, R., Vadez, V., Denison, R. F., y Sinclair, T. R. 1999. Involvement of ureides in nitrogen fixation inhibition in soybean. *Plant Physiology*, *119* (1): 289-296.

Severina, I. 2011. Capacidad de uso del agua del subsuelo y productividad de dos genotipos de maní. Efecto de la disponibilidad hídrica subsuperficial y la oferta fototermal. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires. 92 p.

Sheshshayee, M. S., Bindumadhava, H., Rachaputi, N. R., Prasad, T. G., Udayakumar, M., Wright, G. C., y Nigam, S. N. 2006. Leaf chlorophyll concentration relates to transpiration efficiency in peanut. *Annals of Applied Biology*, *148*(1), 7-15.

Sinclair, T.R. y M.M. Ludlow.1985. Who taught plants thermodynamics? The unfulfilled potential of plants water potential.*Australian J. Plant Physiol.* 12: 213-217.

Singh, A.L., Nakar, R.N., Goswami, N., Kalariya, K.A., Chakraborty, K., y Singh, M. 2013. Water deficit stress and its management in groundnuts.*Advances in plant physiology*, *14*, 370-465.

Singh, A.L., Nisha Goswami, R.N. Nakar, K.A. Kalariya and K. Chakraborty. 2014. Physiology of Groundnut under Water Deficit Stress. In: Recent Advances in crop physiology. (Singh, A.L. Ed.) Chapter 1. Pp 1-85.

Skelton, B.J. y G.M. Shear. 1971. Calcium translocation in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Agron. J.* 63: 409-412.

Songsri, P., Vorasoot, N., Jogloy, S., Kesmala, T., Akkasaeng, C., Patanothai, A., y Holbrook, C. C. 2009a.Evaluation of yield and reproductive efficiency in peanut (*Arachis hypogaea* L.) under different available soil water. *Asian Journal of Plant Sciences*, *8*(7), 465-473.

Songsri, P., Jogloy, S., Holbrook, C. C., Kesmala, T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C., y Patanothai, A. 2009b. Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyll meter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agricultural water management*, *96*(5), 790-798.

Stalker, H. T. 1997.Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*, *53*(1), 205-217.

Stansell, J.R. y J.E. Pallas Jr. 1985.Yield and quality response of Florunner peanut to drought at several growth stages.*Peanut Sci.* 12: 64-70.

Suleiman, A.A., Soler, C.M.T., y Hoogenboom, G. 2013. Determining FAO-56 crop coefficients for peanut under different water stress levels. *Irrigation Science*, *31*(2), 169-178.

Suvarna; P.V. Kenchanagoudar; S.N. Nigam y M.V. Chennabyregowda. 2002. Effect of drought on yield and yield attributes of groundnut. *Karnataka J. Agric. Sci.* 15(2): 364-366.

Uberto, M.E. 2008. Adaptación de un modelo de simulación para el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) en las condiciones edafoclimáticas de Río Cuarto. Tesis MSc. FAV - UNRC. Río Cuarto - Córdoba. 123 p.

Upadhyaya, H.D. 2005.Variability for drought resistance related trails in the mini core collection of peanut. *Crop Sci*. 45(4): 1432-1440.

Wheeler, T.R.; A. Chatzialioglou; P.Q. Craufurd; R.H. Ellis y R.J. Summerfield. 1997. Dry matter partitioning in groundnut exposed to high temperature stress. *Crop Sci.* 37 (5) 1507-1513.

Wright, G.C. y R.C. Nageswara Rao. 1994. Groundnut water relations. En: Smartt, J. *The Groundnut Crop, a scientific basic for improvement*.Chapman & Hall. Londres. UK. Cap. 9. p. 281-335.

Wright, G.C.; K.T. Hubick y G.D. Farquhar. 1991. Physiological analysis of peanut cultivar response to timinig and duration of drought stress. *Australian J. Agric. Res.* 42: 453-470.

Capítulo 6. Requerimientos nutricionales

Elena Bonadeo, Ines S. Moreno y Federico D. Morla

La obtención de elevados rendimientos y su sostenibilidad en el tiempo, son propósitos básicos de los sistemas maniseros, por estar estrechamente vinculados a la viabilidad de las explotaciones agrícolas.

La restricción hídrica es una de las más frecuentes e importantes limitaciones, pero no siempre explican la totalidad de las diferencias entre rendimientos. Así, de Prada *et al.* (1994), en un estudio realizado en una cuenca de 22.000 ha, que aporta sus aguas a la localidad de General Deheza (Córdoba), citan diferencias de rendimientos en años secos y en años húmedos y las atribuyen a la fertilidad del suelo. Estas podrían deberse -en parte- a variaciones en la asimilabilidad de nutrientes en el ciclo del cultivo.

El presente capítulo tiene como objetivo analizar, interpretar y sintetizar la información existente sobre los macronutrientes esenciales calcio, nitrógeno, fósforo y potasio del suelo y su relación con el cultivo de maní, con énfasis en el sur del área manisera de la provincia de Córdoba, con la finalidad de determinar qué aspectos de la relación se conocen y pueden ser considerados en las prácticas de manejo del cultivo y cuáles merecen profundizarse: Se incluye también un apartado sobre el Boro, micronutriente que ha comenzado a manifestar algunas deficiencias en esa área.

Fuente y disponibilidad de Ca en el suelo

El calcio proviene mayoritariamente de la meteorización de minerales que componen la fase sólida de los suelos y que aportan este nutriente al complejo de intercambio o a la solución; pero también en muchos suelos con escasa cantidad de minerales ricos en calcio, la práctica de fertilización o el agregado de enmiendas cálcicas determina que el equilibrio se desplace en sentido inverso y entonces se incrementa el contenido de calcio intercambiable y de la solución, a partir de fuentes externas al suelo.

El calcio intercambiable es utilizado frecuentemente para evaluar la disponibilidad de este nutriente (Adams y Hartzog, 1980; Blamey y Chapman, 1982; Cholaky *et al*., 1986), aunque también ocasionalmente a través de la fracción soluble (Velázquez y Ramírez, 1985).

El contenido de calcio intercambiable de los suelos del área manisera del sur de Córdoba es, en general, elevado asociado a su génesis y a los minerales predominantes (INTA, 1991). Los suelos representativos son Haplustoles énticos y típicos de textura franco arenosa a arenosa franca. En estos suelos, Bonadeo *et al.* (1998) y Fernandez *et al.* (1998), mencionan valores de calcio intercambiable que oscilan entre 1680 y 1040 ppm (8,4 y 5,29 cmol kg^{-1}) en el primer horizonte, extraídos con acetato de amonio pH 7. Valores que superan ampliamente a los citados como críticos en Alabama y Georgia (EE.UU.), donde se cultivó maní (cultivar Florunner), y que varían entre 125 y

250 ppm (Gascho y Davis, 1995), respectivamente; en este caso extraídos por Mehlich 1. Según determinaciones locales realizadas por Hampp (comun. pers.), Mehlich 1 extraería valores de calcio levemente superiores respecto al acetato de amonio pH 7.

En estudios realizados en Georgia (EE.UU.), Gascho *et al.* (1993) encontraron que si el contenido de calcio intercambiable -obtenido por Mehlich 1- era menor a 200 ppm, la aplicación de calcita y dolomita incrementaba los rendimientos de maní *runner*. De la comparación entre valores del nivel de calcio intercambiable surge que los del área de producción de maní en Córdoba, estarían muy por encima de los valores críticos de algunos estados productores de maní de Estados Unidos.

En los suelos de la región manisera de Córdoba, el contenido de calcio intercambiable del primer horizonte -expresado en porcentaje- supera, frecuentemente, el 60-65% valor considerado adecuado para un complejo de cambio equilibrado (Gaucher, 1984) aunque en suelos que tienen una larga historia de maní pueden encontrarse deficiencias en el primer horizonte dado los elevados requerimientos de este cultivo. Además, poseen capacidades de intercambio catiónico que superan los 10 meq/100 gr de suelos (INTA, 1991) lo que garantiza, no solo la disponibilidad sino también la capacidad del suelo de "retener" este catión evitando así su lixiviado. También debe considerarse como otra fuente el calcio del carbonato de calcio, cuya profundidad oscila entre los 60-90 cm, nutriente que sería aprovechable por las raíces del maní, ya que mediciones realizadas por Bonadeo (1997) demuestran que las mismas superan los 2 m de profundidad.

Otros factores que afectan la disponibilidad del calcio

Reacción del suelo

Con respecto a la disponibilidad debe considerarse la reacción del suelo ya que, en general, la máxima disponibilidad ocurre entre pH 6 y 7 en los primeros 20 cm de suelo. Al respecto, Salas (1994) y Gascho *et al.* (1993) dicen que la incorporación en presiembra de piedra caliza en suelos arenosos de pH menor a 6,2 incrementa el rendimiento de frutos de maní tipo *runner*. Cope *et al.* (1984) en un Paleudult plíntico franco arenoso fino de pH 4.9, en Alabama (EEUU), registraron reducciones de rendimiento de 660 $kg.ha^{-1}$ (21%) y del porcentaje de granos maduros (de 71 a 62%), cuando no se encalaba. Regionalmente, y según la información que se dispone, los valores de pH (relación suelo: agua 1:2,5) de los diferentes horizontes no restringirían notoriamente la disponibilidad de este nutriente, según consta en la Hoja General Cabrera de la Carta de Suelos del INTA (1991) o en otras hojas que incluyen suelos de la zona manisera y en resultados de trabajos realizados por Bonadeo *et al.* (1998) y Fernandez *et al.* (1998). En los suelos con marcada acidez y un escaso contenido del nutriente, el agregado de calcio es una práctica de manejo implementada rutinariamente, debido a las características del cultivo (Gascho y Davis, 1995).

Relación Ca/K

Se afirma que debe existir un equilibrio entre el contenido de calcio y potasio intercambiable, ya que una relación desbalanceada provoca interacción de tipo antagónica. Se cita una relación de 10 para lograr óptimas condiciones de rendimiento, aunque se aclara que esto ocurre en suelos con bajos contenidos de calcio intercambiable (Cox *et al*., 1982 y Small *et al*., 1987). En los suelos del área manisera de Córdoba esa relación es más estrecha, debido fundamentalmente al elevado contenido de potasio dada la riqueza de este nutriente en el material originario. Fernandez *et al.* (1998); Fernandez *et al.* (1999a); Fernandez *et al.* (1999b); Bonadeo *et al.* (1999) y Fernandez *et al.* (2000) citan en sus trabajos valores extremos para esa relación que oscilan alrededor de 3,4 para el horizonte Ap y de 8 para el Bw en Haplustoles típicos de textura franca arenosa y arenosa franca.

La modificación de la relación entre calcio y potasio intercambiable y su efecto sobre el cultivo de maní ha sido estudiada por Cox *et al*. (1982), Small *et al*. (1987), Casini *et al*. (1997), Bonadeo *et al.* (1998) y Fernandez *et al*. (1998). Estos últimos autores realizaron experiencias en Haplustoles énticos, franco arenosos y arenoso francos, cuyos contenidos de calcio intercambiable a la siembra fue de 5,2 y 4,66 cmol kg^{-1}, respectivamente, con una relación calcio/potasio de 5,9 en el primer suelo, y de 4,51 en el segundo. Se aplicaron en superficie dosis de yeso de 0, 1, 2 y 3 Mg ha^{-1}, a inicio de floración. Se modificó significativamente el contenido de calcio y potasio intercambiable del primer horizonte y la relación entre ambos, aunque recién a los 98 días de la aplicación, lo que se corresponde con la cosecha del cultivo de maní. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de granos entre tratamientos, aunque en el suelo franco arenoso se observó una tendencia a un mayor rendimiento de frutos y de materia seca de parte aérea con la primera dosis, y una disminución de la germinación por el incremento de semillas duras. En ambos suelos, la baja velocidad de disolución del yeso aplicado -incluso en un año de elevadas precipitaciones- no coincide con algunas citas bibliográficas (Cox *et al*., 1982; Gascho y Davis, 1995) que aconsejan la aplicación del correctivo en la etapa de floración del cultivo, dado su alta solubilidad. Ello se atribuye a la cantidad y distribución de las precipitaciones y a su interacción con el estado físico de la superficie evaporante del primer horizonte de ambos suelos que, en general, son de baja continuidad capilar lo que determinaría una rápida evaporación del agua de los primeros centímetros, y también la no incorporación del yeso.

Disponibilidad hídrica

En el análisis de la suficiencia de este nutriente se debe considerar, además de los factores discutidos, la disponibilidad hídrica. Por ejemplo, la baja capacidad de retención de agua de la Serie “Gral. Cabrera”, cuyo suelo es un Haplustol típico, determina que se afecte el mecanismo de transporte de este nutriente hacia la raíz y el fruto.

Por estas razones, hablar de niveles críticos de calcio teniendo en cuenta sólo la disponibilidad del mismo, es simplificar demasiado este aspecto, ya que el “verdadero nivel crítico” dependerá también de la disponibilidad hídrica durante el desarrollo del fruto (Gascho y Davis, 1994). También debe considerarse el genotipo ya que éstos difieren en su habilidad para absorber calcio en condiciones de estrés hídrico (Junjittakarn *et al*., 2013).

Absorción de Ca por la planta

Un aspecto distintivo de la nutrición de este cultivo y notoriamente importante en el caso del calcio, es el mecanismo de absorción a través del fruto mediante un proceso difusivo que ha sido objeto de numerosas investigaciones y ha servido de guía para la aplicación de nutrientes al suelo (Gascho y Davis, 1994; Williams y Boote, 1995). Pero el Ca también es absorbido por raíces a través de un proceso de flujo en masa y una vez ingresado se transporta mayoritariamente a través del apoplasto, proceso que depende de la corriente transpiratoria (Gascho y Davis, 1994).

La capacidad de absorción de los frutos es función de su tamaño, que determina la relación volumen-superficie (Williams y Boote, 1995), de la distribución en el suelo y de la resistencia que ofrece la cáscara y el suelo a la difusión del nutriente (Gascho y Davis, 1995). También puede existir influencia genética en la habilidad de absorber Ca en la zona de desarrollo de los frutos, especialmente en condiciones de deficiencia de este nutriente (Zharare *et al*., 2009c).

Ca en la planta y deficiencias

Este nutriente, requerido en elevadas cantidades por el maní, es determinante de un adecuado llenado de granos y de una alta calidad de semilla (Gascho y Davis, 1995). El Ca se encuentra formando parte de las paredes celulares de estructuras rígidas, como oxalato de Ca y otros ácidos orgánicos en el apoplasma o las vacuolas y dentro de sus principales funciones puede citarse el mantenimiento de la integridad de las membranas, de la estabilidad de las paredes celulares, la mejora de la fotosíntesis en condiciones de baja temperatura (Liu *et al*. 2013), la regulación del geotropismo de raíces y tallos y de varias enzimas, entre ellas la α-amilasa (White y Broadley, 2003).

Si bien, las consecuencias de la deficiencia de calcio ocurren principalmente en los estadios reproductivos del cultivo, algunos indicadores de insuficiencia para producir semillas de calidad se evidencian en la etapa vegetativa del ciclo. Los síntomas incluyen: abundancia de hojas verdes en etapas avanzadas, mayor número de flores infértiles, marcas localizadas en el envés de las hojas completamente desarrolladas que evolucionan a manchas cloróticas marrones -las cuales pueden tener halos perimetrales que se unen causando senescencia de hojas-, necrosis de ápices radicales y brotes terminales (Gascho y Davis, 1995). En estados reproductivos, condiciones deficientes de Ca en las plantas producen frutos con crecimiento reducido, que se tornan amarillos o con manchas marrones acuosas que terminan en necrosis del tejido del fruto (Zharare *et al*., 2009a; Zharare *et al*., 2009c), y ausencia o pobre desarrollo de la plúmula en las semillas (Murata *et al.,* 2009). Baja disponibilidad en el suelo durante el crecimiento y desarrollo de la planta produce semillas con menor contenido de Ca, menor porcentaje de germinación, vigor (evaluado mediante envejecimiento acelerado y conductividad eléctrica) y emergencia (Spinola y Cicero, 2002).

La deficiencia de Ca en el suelo aumenta la susceptibilidad a enfermedades como *Pythium, Sclerotium rolfsii* (Walker *et al.,* 1979) por lo que el incremento de la disponibilidad que aumenta el Ca en los tejidos, disminuye el crecimiento de patógenos como *Aspergillus* spp reduciendo la contaminación con aflatoxina (Fernandez *et al*., 1997).

Relación con otros nutrientes

Además de la relación negativa entre Ca y K, también se ha detectado otra con magnesio (Mg). Altas concentraciones de este nutriente en la zona de fructificación reducen la absorción de Ca por los frutos en desarrollo y también puede reducir la absorción de Zn (Zharare *et al*., 2011). Además, altas concentraciones de Ca reducen la absorción de fósforo (P), hierro (Fe) y manganeso (Mn) provocando disminuciones del crecimiento debidas a deficiencias inducidas de P, Mg o, posiblemente, de Fe (Zharare *et al*., 2009b).

Agregado de Ca al suelo

Algunas experiencias realizadas en la zona sur de Córdoba, con maní tipo Virginia *runner,* han mostrado que el agregado de calcio mediante aplicaciones foliares produce una disminución de la germinación por incremento de semillas duras, atribuida al aumento de calcio transportado desde la parte aérea (Fernández y Tomaselli, 2006) o al absorbido desde el suelo (Fernandez *et al*., 2001).

Vissio (2008) evaluó el efecto de la aplicación de distintos niveles de calcio en el suelo sobre el comportamiento de genotipos de maní tipo Virginia *runner* y encontró diferencias entre cultivares en la acumulación de materia seca de los foliolos, peso de semillas, porcentaje de granos confitería, peso de granos y cajas, que no se tradujeron en un mayor rendimiento.

Lisa (2010) estudió el efecto de diferentes dosis de Ca (entre 23 y 96 kg ha^{-1}) aplicadas en la zona de fructificación del maní usando como fuente el $CaSO_4$ pelletizado en un Haplustol éntico y en un Ustorthent típico. Encontró que sólo en este último suelo hubo un efecto positivo, aunque no significativo, sobre el rendimiento de cajas y semillas, y registró un aumento del rendimiento confitería debido al incremento de granos de mayor tamaño (retenidos en la zarandas de tajo ≥ 8 mm).

Un factor que explicaría la baja respuesta del maní al agregado de calcio, sería que las experiencias se realizaron con maní tipo Virginia *runner* -el de mayor proporción de siembra en el área considerada- cuyas características de distribución de los frutos en el suelo y de tamaño, determinan que los requerimientos no sean tan intensos como en los tipo Virginia *bunch*, que requieren soluciones de suelo más concentradas ya que los frutos se distribuyen en un volumen menor, por lo que los genotipos de hábito rastrero son más eficientes en la exploración y captura de Ca en suelos con baja disponibilidad de este nutriente (Hartmond *et al.*, 1994).

Nitrógeno

Son numerosos los factores del cultivo y del suelo que condicionan la disponibilidad de nitrógeno, como el cultivar, la presencia de inóculo, el tipo de suelo (Gascho y Davis, 1995), tipo y oportunidad de labranzas, cantidad y naturaleza de los residuos. Los mismos autores dicen que son necesarios 190 kg ha^{-1} de nitrógeno para producir 3.000 kg ha^{-1} de frutos de maní.

Este nutriente tiene una baja tasa de absorción en la etapa vegetativa (Halevy y Hartzook, 1988). Cholaky *et al.* (1986) registraron, en maní tipo Valencia cultivado en el área manisera de Córdoba, una absorción de 1,62 kg ha^{-1} $día^{-1}$, acumulando en esa etapa sólo el 10% del total que incorpora el cultivo en su ciclo, valor que los autores consideran bajo con relación a otros obtenidos en lugares diferentes y que atribuyen a características del cultivar evaluado o a efectos ambientales. Estos mismos autores dicen que la mayor tasa de acumulación ocurre en formación y llenado de granos, con un promedio de 9,72 kg ha^{-1} $día^{-1}$ y un valor acumulado de 49,03% del nitrógeno total. En la etapa reproductiva, el nitrógeno, es continuamente movilizado desde las hojas hacia los frutos en crecimiento (Cholaky *et al.*, 1986; Kvien *et al.*, 1986).

Fertilización

El agregado de nitrógeno al suelo es una práctica frecuente en países productores de maní como China, India y Senegal, con dosis que no superan los 30 kg N ha^{-1} (Gascho y Davis, 1995), y está restringida a muy pocos ambientes en Estados Unidos. En este país, los esfuerzos se han dirigido hacia el mejoramiento genético del proceso de fijación simbiótica como fuente de nitrógeno para el maní, pero con resultados contradictorios (Gascho y Davis, 1995).

Bonadeo *et al.* (1998), en un estudio realizado en cuatro sitios representativos del sur del área manisera de Córdoba (dos suelos Haplustoles énticos, un Haplustol típico y un tercero no clasificado de textura franca, ubicado este último, en un área fronteriza donde el cultivo se ha introducido recientemente), modificaron el nivel de nitrógeno del suelo mediante el agregado de urea. Esta práctica no tuvo efecto sobre el rendimiento en ninguno de los sitios, aunque existieron diferencias significativas en el rendimiento de grano entre ellos. El contenido de nitrógeno de nitratos a la siembra difirió entre los sitios, variando entre 21,8 y 40,5 mg kg^{-1} en el horizonte Ap, y reduciéndose aproximadamente en tres órdenes de magnitud en el horizonte Bw en todos los suelos. A pesar de estas diferencias, en las etapas de floración y llenado de grano, los contenidos de nitrógeno de nitratos fueron similares en las cuatro situaciones, por lo que se deduce la existencia de un abastecimiento diferencial, según los lugares, entre siembra y floración. Los contenidos similares de nitratos en la etapa reproductiva -etapa de máximos requerimientos (Cholaky *et al.*, 1986)- y los rendimientos significativamente di-

ferentes entre lugares, permiten inferir -si se acepta que la principal fuente de nitrógeno del suelo son los nitratos-, que existió una fuente alternativa de nitrógeno (fijación simbiótica) que difirió según los lugares y tuvo un papel clave en el abastecimiento. Este aspecto es corroborado por Giayetto *et al*. (1998) quienes afirman que en la mayoría de los sistemas agrícolas de la región -cuya fertilidad está seriamente disminuida- y de no existir otros factores limitantes, la fijación biológica de nitrógeno contribuye significativamente al logro de rendimientos difíciles de obtener, si la principal fuente del nutriente fuese sólo el nitrógeno disponible en el suelo. Sus resultados les permiten concluir que la importancia relativa de la simbiosis aumenta cuando la condición de fertilidad nitrogenada del suelo es baja, situación muy frecuente en la región manisera de Córdoba, y que concuerda con lo planteado por Bonadeo *et al.* (1998).

En cuanto a la interacción entre abastecimiento hídrico y nitrógeno, posiblemente el déficit hídrico temprano, si bien no tiene un impacto importante sobre el rendimiento, comprometa la instalación del sistema nodular al afectarse el desarrollo de raíces (Bonadeo, 1997).

La concentración de nitrógeno en hojas disminuye con la edad de la planta y varía con el cultivar, haciendo que la hoja no sea una herramienta de diagnóstico adecuada para determinar necesidad de fertilización. Análisis de la séptima hoja a los 40 días después de la siembra puede ser una opción considerando 3,3 a 3,9% un rango de suficiencia aproximado (Gascho y Davis, 1994).

Raíces con relación a la nutrición

Un aspecto que debe considerarse, es la importancia de un adecuado desarrollo del sistema radical. El manejo de la condición física del suelo, de la disponibilidad hídrica y de la interacción entre ambos, son aspectos claves para lograrlo (Bonadeo, 1997). En suelos físicamente degradados, se dificulta un desarrollo inicial, rápido y armónico, de raíces lo que provoca importantes alteraciones morfológicas y posiblemente fisiológicas (Bonadeo, 1997). Dentro de las alteraciones producidas, Kraus *et al*. (1996) citan menor grado de ramificación, menor longitud, desviaciones de la dirección de crecimiento, menor diámetro de raíces y menor área xilemática. Las raíces con alteraciones morfológicas y con menor densidad de longitud, reducen la capacidad de absorción de agua (Bonadeo, 1997) y, por ende, la cantidad de nitrógeno mineral incorporado por la planta. Además, la cantidad de agua transpirada está estrecha y directamente relacionada con la biomasa producida (Cox *et al*. 1982), biomasa que elaborará los fotosintatos necesarios para el crecimiento de las raíces. Se ha reportado que la fertilización con nitrógeno (96 kg ha^{-1}) produjo incrementos de la longitud de raíces que se correlacionó con un mayor rendimiento (Ding *et al*., 2015). También, en el sistema radical, es necesario lograr la implantación de un sistema de nódulos que pueda cumplir con sus funciones correctamente.

Fósforo

El fósforo es un macronutriente esencial para los vegetales y un constituyente de gran importancia en todos los metabolitos relacionados con el suministro, adquisición, almacenaje y utilización de energía; integra la estructura de ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas y fosfo-proteínas (Epstein y Blom, 2006).

En el suelo se encuentra bajo formas orgánicas e inorgánicas en proporciones variables. Su baja solubilidad es la razón principal de su deficiencia en las plantas a pesar de la continua mineralización de compuestos orgánicos del suelo. Además, las cantidades disponibles de los fosfatos suelen ser reducidas debido a los fenómenos de adsorción que ocurren con diferentes compuestos del suelo (Bonadeo *et al*., 2015).

Las leguminosas tienen una habilidad excepcional para extraer fósforo y cinc en particular, con ayuda de las micorrizas arbusculares. Estos hongos se encuentran en la mayoría de los suelos y se asocian con las raíces de maní (Sánchez, 2007). En la región manisera de Córdoba Ansuay *et al.* (2015) encontraron alta población de bacterias solubilizadoras de fósforos que incrementaba su diversidad con la aplicación de agroquímicos.

La concentración de P varía con el órgano y la edad de la planta de maní. Una baja proporción es absorbida durante el periodo vegetativo, ya que esta fase es relativamente corta, pero continúa la acumulación en los órganos vegetativos durante su ciclo, haciendo un pico al momento que comienza el llenado de las semillas (Naab *et al.,* 2015).

Un adecuado suministro de fósforo aumenta la productividad del cultivo de maní debido a su efecto sobre el crecimiento, influyendo en el tamaño, cantidad y calidad de los granos (Hemalatha *et al*., 2013).

Síntomas de deficiencias de P

Las hojas viejas con deficiencia de P son pequeñas y oscuras, de color mate y con manchas pardas, en tanto que las hojas jóvenes son claras, amarillentas y rápidamente se desecan, las nervaduras adquieren un color marrón rojizo (Sánchez, 2007).

La deficiencia de este nutriente se traduce en menor crecimiento de las plantas, disminución de la producción de fosfolípidos y, consecuentemente, el rendimiento de aceite y su tenor en grano (Sánchez, 2007).

Respuesta a la Fertilización

En general, el maní se cultiva en suelos deficitarios en este nutriente, al menos para otros cultivos, y un bajo porcentaje de los mismos se fertiliza (Gascho y Davis, 1995). Un aspecto excepcional de la nutrición mineral del maní es que responde mejor a la fertilidad residual que a la aplicación directa de fertilizantes. Por esta razón, es sumamente importante el programa de rotaciones y fertilización de los cultivos que lo preceden (Pedelini, 2006). Además, el maní a nivel mundial, tiene baja respuesta a la aplicación de fertilizantes fosforados por la asociación con micorrizas, con hongos del suelo o a las fosfobacterias de las rizósfera de la planta (Reddy, 1998 citado por Hemalatha *et al*., 2013).

Los niveles críticos de fósforo para este cultivo varían según la solución con la cual se lo extraiga del suelo. Así, Cox *et al.* (1982) citan para Bray y Kutrz I, un valor de 7 ppm y para Olsen de 10 ppm. Por su parte, Cope *et al*. (1984), sobre la base de datos de suelos productores de maní de distintas partes del mundo y con diferentes extractantes, sugirieron niveles críticos de alrededor de 10 ppm. Los mismos autores no encontraron respuesta al agregado de P en un suelo franco arenoso fino cuando el contenido a la siembra era de 21 ppm.

En el sur del área manisera de la provincia de Córdoba, los niveles de la fracción disponible de este nutriente, evaluados por Bray y Kurtz I, oscilan entre 5 y 15 ppm para el primer horizonte (Bonadeo *et al*., 1997 y 1998). Contenidos mayores a 15 ppm corresponden a suelos fertilizados, generalmente por el agregado de fosfato diamónico para maíz, práctica frecuente en el área, o a suelos recientemente incorporados a la producción de maní, en áreas fronterizas a la tradicional región manisera (centro de la provincia de Córdoba).

En una experiencia realizada por Bonadeo *et al.* (1998), con el objeto de modificar el nivel de fósforo mediante el agregado de 73 kg de pentóxido de fósforo por hectárea, se logró incrementar el fósforo disponible en alrededor de un 20%, en las etapas de floración y llenado de granos, en todas las situaciones, pero en ninguno de los sitios se obtuvieron modificaciones estadísticamente significativas de los rendimientos de grano, que no superaron los 2400 kg ha^{-1}.

En otra experiencia realizada sobre un Haplustol típico del área en consideración (Moreno *et al*., 1993), con un contenido de fósforo a la siembra del maní entre 5 a 9 ppm (Bray y Kurtz I), el último valor logrado por fertilizaciones previas, se siguió la evolución del nutriente en el suelo y la hoja durante el ciclo del cultivo. Los resultados indicaron que se modificó el contenido de fósforo en hoja; siendo en floración de 0,15 y 0,18 % en las parcelas con menor y mayor contenido de fósforo, respectivamente. Cabe aclarar que las restricciones hídricas fueron mínimas (precipitaciones de 690 mm en el ciclo y con una distribución adecuada).

Cox *et al.* (1982) informaron que la hoja era el órgano que mejor indicaba el nivel de suficiencia de este nutriente, y establecieron que el nivel crítico de fósforo es de 0,29 %. Estos valores son superiores a los encontrados por Moreno *et al*. (1993) en la región manisera de Córdoba. La tendencia observada por estos autores en el ciclo del cultivo coincide con lo observado por Reid y Cox (1973) quienes hallaron que el contenido de fósforo disminuía con la edad del cultivo y que se trasladaba rápidamente hacia el final del ciclo desde la hoja al fruto en desarrollo. Recientemente, se ha constatado esta forma de acumulación y que el contenido de P en hoja y el tallo tiene una relación directa con el rendimiento, no así el contenido en la semilla (Naab *et al.,* 2015).

En la experiencia realizada Moreno *et al.* (1993), evaluaron las raíces a los 60 días después de la siembra hasta los 17 cm de profundidad-, registrando una mayor densidad de longitud máxima (0,83 cm cm^{-3}) con una disminución gradual en profundidad en las parcelas con mayor nivel de fósforo que en aquéllas con menor nivel de P, donde se registró menor densidad de longitud de raíces máxima (0,56 cm cm^{-3}) con una disminución más marcada en profundidad (Bonadeo,datos no publicados). Estos resultados coinciden, en parte, con lo expresado por Eghball y Sanders (1989) respecto a la proliferación de raíces en la banda de aplicación del fósforo. En esa experiencia de Bonadeo, no se registraron modificaciones en la producción de materia seca ni en la de granos.

Otro aspecto a considerar es la posibilidad de que el fósforo agregado al suelo sea fijado por la fase sólida del mismo, aspecto que regula la disponibilidad de este nutriente en muchos suelos, proceso generalmente relacionado con la presencia de calcáreo libre en el suelo, o con la presencia de hierro o aluminio en altas concentraciones en la solución del suelo (Gascho y Davis, 1995). En los suelos maniseros del sur de Córdoba la presencia de calcáreo ocurre a profundidades variables pero, en general, mayores de 70 cm, según información de Cartas de Suelos del INTA (1991), no existiendo información sobre los niveles de aluminio y hierro, pero dada su génesis, no sería factible encontrar cantidades importantes de los mismos. Gascho y Davis (1995) informan que el grado de restricción de fósforo por la presencia de calcáreo es función de la variedad de maní considerada y que este sería un aspecto determinante en el mejoramiento genético. Nakagawa *et al.* (1994), en suelos ácidos, informan que la respuesta favorable al fósforo está más relacionada con la presencia de calcio en el fertilizante superfosfato de calcio que con el fósforo en sí mismo.

Potasio

El potasio (K) es el segundo nutriente más absorbido por el cultivo, 27% del cual tiene por destino los frutos (Tasso Jr. *et al*., 2004). Interviene en varias funciones metabólicas de las plantas, incluyendo la fotosíntesis, la síntesis de proteínas, la activación de varias enzimas y el funcionamiento de los estomas (Hawkesford *et al*., 2012), y presenta un efecto beneficioso sobre la fijación de nitrógeno y translocación de fotosintatos de las hojas a los nódulos de las raíces (Savani *et al*., 1995).

En el suelo, la disponibilidad de K es muy variable, dependiendo de la fuente considerada. Así, el 90 al 98 por ciento del K total presente en los suelos se encuentra en minerales primarios de muy baja solubilidad, esta forma de K se considera como relativamente indisponible. El K lentamente disponible constituye del 1 al 10 % del suministro total de este elemento, y proviene de la disolución de minerales primarios o de fertilizantes potásicos. Esta forma de K es atraído por la superficie de las arcillas, donde puede unirse firmemente o fijarse entre las capas de arcilla. La cantidad real disponible depende del tipo y cantidad de arcilla presente. Este intercambio ocurre con frecuencia y en forma prácticamente instantánea.

Las formas de K inmediatamente disponible representan del 1 al 2 % del potasio total del suelo. Está constituido por la cantidad de este ión disuelto en la solución del suelo y los que ocupan posiciones de intercambio catiónico en el complejo orgánico e inorgánico. Este K es “intercambiable” porque puede ser reemplazado por otros iones cargados positivamente, tales como hidrógeno, calcio y magnesio.

La cantidad de este elemento puede variar de modo importante en la planta, y ésta llega a absorberlo en grandes cantidades si se encuentra en un medio rico de K_2O. Una vez absorbido, el K puede ser transferido parcialmente desde las partes más viejas a las jóvenes. La falta de este elemento provoca una abundancia de vainas de un solo grano (Gillier y Silvestre, 1970, Robles Sánchez, 1982). Una adecuada nutrición potásica mejora las condiciones sanitarias del cultivo, sobre todo al finalizar el ciclo vegetativo, y aumenta el número de granos por vaina, asegurando una mejor fecundación de los óvulos (Gillier y Silvestre, 1970).

El proceso de difusión, responsable del transporte de la mayor parte del K^+ en la superficie de la raíz, es altamente dependiente del contenido hídrico del suelo (Oliveira *et al*., 2004; Raza *et al*., 2013). Por otra parte, el K juega un papel importante en el equilibrio hormonal, que influye en el aumento del nivel de auxina, una hormona importante para el crecimiento vegetal (Rubio *et al*., 2009).

Síntomas de deficiencias de Potasio

Al iniciarse el crecimiento de las estructuras vegetativas, las plantas se presentan con aspecto recio y el ritmo de crecimiento disminuye. Sobre hojas viejas se presentan manchas amarillentas que afectan la parte marginal, al marchitarse el tejido se torna pardusco y con aureolas amarillas. Las hojas nuevas tienen una decoloración más o menos uniforme acompañada a veces por puntitos de color marrón o amarillo.

Respuesta a la Fertilización

Los niveles óptimos de K en el suelo para obtener rendimientos y calidad de semillas adecuados varían según el extractante, el que se selecciona en función de las características de la región y el tipo de suelo. En el cinturón manisero de la costa sud-este de los Estados Unidos el nivel crítico identificado según Mehlich I y para maní tipo Virginia *runner* está entre 11-13 ppm. Aunque también se consideran valores mayores de 20 ppm como indicadores de una adecuada disponibilidad de po-

tasio, por posibles errores de muestreo y analíticos. En muchos casos, no se ha obtenido respuesta a la adición de potasio al suelo, porque la recomendación surge de análisis realizados sobre muestras superficiales, que no consideran la disponibilidad de este nutriente en profundidad, accesible a las raíces del maní (Gascho y Davis, 1994).

Bonadeo *et al.* (1998) informaron sobre valores de K intercambiable en cuatro suelos representativos del área manisera de la provincia de Córdoba, valores que variaron entre 2,3 y 1,9 cmol kg^{-1} (897 y 741 ppm) en el horizonte Ap y entre 2,2 y 1,7 cmol kg^{-1} de suelo (858 y 663 ppm) en el Bw, valores muy superiores a los referidos como críticos para el cultivo de maní.

Se ha propuesto como estrategia para conocer el nivel nutricional del cultivo la evaluación del contenido de K en hoja. Se ha determinado, para obtener el máximo rendimiento de cultivares tipo runner, un nivel mínimo de 1% de K en los folíolos más jóvenes de plantas a los 100 días después de la siembra. En este momento del ciclo es de poca utilidad porque no se puede hacer corrección, sin embargo puede ser útil para programar un futuro cultivo, y también para modificar la relación K/Ca, cuando es alta, a través del agregado de Ca soluble (Gascho y Davis, 1994).

El nivel de K debe ser considerado en función del nivel de otros cationes, especialmente el Ca, dado que ellos compiten por la absorción de los frutos en desarrollo. Excesos de potasio en la zona de enclavado puede, potencialmente interferir con la toma de calcio y causar podredumbre de vaina (Gascho y Davis, 1994). Aunque el valor establecido como indicador (Ca/K= 10) para obtener máximo desarrollo de frutos maduros y producción (Alva *et al*., 1989) no ha sido alcanzado en ambientes del área manisera aún con el agregado de altas dosis de Ca (Bonadeo *et al.,* 1999).

Consideraciones y necesidades de investigación en el área manisera de la Provincia de Córdoba

Con relación a las metodologías seguidas para evaluar los niveles de suficiencia de nitrógeno y fósforo, éstas han sido de tipo exploratorias. Se han planteado experiencias unifactoriales o bifactoriales, es decir la modificación de uno o ambos nutrientes, a través de la incorporación de fertilizantes. En el caso del calcio, también las experiencias han tenido estas características, pero además se han probado más cantidad de dosis, se ha seguido con mayor nivel de detalle el comportamiento del nutriente en el cultivo y en el suelo, y se han establecido relaciones con el contenido hídrico. En todos los casos, se han utilizado diseños y análisis adecuados como para poder separar el efecto del error experimental del efecto de los tratamientos, siguiendo lo pautado por la estadística clásica. Estas metodologías de diagnóstico, empírico-deductivas o hipotético-deductivas, no han permitido detectar deficiencias importantes de estos nutrientes en el sur del área manisera de Córdoba, lo que evidencia la potencialidad productiva de estos suelos -desde el aspecto nutritivo- con relación a otros suelos del mundo donde se cultiva maní. Las experiencias se han realizado en ambientes diferentes, aunque un factor que le restaría posibilidad de extrapolación en el tiempo a las pruebas realizadas, es la aleatoriedad y variabilidad de las precipitaciones en el ciclo del cultivo de cada área considerada.

De la revisión realizada, se desprende que la fertilización con nitrógeno y/o fósforo no sería una práctica generalizada. En el caso del calcio, por el contrario, se justifica seguir investigando ya que habría mayores probabilidades de obtener repuesta. Los esfuerzos tendrían que centrarse en la interacción de la condición física y la disponibilidad hídrica de los suelos con el desarrollo del sistema de raíces, ya que son estas últimas quiénes determinan la capacidad de absorción de agua y nutrientes durante el ciclo del cultivo. También la absorción de este nutriente por el fruto sería un aspecto a

abordar. Esta propuesta tiende a mejorar la captura de nutrientes, especialmente en etapas de alta demanda. Para ello, se debe lograr un cultivo, en general, y una planta en particular, con características que le permitan llegar a la etapa de definición de rendimiento con un desarrollo armónico de parte aérea y raíz, para poder utilizar eficientemente los recursos que le ofrece el ambiente de crecimiento. La incorporación al mercado de nuevos genotipos, con diferentes estructuras de crecimiento y tamaños de frutos y semillas podría relacionarse con requerimientos de calcio distintos al de los cultivares con los que se han realizado evaluaciones hasta el momento.

Con relación a las primeras etapas de desarrollo de las raíces, el objetivo básico sería que el proceso de implantación ocurra rápidamente, ya que lentas velocidades iniciales de crecimiento están, en general, asociadas a un menor rendimiento. Para lograr esto, es necesario suficiente disponibilidad hídrica para la semilla y la plántula, una temperatura adecuada y ausencia de limitantes físicas del suelo. Las raíces de maní tienen un rápido crecimiento inicial (, 1997), por lo tanto, si se producen alteraciones morfológicas, como encurvamientos o bifurcaciones de la raíz principal, difícilmente se recuperen y puede afectarse su funcionalidad. En etapas posteriores, habría que generar condiciones de suelo adecuadas para el anclaje y profundización de las raíces. Aquellos sistemas de raíces que logren expresar, en gran medida, su potencial genético, favorecerán un adecuado establecimiento del sistema nodular y la absorción de nutrientes del suelo.

Boro

El boro (B) es considerado un micronutriente, ya que el cultivo lo requiere en bajas cantidades, y esencial para el crecimiento y reproducción vegetal. Cumple funciones en procesos celulares (Torri *et al*., 2015), siendo los más importantes la división y alargamiento celular, transporte de azúcares, síntesis de ácidos nucleicos y metabolismo de fitohormonas, y estabilidad de la membrana y pared celular (Mengel y Kirkby, 2000). El B está asociado a todos los procesos de crecimiento de brotes, yemas, frutos y meristemas (Dell y Huang, 1997). En el maní cumple un rol crítico en prevenir el aborto floral y favorecer el cuajado de frutos y formación de semillas. La demanda de este micronutriente en la formación del tubo polínico, genera una alta probabilidad de deficiencia transitoria del mismo durante ese estadio y, por esta razón, es importante mantener una oferta constante del elemento para mejorar la formación de frutos (Gascho y Davis, 1995).

El B no se encuentra uniformemente distribuido en la corteza terrestre, por lo tanto sus concentraciones en los suelos varían según las distintas zonas (Torri *et al*., 2015). A su vez es altamente soluble y fácilmente lixiviado, principalmente en suelos franco arenosos y arenosos. Estos suelos de textura ligera, y suelos calcáreos de pH alto son más propensos a ser deficientes en boro (Dell y Huang, 1997; Yamada, 2000), como así también suelos arenosos con baja materia orgánica o con intensa agricultura (Machado Montovani *et al*., 2013). Se ha informado como valor crítico en el suelo 0,4 ppm (Singh, 2009).

Así, la deficiencia de boro puede tener efectos graves en los rendimientos y la calidad del maní. A pesar de no presentar síntomas de deficiencia a nivel foliar, los frutos en desarrollo pueden ser deficientes (Gascho y Davis, 1995). Esto se debe a que el B es inmóvil en el floema, y los frutos en formación, que no transpiran, no tienen acceso a este nutriente (Konsaeng *et al.,* 2010). Por esta razón, el B debe estar presente en el suelo para facilitar el crecimiento de los frutos y ser, como el calcio, tomado directamente desde el suelo por la vaina en desarrollo vía difusión. Se ha observado que tanto las aplicaciones foliares como en el suelo permiten la translocaión del B hacia los tejidos nuevos de los órganos en crecimiento como por ejemplo los frutos y semillas (Konsaeng *et al.,* 2010). Sin embargo, los resultados de experiencias en el cultivo de maní demuestran que la aplicación

foliar tienen efectos positivos en el rendimiento (Machado Montovani *et al*., 2013) y con diferencias entre genotipos (Nawaz *et al*., 2014; Rafique *et al*., 2014). La aplicación foliar puede ser difundida, posiblemente por la necesidad de aplicar pequeñas dosis de este producto, por lo que la aplicación aérea permite realizarla en forma uniforme y, además, se obtienen respuestas relativamente rápidas (Machado Montovani *et al*., 2013).

El síntoma característico de deficiencia de B en el fruto se denomina "corazón hueco" y el embrión de la semilla se oscurece (Gascho y Davis, 1995). Estos efectos pueden reducir el peso del grano y la germinación (Keerati-Kasikorn *et al.,* 1991). Las deficiencias también causan deformidad y agrietamiento de la caja. Los síntomas foliares de la deficiencia de boro incluyen achaparramiento, ramas en rosetas (similares a los síntomas de la deficiencia de calcio), agrietamiento de ramas, decoloración de las zonas nodales y hojas con un aspecto de mosaico de color amarillo-verde (Gascho y Davis, 1995).

Las deficiencias de B pueden ser prevenidas o corregidas tanto por aplicaciones del nutriente al suelo como foliares. Se ha comprobado que al suministrar boro de alta disponibilidad, se produce una rápida respuesta del rendimiento y la calidad (Keerati-Kasikorn *et al.,* 1991). A nivel local, Fernandez y Tomaselli (2006) en aplicación foliar de calcio con diferentes dosis de B, no observaron efecto sobre el rendimiento de granos y cajas y reducción de la germinación, posiblemente por el efecto del calcio como fue observado en otras situaciones. Por su parte, Cerioni *et al.* (2013) informan que la aplicación foliar de Boro incrementó el rendimiento de frutos y la calidad comercial de maní; respuesta que aumentó con la productividad de los ambientes evaluados.

Al igual que sucede con otros micronutrientes, el exceso de B puede causar fitotoxicidad (Torri *et al*., 2015), afectando marcadamente el rendimiento del cultivo. Los síntomas en el maní son color amarillento en los márgenes y entre las nervaduras, que van cambiando a un color dorado de los márgenes con el tiempo (Gascho y Davis, 1995). Este aspecto es muy importante al momento de tomar la decisión de la dosis a aplicar, porque el rango entre exceso y deficiencia es muy estrecho interviniendo en la eficacia de la aplicación (Rafique *et al*., 2014).

Bibliografía citada

Adams, F. y D.I. Hartzog. 1980. The nature of yield of Florunner peanuts to lime *Peanut Sci*. 7:120-123.

Alva, A.K., Gascho, G.J., Hodges, S.C. Peanut yield and grade vs. soil calcium indices in coastal plain soil. *Agron.,* Abst. 1989 p. 232.

Ansuay, M.S.; O. Frola; J.G. Angelini; L.M. Ludueña; F. Ibañez; A. Fabra y T. Taurian. 2015. Effect of pesticides application on peanut (*Arachis hypogaea* L.) associated phosphate solubilizing soil bacteria. *Applied Soil Ecology,* 95: 31–37.

Blamey, F.P.C. y J. Chapman. 1982. Soil amelioration effects on peanut growth, yield and quality. *Plant and Soil*. 65: 319-334.

Bogino P.; Banchii E.; Rinaudi L.; Cerioni G.; Joffre E. y W. Giordano. 2005. Efecto de la inoculación con cepas de *Bradyrhizobium* sp. en cultivo de maní. *V Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del suelo – V Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno*.San Salvador de Jujuy. 6-8/07. Libro de resúmenes. p: 28.

Bonadeo, E. 1997. *Efectos de la compactación subsuperficial de un Hapludol típico del sur de Córdoba sobre el comportamiento del cultivo de maní* Tesis Ms.Sc. en Ciencias del Suelo. FAUBA. Buenos Aires. 124 p.

Bonadeo, E.; E.M. Fernandez; I. Moreno y R. Marzari. 1999. Modificación de la relación Ca/K en un Haplustol éntico y su efecto sobre la producción de maní. *14ºCongreso Latino Americano de la Ciencia del Suelo.* Pucón,Chile. p: 289.

Bonadeo, E.; I. Moreno y R. Pedelini. 1998. Estudio preliminar sobre los niveles de nitrógeno, fósforo, calcio y boro en suelo y su relación con el cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*). *III Reunión Nacional de Oeaginosos.*

Bahía Blanca, Argentina. p: 225.
Bonadeo, E.; I. Moreno; M. Bongiovanni; R. Marzari; M.J. Ganum Gorriz y I. Bernardo. 2015. Sistema Suelo -Planta. Material para Alumnos. FAV – UNRC.
Bonadeo, E.; I. Moreno; R. Pedelini e I. Bernardo. 1997. Algunos aspectos nutricionales del cultivo de maní (*Arachis hypogaea L.*). *12º Jornada Nacional del Maní.*Gral. Cabrera – Cba. p: 29-31.
Casini, C; P. Salas; E. Lovera; M. Sagadín y R. Grosso. 1997. Estudio del efecto del riego y la fertilización con calcio sobre al calidad de maní tipo "runner". *12º Jornada Nacional del Maní.*Gral. Cabrera, Córdoba. p: 40-41.
Cerioni G.A., Kearney M.I.T.; Morla F.D.; Barbero V., Picco M. y O. Giayetto.2013.Fertilización foliar con boro en maní e interacción con inductor de enraizamiento aplicado a la semilla. *XXVIII Jornada Nacional del Maní.* INTA - CIA Cabrera. General Cabrera, Córdoba, Argentina.
Cholaky, L., A. Cantero Gutiérrez, I. Moreno y E. Bonadeo. 1986. Acumulación de materia seca y distribución de N, P, K, Ca, Mg, Na y C en maní (*Arachis hypogaea L.*). *Rev. UNRC*. 4(1): 13-40.
Cope, J.T.; J.G. Starling; H.W. Ivey y C.C. Mitchell, Jr. 1984 Response of peanuts and other crops to fertilizers and lime in two long terms experiments. *Peanut Sci.*11: 91-94
Cox, F.R.; F. Adams y B.B. Tucker. 1982. Liming, Fertilization and Mineral Nutrition. En: Patte, H.E. y C.T. Young (Ed.) *Peanut Science and Technology.*Am. Peanut Research and Educ. Society, USA.p: 139-163.
Darwich, N. 2006.Los nutrientes secundarios: azufre, calcio y magnesio. En Manual de Fertilidad de Suelos y uso de Fertilizantes. Cap. VII, p. 131-150. 3º Edición. Fertilizar.
De Prada, J.; J. Boretto; M. Ferrando; A. García y M. Sánchez. 1994. *Proyecto de Conservación y ordenamiento de tierras –General Deheza- Córdoba***.** Tesis. Maestría en Formulación, Evaluación y Administración de Proyectos de Inversión. UNC. Córdoba, 306 p.
Dell, B., and L. Huang. 1997. Physiological response of plants to low boron. *Plant and Soil*, *193*(1-2), 103-120. Diagnostic criteria. *J. Plant Nutrit.* 37: 172–183.
Ding, H., Zhang, Z., Dai, L., Ci, D., Qin, F., Song, W., Liu, M. y X. Fu. 2015. Effects of water stress and nitrogen fertilization on peanut root morphological development and leaf physiological activities.[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2015, 26(2): 450-456.
Eghball, B. y D.H. Sanders. 1989. Distance and distribution of Phosphorus fertilizer on corn. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 53 (1): 282-287.
Epstein, E. y A.J. Bloom.2006. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Traducción M.E. Tenório Nunes. 2. ed. Editora Planta. Londrina – PR, Brasil. 403p.
Fabra, A.; O. Giayetto; Cerioni, G.A. y S. Castro. 1998. Estudios de la inoculación de maní (*Arachis hypogaea* L.) en la provincia de Córdoba (Argentina). *XIX Congreso Latinoamericano de Rhizobiología*. Maturín (Venezuela), 22-25/09. Actas. p: 221-223.
Fabra, A.; O. Giayetto; G. Cerioni y S. Castro. 2000. Interaction in the rhizosphere among peanut microsymbionts and a biocontrol agent. *Revista φYTON. Revista Internacional de Botánica Experimental.* 68: 31-37.
Fernandez, E.M.; E. Bonadeo y I. Moreno. 1999 (a). Relación entre el nivel de precipitación y el calcio en la calidad de semillas de diferentes tamaños. *14º Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. p: 10-13.
Fernandez, E.M.; E. Bonadeo e I. Moreno. 1999 (b). Relação entre níveis de precipitação e de cálcio na qualidade de sementes de amendoim. *XI Congresso Brasileiro de Sementes:* Foz do Iguaçu–PR, Brasil. p: 68.
Fernandez, E.M.; E. Bonadeo, I. Moreno; E. Hampp y R. Marzari.1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. *13º Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. p: 18-19.
Fernandez, E.M.; G. Cerioni; O. Giayetto; C. Silva; E. Bonadeo e I. Moreno. 2001. Calcium and drought stress on seed quality: germination and fatty acid. *New Millennium International Groundnut Workshop*.Qingdao, China.p:101.
Fernandez, E.M. y L.F. Tomaselli.2006. Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) influenciada por la aplicación foliar de calcio y boro. *Vº Encuentro Internacional de especialistas en Arachis*. Río Cuarto, 04 al 07/04/06 s/p.
Fernandez, E.M.; Rosolem, C.A.; Maringoni, A.C.; Oliveira, D.M.T. 1997. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition.*Field Crop Research.* 52: 9-15.

Fernandez, E.M.; Tomaselli, L.F. 2006. Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L) influenciada por la aplicación foliar de calcio y boro. *Vº Encuentro Internacional de especialistas em Arachis*. Río Cuarto, 04 al 07/04/06. s/p.

Gascho, G.J. y J.G. Davis. 1994. Mineral Nutrition. En:Smartt, J. (Ed.). *The Groundnut Crop***.** Chapman & Hall. London, UK. Cap. 7 p: 214-245.

Gascho, G.J. y J.G. Davis.1995. Soil Fertility and Plant Nutrition. En: Patee, H.E. y H.T. Stalker (Ed.). *Advances in Peanut Science.*APRES, Inc. USA. Cap. 11. p: 383-418.

Gascho, G.J.; S.C. Hodges; A.K. Alva; A.S. Csinos y B.G. Mullins Jr. 1993. Calcium source and time application for Runner and Virginia peanuts.*Peanut Sci.* 20:31-35.

Gaucher, E.A. (1984). El suelo y sus características agronómicas. Omega. Barcelona

Gillier, P. y Silvestre, P. 1970. *El cacahuete*. Colección Agricultura Tropical. Barcelona, España, Blume 281 p.

Halevy, J. y A. Hartzook. 1988. Dry matter accumulation and nutrient uptake of high yielding peanut (*Arachis hypogaea* L.) grown in a sandy soil. *Peanut Sci.* 15:5-8.

Hartmond, U; J.H. Williams y F. Lenz. 1994. The influence of plant growth habit on calcium nutrition of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) pods. *Plant and Soil,* 160: 113-118.

Hartzog, D. y F. Adams. 1988. Relations between soil test phosphorus and potassium and yield response of runner peanuts to fertilizer. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 19: 1645-1653.

Hawkesford, M.; W. Horst; T. Kichey; H. Lambers; J. Schjoerring; I.S. Møller y P. White. 2012. Functions of macronutrients. En: Marschner, H. (Eds.). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Elsevier. Waltham – MA EE.UU. Cap. 6, p: 178-189.

Hemalatha, S.; V. Praveen Rao; J. Padmaja y K. Suresh. 2013. An overview on role of phosphorus and water deficits on growth, yield and quality of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology,* 4(3): 188-201.

INTA. 1991. Carta de Suelos de la República Argentina Hoja General Cabrera. *Plan Mapa de Suelos.* Ed. Fundación Banco Provincia de Córdoba, Córdoba.

Junjittakarn, J.; S. Pimratch; S. Jogloy; W. Htoon; N. Singkham; N. Vorasoot; B. Toomsan; C.C. Holbrook y A. Pantanothai. 2013. Nutrient uptake of peanut genotypes under different wáter regimes. *International Journal of Plant Production*, 7 (4): 677-692.

Keerati-Kasikorn, P., Bell, R.W., and J.F. Loneragan. 1991. Response of two peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars to boron and calcium. *Plant and Soil*, *138*(1), 61-66.

Konsaeng, S., Dell, B., and B. Rerkasem. 2010. Boron mobility in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant and soil*, *330* (1-2), 281-289.

Krauss, T.; E. Hampp; M. Grosso.; S. Basconsuelo; R. Malpassi y C. Bianco.1996. Morfología de sistemas radicales de *Arachis hypogaea* L. en función de las condiciones físicas del suelo. *Rev. UNRC*. 16(1): 41-55.

Kvien, C.S.; R.W. Weaver y J.E. Pallas. 1986. Mobilization of nitrogen-15 from vegetative to reproductive tissue of peanut. *Agron. J.* 78: 954-958.

Lisa, F. 2010 Rendimiento y calidad comercial de maní en función del agregado de Calcio al suelo. Trabajo final de Grado. Ingeniería Agronómica. FAV – UNRC-

Liu, Yi-fei; Han Xiao-ri; Zhan Xiu-mei; Yang Jin-feng; Wang Yu-zhi; Song Qiao-bo y Chen Xin. 2013. Regulation of calcium on peanut photosynthesis under low night temperature stress. *Journal of Integrative Agriculture*. 12(12): 2172-2178.

Machado Mantovani, J.P.; J.C. Calonego y J.S. Simonetti Foloni. 2013. Adubação foliar de boro em diferentes estádios fenológicos da cultura do amendoim. Rev. Ceres. 60 (2): 270-278.

Mengel, K. y E.A. Kirkby. 2000. *Boro.* En: *Principios de nutrición vegetal*. Instituto Internacional del Potasio Traducción R.J. Melgar. 4ta Edición – 1ra Edición en español. 6: 493-504.

Moreno, I.; E. Bonadeo; I. Bernardo; E. Hampp; R. Pedelini; C. Cholaky y S. Sánchez. 1993 Niveles de fósforo en Hapludoles y Haplustoles del Centro-Sur de Córdoba - Su relación con el comportamiento del maní. *XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Mendoza. p: 163.

Murata, M.R.; G.E. Zharare y P.S. Hammes. 2009. Interactions of pod-zone pH and Ca concentrations on re-

productive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. UC Davis. En: escholarship.org/uc/item/665345ts. Consultado: 01/10/15.

Naab, J.B.; K.J. Boote; J.W. Jones y C.H. Porter. 2015. Adapting and evaluating the CROPGRO-peanut model for response to phosphorus on a sandy-loam soil under semi-arid tropical conditions. *Field Crops Research,* 176: 71–86.

Nakagawa, J.; J. Nakagawa y D. M. Fernándes.1994. Importância da adubação na qualidade do amendoim e da mamona. En: De Sá, M.E. y S. Buzzeti. *Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas*. Ed. CONE. San Pablo – SP. Brasil. Cap.17. p: 258-289.

Nawaz, N.; M.S. Nawaz; M.A. Khan; M.M. Yasin; D. Baig; N.M. Cheema; M. Amjad y M.A. Sher. 2014. Effect of boron on peanut genotypes under rainfed conditions. Pakistan J. Agric. Res. 27(2): 110-117.

Oliveira, M.W.; P.C.O. Trivelin; C.P. Penatti y M.C. Piccolo. 1999. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira,* 34: 2359-2362.

Pedelini, R. 2006. El manejo del suelo y la nutrición para maximizar los rendimientos y la sustentabilidad de la producción de maní. XXI Jornada Nacional de Maní. General Cabrera - Córdoba. *Actas*.

Rafique, E.; M. Mahmood-ul-Hassan; M. Yousra; I. Ali y F. Hussain. 2014. Boron nutrition of peanut grown in boron-deficient Calcareous soils: Genotypic variation and roposed

Raza, M.A.S.; M.F. Saleem; G.M. Shah; I.H. Khan y I.H., Raza, A. 2014. Exogenous application of glycine betaine and potassium for improving water relations and grain yield of wheat under drought. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14: 348-364.

Reid, P.H. y F.R. Cox. 1973. Soil properties, mineral nutrition and fertilization practices. En: *Peanut - Culture and Uses*.Ed. APRES, USA. p: 271-297.

Robles Sánchez, R. 1982. *Producción de oleaginosas y textiles*. México. Limusa. 675 p.

Rossi, R.O. 1998. *Girassol*. Curitiba: Tecnoagro. 333p.

Rubio, V.; R. Bustos; M.L. Irigoyen; X. Cardona-López; M. Rojas-Triana y J. Paz-Ares. 2009. Plant hormones and nutrient signaling. *Plant Molecular Biology*, 69: 361-373.

Salas, P. 1994. Tipo y Fertilidad de Suelo. En: Bragachini, M.A. (Ed.). 1994. *Maní Implantación, Cuidados Culturales, Cosecha, Secado y Almacenaje*. INTA EEA Manfredi, Cba. p: 17.

Sanchez, C.A. 2007. Phosphorus. En: Barker, A.V. y D.J. Pilbeam (eds). *Handbook of plant nutrition*. Boca Raton: Taylor & Francis Group. Cap. 3, p: 51-90.

Savani, V.N.: M.R. Vaioshnav; P.R. Vaishnav y V.B. Darji. 1995. Statistical estimation of relative changes in P content with different levels of applied phosphorus in groundnut. *J. Gujarat Agric. Univ.*, 21: 119-123.

Singh, A.M.; R.S. Jat y J.B. Misra. 2009. Boron fertilization is a must to enhance peanut production in India. XVI International Nutrition Colloquium. En: www.escholarship.org/help_copyright.html#reuse. Consultado: 25/09/15.

Small, H., M.E. Summer y A.S. Csinos.1987. Predicting the calcium requirement for peanuts. *Amer. Peanut Research and Education Society.* 19:52.

Spinola, M.C.M. y S.M. Cicero.2002. Qualidade física e fisiológica de sementes de amendoim submetidas a doses de gesso agrícola combinadas a épocas e modos de aplicacção: II. Área sem calagem. *Revista Brasileira de Sementes,* 24(1): 229-236.

Tasso Jr, L.C.; M.O. Marques y G.A.L. Nogueira. 2004. *A cultura do amendoim*. UNESP. Jaboticabal. 218 p.

Torri S.I., Urricariet S. y R.S. Lavado. 2015. Micronutrientes y elementos traza. Cap. 12. En: *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. Eds. Echevarria H.E. y F.O. García. Ediciones INTA. p. 357-378.

Velásquez, M.J.R. y R. Ramírez. 1985. Effect of Ca localization in the soil on development and formation of groundnut fruit (*Arachis hypogaea L.*). *Agronomía Tropical*. 35 (4-6): 29-39.

Vissio, E. 2008. Rendimiento y calidad comercial de genotipos de maní en respuesta a la aplicación de calcio al suelo. Trabajo Final de grado de Ingeniería Agronómica. FAV – UNRC.

Walker, M.E.; R.A. Flowers, R.J. Henning; T.C. Keisling y B.G. Millinix. 1979. Response of early bunch peanuts

to calcium and potassium fertilization. *Peanut Science,* 6: 119-123.

White, P.J. y M.R. Broadley. 2003. Calcium in plants. *Annals of Botany*, 92: 487-511.

Williams, J.H. y K.J. Boote. 1995. Physiology and Modelling -Predicting the -Unpredictable legume-. En: Patte, H.E. y T.H. Stalker (Ed.). *Advances in Peanut Science*. APRES. Stillwater, EE.UU. Cap. 9 p: 301-353.

Yamada, T. 2000. Boro: será que estamos aplicando a dose suficiente para o adequado desenvolvimento das plantas? POTAFOS: Informacoes Agronómicas 90: 1-5.

Zharare, G.E.; C.J. Asher y P.F.C. Blamey. 2009a. Some observations on reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in simplified nutrient solutions. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. UC Davis. En: escholarship.org/uc/ipnc_xvi. Consultado: 01/10/15.

Zharare, G.E.; C.J. Asher y P.F.C. Blamey. 2009b. Calcium nutrition of peanut grown in solution culture. II. Genetic variation in Ca requirements for vegetative growth. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 1831–1842.

Zharare, G.E.; C.J. Asher y P.F.C. Blamey. 2009c.Calcium nutrition of peanut grown in solution culture. II. Pod-zone and tissue calcium requirements for fruiting of a Virginia and a Spanish peanut. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 1843–1860.

Zharare, G.E.; C.J. Asher y P.F.C. Blamey. 2011. Magnesium antagonizes pod-zone Calcium and Zinc uptake by developing peanut pods. *Journal of Plant Nutrition*, 34: 1-11.

Capítulo 7. Bacterias asociadas a la planta de maní
Mecanismos y fisiología de la interacción

Jorge Angelini, Tania Taurian, Fernando Ibáñez, María L. Tonelli, Eliana Bianucci, María S. Anzuay, Lucio Valetti, Ana Furlán, Vanina Muñoz, Liliana Ludueña, Evelin Carlier, Stella Castro y Adriana Fabra

La interacción maní-bradirizobios: modo en que las bacterias invaden los tejidos vegetales

La infección de las raíces de leguminosas por cepas rizobianas comprende eventos (genéticamente determinados por la leguminosa huésped) que se desarrollan en la planta con posterioridad a la adherencia de las bacterias a la raíz y que concluyen con la invasión del primordio nodular. En el mecanismo de infección radical mejor conocido, se produce el curvado del pelo radical y la formación de hilos de infección y se desarrolla en miembros de las tres subfamilias de leguminosas (Caesalpinieae, Mimosoideae y Papilionoideae). Para que la infección ocurra, los rizobios deben primero reconocer y luego responder a la presencia de las raíces de la planta huésped. Durante su crecimiento en la rizósfera estas bacterias perciben compuestos secretados por la raíz del huésped tales como flavonoides, isoflavonoides y betaína y responden induciendo los genes de nodulación nod, nol y noe. Entre las funciones de estos genes está la de posibilitar la síntesis y el transporte de los factores Nod, los que inician muchos de los cambios observados en la planta huésped durante las etapas tempranas del proceso de nodulación, tales como la deformación del pelo radical, oscilaciones de las concentraciones de calcio intracelular, depolarización de la membrana e iniciación de la división celular en la corteza radical, dando lugar a la formación de un primordio de nódulo (Engstrom *et al.*, 2002; Charron *et al.*, 2004). Para que ello ocurra, las bacterias deben primero adherirse a la raíz de la leguminosa huésped. En *Rhizobium leguminosarum* se ha descrito que este proceso requiere de dos pasos: en el primero, la adherencia es débil, dependiente del calcio y está mediada por una proteína llamada rhicadhesina (Smit *et al*., 1989), y el segundo paso está mediado por la síntesis bacteriana de fibrillas de celulosa, lo que parece requerir la formación de estructuras tipo biofilms en el extremo de los pelos radicales (Smit *et al*., 1987).

La planta también participa en la etapa de la colonización rizobiana, en un proceso mediado por las lectinas. Estas moléculas, que se localizan en los extremos radicales, permitirían la unión específica entre la pared celular vegetal y la superficie de las bacterias compatibles (Díaz *et al*., 1989).

Después del reconocimiento de los factores Nod sintetizados por rizobios compatibles, se inicia una cascada de señalización que activa en la planta numerosos genes e induce cambios morfológicos en la raíz. De este modo, los pelos radicales en crecimiento ubicados en la porción inmediatamente superior al ápice radical comienzan a curvarse, atrapando una colonia bacteriana. En el pelo radical curvado se produce la lisis de la pared celular y se desarrolla un hilo de infección intracelular por invaginación de la membrana celular. Dentro de esa estructura las bacterias se dividen, el hilo de

infección crece hacia el interior de la célula epidérmica hasta alcanzar la pared celular distal, y las bacterias entran al espacio intercelular entre la célula epidérmica y la célula ubicada inmediatamente debajo de ésta. En esta última se produce una invaginación de modo similar a lo ocurrido al comienzo del desarrollo del hilo de infección. De esta manera se propaga esta estructura, completamente ocupada por bacterias, hacia el interior de la raíz. La ramificación del hilo, a medida que crece y alcanza el primordio nodular, aumenta el número de células colonizadas de este órgano (Gage, 2004).

En lo referido a la contribución bacteriana en la formación del hilo de infección, en algunas simbiosis se ha observado que mutantes rizobianas incapaces de sintetizar exopolisacáridos (EPS) inducen el crecimiento anormal del hilo de infección (Gage *et al.*, 1996; Gage y Margolin, 2000). También se les atribuyó a estas moléculas un rol en la protección de las bacterias contra las respuestas de defensa de la planta. Por otra parte, los lipopolisacáridos y los beta-glucanos cíclicos han sido estudiados en relación con su función en simbiosis (Spaink *et al.*, 1998; Spaink, 2000).

Los componentes genéticos requeridos para la cascada de señalización activada por los factores Nod incluyen proteínas receptoras de estos factores que se ubican en la membrana plasmática de las células epiteliales, canales iónicos en la membrana nuclear, una proteína quinasa calcio/calmodulina dependiente (CCaMK) y reguladores transcripcionales (Oldroyd *et al.*, 2011).

Simultáneamente con la formación del hilo de infección en las células epidérmicas, las células diferenciadas de la corteza radical comienzan a dividirse para originar un meristema nodular. El desarrollo coordinado de los procesos de infección (que ocurre en la epidermis) y de organogénesis del nódulo (que ocurre en la corteza) es crucial para el establecimiento de simbiosis fijadoras de nitrógeno (Oldroyd y Downie, 2008). La rápida respuesta que se desarrolla en la corteza radical como consecuencia de la percepción de los factores Nod en las células epidérmicas de la raíz, indica que es necesaria una vía de comunicación entre ambas regiones. Dado que la epidermis radical limita el libre flujo de los factores Nod, parece poco probable que estos compuestos actúen directamente a nivel de las células corticales (Oldroyd y Downie, 2008).

Actualmente se conoce que un receptor de citocininas en la corteza radical sería requerido para iniciar el proceso de organogénesis del nódulo en *Medicago truncatula* y *Lotus japonicus*. Ello indicaría que dicha hormona constituye un componente clave de este proceso y que podrían actuar como señal móvil comunicando a la corteza radical la percepción de los factores Nod en la epidermis (Ferguson *et al.*, 2010).

La infección rizobiana en plantas de maní, sin embargo, está mediada por otro mecanismo que involucra la invasión intercelular del tejido radical y tiene lugar en la base de las raíces laterales o adventicias. Con algunas variantes, este tipo de infección ocurre en otras pocas leguminosas (sub) tropicales (*Sesbania, Stylosanthes, Neptunia, Aeschynomene, Mimosa,* entre otras) (Boogerd y van Rossum, 1997) que no desarrollan pelos radicales o lo hacen en poca cantidad (Sprent, 2007). En este caso, los rizobios no penetran a través de la célula epidérmica del pelo radical sino que colonizan directamente la corteza radical, en algunos casos vía fisuras (“cracks”) en la epidermis que se originan como consecuencia del desarrollo de raíces laterales o adventicias (Figura 1).

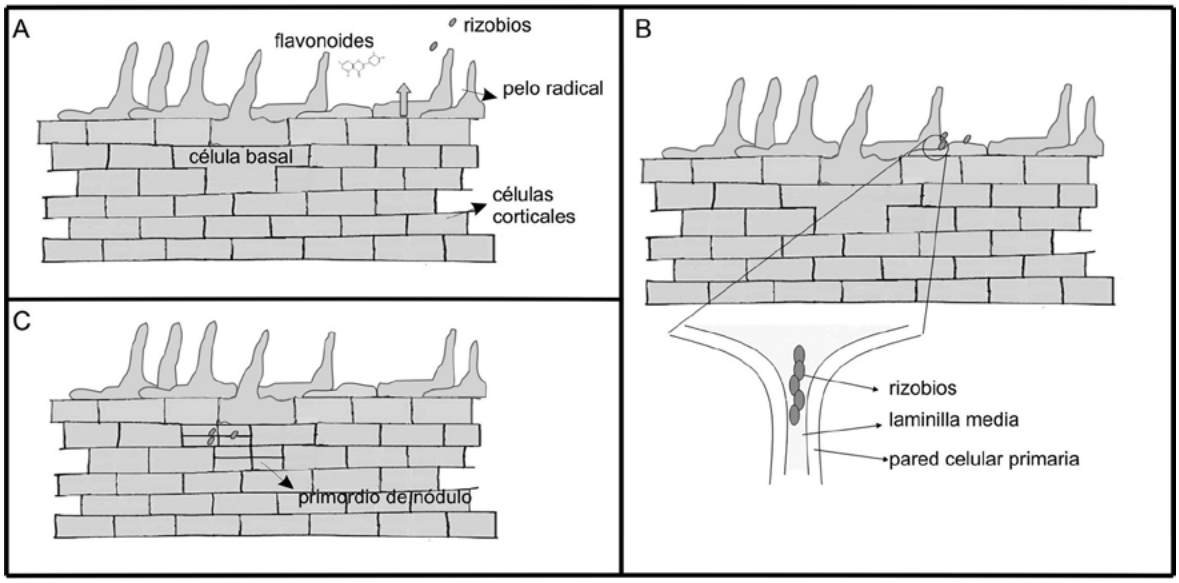


Figura1. *A) Etapas iniciales de la colonización rizobiana; B) Sitio de infección rizobiana en la raíz; y C) Desarrollo del primordio de nódulo en las células corticales*

En maní, si bien los pelos radicales en la raíz principal y las laterales son raros o están ausentes, se forman múltiples pelos multicelulares en el ángulo que se establece entre la raíz principal y la raíz lateral, los que emergen de células epidérmicas del primordio de raíz lateral. Aún cuando se ha observado deformación y curvado de estos pelos, ello no constituye un requisito para la infección y nodulación (Chandler *et al.*, 1982). Sin embargo, los pelos radicales serían esenciales para la nodulación y se ha observado que son colonizados por los rizobios, aunque su función no está clara (Uheda *et al.*, 2001).

El sitio preciso de infección en maní se encuentra entre una célula epidérmica y la célula basal del pelo radical axilar de la raíz lateral. Luego, los rizobios ocupan el espacio entre las células epidérmicas y corticales. Debajo de algunos de los pelos radicales axilares, las células basales comienzan a aumentar su tamaño y son las primeras en ser infectadas por algunas células rizobianas mientras que otras bacterias continúan diseminándose intercelularmente. La infección exitosa está restringida a los sitios de infección en los que se encuentran dichas células basales (Chandler, 1978). Todo ello indica que la presencia de un pelo radical emergente junto con una célula basal de mayor tamaño, co-ocurriendo con la emergencia de la raíz lateral, determina la infectividad en maní.

De las leguminosas estudiadas, sólo en *Arachis* y en *Stylosanthes* no han sido observadas estructuras similares a los hilos de infección ni en pelos radicales ni en primordios de nódulos. Por el contrario, los rizobios en maní se dispersan intercelularmente separando células corticales a nivel de la laminilla media. La internalización de las bacterias ocurre en unas pocas células vegetales cuya pared celular se encuentra estructuralmente alterada. Durante esta etapa, las bacterias son rodeadas por una membrana derivada del huésped y se multiplican rápidamente. Luego la envoltura celular se divide de tal modo que cada bacteria se encuentra separada y rodeada por membrana. La célula vegetal infectada también se divide rápidamente distribuyendo de este modo las bacterias entre las células hijas. El sitio de iniciación del nódulo parece ubicarse en la corteza de la raíz lateral y no en la de la raíz primaria (Chandler, 1978).

Dado el particular mecanismo de infección que ocurre en maní, se han realizado algunos estudios con el objetivo de compararlo con la vía de penetración más estudiada que es la mediada por hilos de infección. En este sentido se ha informado que en la adherencia bacteriana a las raíces de maní jugaría un rol importante una proteína con propiedades similares a la rhicadhesina (Dardanelli *et al.*, 2003). Otros componentes de las células rizobianas como son los exopolisacáridos también cumplirían un rol simbiótico ya que mutantes afectadas en la síntesis de estos compuestos inducen la formación de nódulos vacíos (Morgante *et al.*, 2005). Además, se informó que los EPS de microsimbiontes de maní serían necesarios para evadir la respuesta de defensa de la planta (Morgante *et al.*, 2007). También se conoce la estructura de los factores Nod sintetizados por rizobios que nodulan maní (Taurian *et al.*, 2008), se ha demostrado que estas moléculas modulan la respuesta de defensa de la planta que se activa en la interacción con los rizobios (Muñoz *et al.*, 2014). Por otra parte, se han identificado en los exudados de esta leguminosa los flavonoides daidzeina, genisteina y, en concentraciones más bajas, crisina, capaces de inducir la expresión de los genes de nodulación (Angelini *et al.*, 2003).

Una de las diferencias fundamentales entre la invasión por hilos de infección y la que ocurre en maní reside en la colonización primaria y la entrada en los tejidos vegetales. Para el primero de los mecanismos mencionados, la primera barrera que deben atravesar los rizobios está a nivel epidérmico (donde se ubican los receptores de los factores Nod) mientras que para el segundo se encuentra a nivel cortical. Sin embargo, se ha informado que los factores Nod son también requeridos para la nodulación de raíces de maní ya que en su ausencia no se observa la división de las células corticales que formarán el nódulo y, por lo tanto, no se inicia el proceso de organogénesis nodular que ocurre a nivel cortical (Ibañez y Fabra, 2011). Por otra parte, en esta interacción se induce la expresión del gen que codifica para la proteína CCaMK, cuya función sería la de censar las oscilaciones de calcio y de este modo posibilitar la inducción de las respuestas corticales (Sinharoy y DasGupta, 2009).

Está claro que el estudio de la invasión intercelular del tejido radical de leguminosas se encuentra recién en sus comienzos y que los avances en este sentido pueden enriquecer el conocimiento general de la infección rizobiana. Un objetivo largamente sostenido por los investigadores ha sido la comprensión profunda de la simbiosis leguminosas-rizobios, lo que podría posibilitar la transferencia de esta asociación a otros cultivos de no-leguminosas de importancia agronómica.

Diversidad de bacterias asociadas con los nódulos de plantas de maní

A pesar de su importancia agronómica, los estudios sobre los rizobios capaces de nodular maní son relativamente escasos. Como ejemplos se pueden citar aquellos realizados en Argentina (Ibañez *et al.*, 2008; Taurian *et al.*, 2002, 2006, 2008), Camerún (Nkot *et al.*, 2008), Canadá (van Rossum *et al.*, 1995), China (Yang *et al.*, 2005; Zhang *et al.*, 1999; Wang *et al.*, 2013), India (Saleena *et al.*, 2001), Marruecos (El-Akhal *et al.*, 2008) y Sudáfrica (Law *et al.*, 2007; Steenkamp *et al.*, 2008).

Tradicionalmente, se ha informado que la planta de maní es capaz de establecer una simbiosis fijadora de nitrógeno efectiva con bacterias de crecimiento lento pertenecientes al género *Bradyrhizobium* (Fabra *et al.*, 2010). Este género es un grupo cosmopolita con características fenotípicas muy diversas, que incluye microorganismos que exhiben una gran variedad de estilos de vida y propiedades metabólicas. Teniendo en cuenta su capacidad simbiótica, *Bradyrhizobium* es un grupo heterogéneo, capaz de formar nódulos en leguminosas de importancia económica (como soja y poroto), así como en la no-leguminosa Parasponia (Trinick, 1973). En la actualidad, existen numerosas especies reconocidas dentro del Género. Entre ellas, se pueden citar *B. japonicum* (Jordan, 1982), *B. elkanii* (Kuykendall *et al.*, 1992), *B. liaoningense* (Xu *et al.*, 1995), *B. yuanmingense* (Yao *et al.*, 2002), *B.*

betae (Rivas *et al*., 2004), *B. canariense* (Vinuesa *et al*., 2005), *B. iriomotense* (Islam *et al*., 2008), *B. lablabi* (Chang *et al*., 2011), *B. pachyrhizi* y *B. jicamae* (Ramírez-Bahena *et al*., 2009). Además, se ha propuesto transferir la especie *Blastobacter denitrificans* al Género *Bradyrhizobium* como *Bradyrhizobium denitrificans* (van Berkum *et al*., 2006). Finalmente, muchos estudios indican que el Género *Bradyrhizobium* contiene varias especies no descriptas aún, a nivel de genoespecies (Vinuesa *et al*., 2005; van Berkum y Fuhrmann, 2000; Willems *et al*., 2001; Willems *et al*., 2003; Zhang *et al*., 2007).

La diversidad de microsimbiontes de maní obtenidos a partir de distintas regiones geográficas ha sido examinada mediante análisis morfofisiológicos y moleculares. En conjunto, todos los estudios revelaron una elevada heterogeneidad y diversidad en la población de micoorganismos de crecimiento lento nodulantes de maní.

Estudios realizados con el fin de conocer la afiliación taxonómica de las bacterias de crecimiento lento nodulantes de maní en China, han clasificado a los microorganismos como *B. liaoningense, B. japonicum* y *B. yuanmingense* (Yang y Zhou, 2008). Más recientemente, aislamientos de bradirizobios obtenidos a partir de nódulos de plantas, de esta leguminosa, crecidas en el país asiático fueron descriptos como pertenecientes a dos nuevas especies, *Bradyrhizobium lablabi* (Chang *et al*., 2011) y *Bradyrhizobium arachidis* (Wang *et al*., 2013). Por otra parte, aislamientos obtenidos de Salamanca (España) fueron clasificados como *B. canariense* (Rivas *et al*., 2009). Además, aislamientos de nódulos de plantas de maní provenientes del sur de África se han clasificado en un nuevo linaje designado SA-3 (Steenkamp *et al*., 2008).

En nuestro país, la diversidad de bradirizobios nodulantes de maní había sido poco estudiada. Además, los análisis realizados estaban basados principalmente en las secuencias del ADNr 16S (Bogino *et al*., 2010), que ha demostrado ser poco informativo para la delimitación de especies de *Bradyrhizobium* debido al alto grado de conservación existente, incluso entre distintas cepas (van Berkum y Fuhrmann, 2000; Vinuesa *et al*., 2005). Sin embargo, en un trabajo reciente se analizó la afiliación taxonómica de aislamientos rizobianos nativos del área manisera de Córdoba mediante la secuenciación del gen dnaK y la región espaciadora 16S-23S (ITS) pertenecientes al genoma básico y el gen simbiótico nodA (Muñoz *et al*., 2011). Tomados en conjunto, los resultados obtenidos en ese trabajo indican que los aislamientos nativos representan variantes localmente adaptadas de *B. yuanmingense* y *B. iriomotense*, cuyos genes simbióticos han sido moldeados por eventos de transferencia lateral de genes. De manera interesante, las secuencias nodA obtenidas en este trabajo no se encuentran totalmente relacionadas con las ya descriptas, pudiendo representar nuevos Clados nodA.

Es importante señalar que distintos autores encontraron que, además de los bradirizobios tradicionales, microorganismos pertenecientes al Género *Rhizobium* también son capaces de asociarse con nódulos de maní en Argentina (Taurian *et al*., 2006) y Marruecos (El-Akhal *et al*., 2008). Este último grupo de bacterias incluye aislamientos relacionados filogenéticamente con las especies *R. giardinii* y *R. tropici* (Taurian *et al*., 2006) y *R. huautlense, R. galegae* (El-Akhal *et al*., 2008). Los aislamientos provenientes de Argentina fueron además caracterizados mediante el análisis de los genes glnA, nifH y nodC. Estos estudios confirmaron su afiliación taxonómica y revelaron que poseen genes de nodulación filogenéticamente emparentados con *R. tropici* (Ibañez *et al*., 2008).

Es interesante destacar que los rizobios no constituyen el único componente bacteriano de los nódulos. En un trabajo reciente, Ibañez *et al.* (2009) recuperaron varios aislamientos bacterianos a partir de nódulos de maní esterilizados superficialmente obtenidos de plantas crecidas en suelos de Córdoba - Argentina. El análisis filogenético de las secuencias demostró que los aislamientos pertenecen al Phylum Proteobacteria, Clase Gammaproteobacteria e incluyen

Pseudomonas spp., *Enterobacter* spp. y *Klebsiella* spp. Después de su conservación en medios de cultivo, estos aislamientos resultaron incapaces de inducir la formación de nódulos en maní, pero aún así incrementaron el crecimiento de las plantas. Cuando fueron inoculados de manera simultánea o secuencial con una cepa infectiva de *Bradyrhizobium,* se encontró que fueron capaces de colonizar nódulos preformados. El análisis de los genes simbióticos demostró la presencia del gen nifH sólo en las bacterias pertenecientes al Género *Klebsiella*; mientras que el gen nodC no pudo ser amplificado por PCR ni detectado por Southern Blot en ninguno de los aislamientos. Estos resultados sugieren que los aislamientos constituyen bacterias oportunistas capaces de colonizar nódulos inducidos por las cepas compatibles de rizobios. Las implicancias de este hallazgo podrían ser significativas, especialmente si se confirma que la asociación entre Gammaproteobacterias y los nódulos de maní es común en la naturaleza y si esta interacción posee la capacidad de promover el crecimiento de la planta.

Otras bacterias benéficas asociadas a la planta de maní

La rizósfera y la filósfera de las plantas son lugares que albergan una gran cantidad y diversidad de microorganismos. En particular, la rizósfera es un hábitat en donde convergen numerosas especies microbianas debido a que los exudados radicales liberados por las plantas constituyen una importante fuente de nutrientes, especialmente de tipo carbonados. Algunos microorganismos no tienen efectos visibles sobre las plantas, mientras que otros producen efectos adversos causando enfermedades que resultan en la muerte o en una reducción de su crecimiento, lo que se traduce en una disminución del rendimiento de los cultivos. Por otro lado, existen microorganismos que pueden ejercer un efecto benéfico para el crecimiento de las plantas ya sea de manera directa o indirecta y las bacterias que poseen esta capacidad han sido denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal o “Plant Growth Promoting Bacteria” (PGPB) (Bashan y de Bashan, 2005). Diversos géneros bacterianos están incluidos dentro de este grupo tales como *Agrobacterium*, *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter*, entre otros. (Cattelan *et al.,* 1999). El uso de microorganismos para promover el crecimiento de las plantas o para el control de enfermedades causadas por fitopatógenos constituye un área de estudio de gran interés y que se encuentra en constante crecimiento. Dentro del grupo de bacterias que promueven el crecimiento vegetal, aquellas que habitan la rizósfera o “Plant Growth Promoting Rhizobacteria” (PGPR) son las más estudiadas. Por otro lado, otro grupo cuyo estudio ha ganado mucho interés en los últimos años, son aquellas PGPB capaces de ingresar a los tejidos de las plantas y generar poblaciones endofíticas, las cuales no sólo se limitan a infectar raíces sino también hojas y tallos (Compant *et al.,* 2005).

Considerando el modo de acción de las PGPB es posible dividirlas en dos grandes grupos: bacterias biocontroladoras, que indirectamente benefician el crecimiento de las plantas, y aquellas bacterias que directamente promueven el crecimiento vegetal, mejoran la germinación de las semillas o el rendimiento de los cultivos (Glick et al*.,* 1999). La producción de fitohormonas y el aumento de la disponibilidad de nutrientes son los principales mecanismos mediante los cuales las PGPB contribuyen directamente al crecimiento de las plantas. En particular, este último ocurre por diferentes procesos tales como fijación biológica del nitrógeno (FBN), mayor incorporación de fósforo por solubilización de fuentes fosfatadas insolubles presentes en el suelo e incorporación de hierro por producción de sideróforos por estas bacterias (Podile y Kishore, 2006; Dardanelli *et al.,* 2008). Se han realizado estudios sobre la asociación de la planta de maní con bacterias benéficas pertenecientes a ambos grupos (Arora *et al.,* 2001; Deshwal *et al.,* 2003; Bhatia *et al.,* 2008) siendo, al igual que en las demás leguminosas, la FBN el proceso más ampliamente estudiado (Cholaky *et al.,* 1983; Sen y Weaver 1984; Vargas y Ramírez 1989; van Rossum *et al.,* 1993; Castro *et al.,* 1999; Taurian *et al.,* 2002). Sin

embargo, además de los rizobios simbiontes fijadores de nitrógeno, varios autores han reportado otras bacterias benéficas asociadas a maní las cuales han demostrado tener diferentes propiedades PGPB tales como actividad solubilizadora de fosfato, producción de la fitohormona ácido indol acético (AIA) y propiedades biocontroladoras (producción de sideróforos, antibiosis) (Pal *et al.,* 2000; Dey *et al.,* 2004; Kishore *et al.,* 2005b). En particular, Anzuay *et al.* (2007) y Taurian *et al.* (2010) encontraron en bacterias nativas aisladas de plantas de maní de la zona productora de Córdoba - Argentina, aislamientos con capacidad de producir AIA, solubilizar fosfato inorgánico insoluble y producir sideróforos. Los géneros descriptos con mayor frecuencia asociados a maní y que ejercen efectos benéficos directos sobre el crecimiento de esta leguminosa son *Bacillus* y *Pseudomonas* (Pal *et al.,* 2000; Dey *et al.,* 2004; Kishore *et al.,* 2005b, Taurian *et al.,* 2010). Estudios de campo empleando cepas de *Bacillus* (*B. subtilis, B. megaterium,* y *B. firmus*) demostraron un aumento en la emergencia de las plántulas de maní, en la longitud de las raíces y tallos, en el peso seco y rendimiento del cultivo de esta leguminosa (Turner y Backman, 1991). Por otro lado, estudios realizados con bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas* que mostraban múltiples propiedades promotoras del crecimiento vegetal, demostraron incrementar el crecimiento de esta leguminosa en ensayos realizados en maceta y a campo (Pal *et al.,* 2000). En un estudio en el cual fueron inoculadas plantas de maní con cepas de *Pseudomonas,* se encontró una correlación entre la capacidad de éstas para aumentar el fósforo disponible con un incremento en la nodulación, en el rendimiento del cultivo y en otros parámetros de crecimiento vegetal (Dey *et al.,* 2004). Los autores atribuyeron a la capacidad solubilizadora de fosfato de las bacterias el mayor número de nódulos observado en las plantas, considerando que la obtención de los niveles elevados de energía requeridos para el proceso de fijación de nitrógeno resultaría de una mayor disponibilidad de fósforo para la síntesis de ATP. De manera similar, se observó que la inoculación de bacterias con propiedades PGPB pertenecientes a diferentes géneros bacterianos tales como *Serratia, Pantoea, Enterobacter, Bacillus, Acinetobacter* y *Enterococcus* en plantas de maní incrementó parámetros de crecimiento vegetal tales como longitud y biomasa aérea (Taurian *et al.,* 2010; Anzuay *et al.,* 2011).

Una gran cantidad de bibliografía describe el uso de PGPB biocontroladoras para el control de fitopatógenos. La utilización de seres vivos y/o de las sustancias que éstos producen para el control de patógenos vegetales, se denomina biocontrol o control biológico (Baker y Cook, 1985). Este término es utilizado en referencia al control de enfermedades en plantas y también en frutos o granos en almacenamiento (control postcosecha).

Los principales patógenos de rizósfera incluyen hongos, nematodos, bacterias y virus. Entre ellos, los hongos representan un grupo relevante de fitopatógenos y son los más estudiados en maní. En la mayoría de los agroecosistemas, los fitopatógenos de rizósfera pueden constituir un factor importante que reduce el rendimiento de cultivos de interés agronómico. Las pérdidas en el rendimiento del cultivo de maní en la región productora de la provincia de Córdoba, como consecuencia del efecto deletéreo de fitopatógenos fúngicos, es debida principalmente a *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor* (tizón), *Sclerotium rolfsii* (marchitamiento por hongo blanco), *Fusarium solani* (podredumbre parda de la raíz), *Aspergillus niger* (Podredumbre negra de la corona) y *Thecaphora frezii* (Carbón) (March y Marinelli, 2005). Los fitopatógenos fúngicos de la filósfera también pueden causar enfermedades y pérdidas económicas en este cultivo: *Phaeoisariopsis personata* (mancha foliar tardía) (Kishore *et al.,* 2005a), *Cercospora arachidicola*, *Cercosporidium personatum* (viruela), *Sphaceloma arachidis* (sarna), *Puccina arachidis* (Roya del maní), *Colletotricum truncatum* (antracnosis), *Phoma arachidicola* (mancha difusa), *Phyllosticta arachidis-hypogaea* (mancha foliar), *Leptosphaerulina crassiasca* (quemadura), *Botrytis cinerea* (tizón por *Botrytis*) (March y Marinelli, 2005).

El control de los patógenos fúngicos por bacterias biocontroladoras puede ser el resultado de la competencia por nutrientes y nicho, por la interferencia de la señal de "quorum sensing" del patógeno, la antibiosis o la inducción de resistencia sistémica en la planta hospedadora (Sturz *et al.,* 2000; Lugtengberg y Kamilova, 2009). Se han desarrollado diversos ensayos en el laboratorio, en microcosmo y a campo con el fin de evaluar la efectividad de los agentes de control biológico. Kishore *et al.* (2005b) obtuvieron aislamientos bacterianos pertenecientes al género *Pseudomonas* de la rizósfera, filósfera, geocarpósfera, hojas, raíces y endófitos de semillas de maní, los cuales fueron efectivos en la supresión de la podredumbre de la corona causada por el fitopatógeno *Aspergillus niger*. Más aún,el sobrenadante de cultivo libre de bacterias de estas cepas mostró actividad fungicida, inducción de la deformación del micelio e inhibición de la formación de esporas. En ensayos en invernadero con este grupo de cepas, aquellas pertenecientes a *P. aeruginosa* fueron las mejores biocontroladoras de la podredumbre del collar, probablemente debido a sus múltiples propiedades tales como la colonización efectiva de la rizósfera, producción extracelular de antibióticos, producción de enzimas líticas y sideróforos y a la activación de la respuesta de defensa de la planta. Además, en otro estudio, Kishore *et al.* (2005c) demostraron que estas cepas también inhibían la actividad de enzimas hidrolíticas producidas por el hongo fitopatógeno *S. rolfsii,* reduciendo así la severidad de la podredumbre del tallo. Por otra parte, Bhatia *et al.* (2008) seleccionaron dos cepas de *Pseudomonas* spp. fluorescentes que poseían actividad antifúngica contra *Macrophomina phaseolina* (podredumbre) en ensayos *in vitro*. Además, ambas cepas mostraron las capacidades de producir sideróforos, ácido indol acético, ácido cianhídrico (HCN), solubilizar fosfatos e incrementar la germinación de semillas. Cuando dichas bacterias fueron utilizadas como inoculantes de maní en ensayos a campo, se observó un aumento en la cantidad de grano cosechado y una disminución de la sintomatología de enfermedad. Sin embargo, los intentos por comercializar cepas de *Pseudomonas* spp. para el control biológico de enfermedades han fracasado en cultivos extensivos, generalmente debido a la falta de viabilidad de estas bacterias a largo plazo. Por tal motivo, la comercialización de bacterias biocontroladoras está tendiendo a la utilización principalmente de *Bacillus* spp. esporulados (Kloepper *et al.,* 2004).

A partir de estudios realizados *in vitro* con aislamientos bacterianos epífitos y endófitos obtenidos de plantas de maní sanas cultivadas a campo de la zona productora de Córdoba - Argentina, se concluyó que la fuente preponderante de potenciales agentes de biocontrol de enfermedades fúngicas pareciera estar constituida por una población de bacterias Gram positivas. En su mayoría pertenecen al género *Bacillus* y residen en el exterior de los tejidos de esta leguminosa. El efecto antagonista de estos aislamientos puede atribuirse a su capacidad de inhibir el crecimiento fúngico, competir por nutrientes y nicho y/o producir sideróforos (Tonelli *et al.,* 2010). En un estudio posterior se analizó una colección de bacterias epífitas y endófitas aisladas de plantas de maní afectadas por hongos fitopatógenos (*S. minor* y *F. solani*) en la zona manisera. El análisis comparativo de estas dos poblaciones indicó una reducción del número de aislamientos bacterianos obtenido cuando los hongos responsables de la enfermedad estaban presentes (Ludueña, 2009). En coincidencia con los resultados obtenidos en plantas sanas, la mayoría de las bacterias aisladas de plantas enfermas eran Gram positivas y las de mayor potencial biocontrolador también fueron identificadas como *Bacillus* spp (Ludueña *et al.,* 2009). A diferencia de los aislamientos provenientes de plantas sanas, la mayoría de las bacterias biocontroladoras provenientes de plantas enfermas mostraron las tres actividades biocontroladoras analizadas (antibiosis, producción de sideróforos e índice de superposición de nicho).

Tonelli (2011) encontró que los sobrenadantes libres de células de cepas de *Bacillus* spp., aislados de plantas de maní y seleccionados por su actividad inhibitoria de crecimiento fúngico, mostraron actividad hidrolítica β-1,3-glucanasa, lipasa, pectinasa, proteasa y celulasa. Por su parte, Manjula *et*

al. (2004) probaron el efecto de la enzima parcialmente purificada α-1,4-*N*-acetylglucosaminidase (NAGase) producida por el agente de biocontrol *B. subtilis* AF1 sobre hojas de maní. En presencia de la NAGase, la germinación de esporas de *Puccinia arachidis* y la incidencia de la enfermedad se redujo en un 96% y 60%, respectivamente. A su vez, los aislamientos de maní *B. circulans* GRS243 y *S. marcescens* GPS5 mostraron actividad quitinolítica y fueron capaces de controlar la enfermedad mancha foliar tardía cuando se pulverizaron manualmente sobre hojas de este cultivo que habían sido suplementadas previamente con quitina coloidal (Kishore *et al.,* 2005d).

Otro mecanismo involucrado en la actividad biocontroladora directa es la producción de antibióticos. En sobrenadantes libres de células de cultivos de aislamientos del género *Bacillus,* obtenidos de plantas de maní cultivadas a campo, se determinó la producción de los antibióticos surfactina, fengicina e iturina A (Tonelli, 2011) los que podrían estar involucrados en la capacidad biocontroladora de dichos aislamientos.

Entre los metabolitos involucrados en la inhibición del crecimiento fúngico por parte de agentes de biocontrol, los sideróforos son de gran relevancia. La capacidad de producir estos compuestos de bajo peso molecular frente a condiciones limitantes de hierro (Höfte *et al.,*1993), confiere al antagonista una ventaja competitiva frente al patógeno (Duijff *et al.,* 1999). A ello, se suma que estas moléculas han sido vinculadas a la inducción de resistencia sistémica en la planta (Leeman *et al.,* 1996).

La competencia por nutrientes y nicho, la producción y secreción al medio de enzimas hidrolíticas, antibióticos y sideróforos representan mecanismos directos de control biológico. Un mecanismo de biocontrol indirecto, denominado inducción de resistencia sistémica (ISR) resulta de la respuesta producida por la planta a compuestos volátiles y no volátiles, sintetizados por las PGPB e implica una cascada de reacciones de defensa (Kloepper *et al.,* 1992). La información acerca de la participación de la ISR en la protección de maní frente a fitopatógenos es controversial. Zhang *et al.* (2001) probaron, en ensayos en invernadero y a campo, la ISR elicitada en maní por bacterias (inductoras en otros cultivos) y por inductores químicos (ácido salicílico, salicilato de sodio, ácido isonicotínico, ácido benzotiadiazol-7-carbónico S-metil éster y ácido DL-β-amino-n-butírico), contra la mancha foliar tardía causada por *Cercosporidium personatum*. Ninguno de los inductores evaluados, biológicos o químicos, mostraron resultados consistentes que indicaran protección contra el ataque del fitopatógeno. Por el contrario, Kishore *et al.* (2005c) probaron el efecto de la inoculación de las bacterias *Serratia marcescens* GPS5 y *Pseudomonas aeruginosa* GSE18 contra *Phaeoisariopsis personata*, causante de la mancha foliar en maní. Ambas cepas pulverizadas sobre las hojas redujeron la frecuencia de las lesiones e incrementaron la actividad de las enzimas quitinasa, β-1,3-glucanasa, peroxidasa (PO) y fenilalanina amonio liasa (PAL), involucradas en la defensa vegetal. En otro estudio, Madhaiyan *et al.* (2006) demostraron que plantas de maní previamente tratadas con la bacteria *Methylobacterium* spp. y luego infectadas con los fitopatógenos *S. rolfsii* o *A. niger*, mostraron elevados niveles de actividad enzimática β-1,3-glucanasa, PO y PAL y reducción del índice de podredumbre causada por dichos patógenos. En coincidencia con estos resultados, Tonelli *et al.* (2011) mostraron que la inoculación de la bacteria biocontroladora *Bacillus* sp. CHEP5, previo al enfrentamiento con *S. rolfsii*, agente causal del marchitamiento por hongo blanco en maní, disminuyó la severidad de la enfermedad, manteniendo mayores niveles de clorofila y producción de biomasa en comparación con plantas tratadas sólo con el fitopatógeno. Además, *Bacillus* sp. CHEP5 indujo sistémicamente el aumento de la actividad de la PAL, siendo mayor la actividad específica de esta enzima en plantas que, previo al ataque con *S. rolfsii*, fueron inoculadas con la bacteria biocontroladora.

Entre los microorganismos biocontroladores descriptos para el cultivo de maní es importante destacar el rol de hongos benéficos como los pertenecientes al género *Trichoderma*. Ensayos en invernadero y a campo demostraron que la aplicación de *T. harzianum* ITEM3636 y *T. longibrachiatum*

ITEM3635 en semillas de maní redujo la incidencia de la podredumbre parda de la raíz causada por *F. solani*. Más aún, el efecto de protección contra este fitopatógeno no fue alterado cuando las semillas de maní fueron tratadas con especies de *Trichoderma* y el fungicida Vitavax Flo (Carboxim y Thiram) (Rojo *et al.,* 2007). Estos resultados sustentan la idea de que la aplicación de estos agentes de biocontrol y del fungicida Vitavax Flo en forma conjunta, representa una alternativa interesante en el manejo integrado de la podredumbre parda de la raíz de maní en el área manisera de Argentina.

Influencia del estrés hídrico sobre la fisiología y la bioquímica de plantas de maní

El déficit hídrico es otro de los factores limitantes más importantes de la productividad del maní. La mayoría de los estudios están enfocados a dilucidar las respuestas de las plantas a esta condición, sin embargo, la reversibilidad de los efectos es menos conocida. Este proceso es esencial para la supervivencia de las mismas e implica tanto la reconstrucción de las estructuras dañadas como el restablecimiento del metabolismo normal (Moreira *et al.,* 1990).

En plantas de maní expuestas a estrés hídrico, el contenido relativo de agua (CRA) es probablemente la variable más indicativa del estado hídrico de la planta por su estabilidad y sensibilidad a los cambios (Wright y Nageswara Rao, 1994; Clavel *et al.,* 2005). El potencial osmótico es otro parámetro capaz de reflejar el estado hídrico de la planta en condiciones de estrés. Las plantas pueden disminuir su potencial osmótico por acumulación activa de solutos en el interior de la célula o por deshidratación de los tejidos. En el primer caso, se dice que las plantas son capaces de realizar ajuste osmótico mientras que en el segundo, la acumulación de solutos es una consecuencia indirecta de la salida de agua. Así, el grado de ajuste osmótico de la planta en condiciones de estrés varía desde 0,1 MPa (Black *et al*., 1985) a 0,7 MPa (Stirling *et al.*, 1989) con un amplio rango de posibilidades intermedias dependiendo del genotipo. Estudios realizados en plantas de maní del cultivar Granoleico (Criadero "El Carmen", General Cabrera, Córdoba) en el estado fenológico R1 de acuerdo a la clave fenológica de (Boote y Ketring, 1990) mostraron una disminución de los valores de CRA y de potencial osmótico en hojas cuando fueron mantenidas bajo suspensión de riego durante 14 días en condiciones de invernáculo. La disminución observada en el potencial osmótico no se correlacionó con el ajuste osmótico, aún cuando se observó una acumulación significativa de azúcares solubles en la planta. Es interesante destacar que la rehidratación en un corto período de tiempo revirtió la condición hídrica a los valores controles (Furlan *et al*., 2012).

Uno de los efectos del déficit de agua en el suelo es la reducción del crecimiento de hojas y vástago debido a alteraciones en el estado de agua de la planta, en la fotosíntesis y expansión de las hojas, mientras que el crecimiento de la raíz suele verse estimulado como estrategia para incrementar la superficie de explotación del recurso (Wright y Nageswara Rao, 1994). Así, en condiciones de estrés, la raíz principal es muy vigorosa y desarrolla en profundidad, absorbiendo agua de las capas más profundas del suelo (Nageswara Rao *et al.,* 1988). Painawadee *et al.,* (2009) informaron un incremento en el peso seco radical de plantas de maní relacionado a una mayor densidad y longitud. De este modo, la capacidad del maní para mantener un sistema radicular viable durante períodos de estrés hídrico contribuiría a la tolerancia del cultivo a esta condición desfavorable (Reddy *et al*., 2003).

En condiciones de estrés hídrico, una de las respuestas fisiológicas fundamentales de la planta es la acumulación de la hormona ácido abscísico (ABA), componente clave en la regulación de respuestas esenciales para la adaptación al estrés, actuando como una señal a larga distancia (raíz-hoja) del potencial agua en el suelo. Las respuestas inducidas por ABA incluyen cambios en la conductancia

estomática asociados con la reducción en la transpiración y en la incorporación de CO_2, acumulación de osmolitos y expresión de genes específicos. Por tal motivo, ABA es definido como la principal hormona de estrés debido a su rápida acumulación bajo estas condiciones y a su participación en mecanismos fisiológicos y bioquímicos que ayudan a la supervivencia de las plantas (Zhang *et al.*, 2006). Un paso limitante en la síntesis de ABA es el clivaje oxidativo del compuesto cis-epoxicarotenoide que es llevado a cabo por la enzima 9-cis-epoxicarotenoide dioxigenasa (NCED). Rong-Wan y Li (2006) demostraron que la expresión del gen (AhNCED1) en plantas de maní es inducido por la deshidratación. Así, en respuesta al déficit hídrico, el transcripto (AhNCED1) y ABA endógeno se acumulan predominantemente en hojas y tallos, lo que sugiere la producción adicional de ABA en hojas de maní.

Entre las respuestas bioquímicas a la condición de estrés se encuentra la producción de especies reactivas del oxígeno (EROs) con moderada ($O_2^{\cdot-}$, radical superóxido; H_2O_2, peróxido de hidrógeno) o elevada ($^{\cdot}OH$, radical hidroxilo; $^1O_2$, oxígeno singlete) reactividad química. Las EROS son productos del metabolismo aeróbico normal y fotosíntesis y median procesos como la interacción con microorganismos patógenos y benéficos (Mittler *et al.*, 2004), entre otros. Cuando la producción de EROs supera la capacidad de la célula para eliminarlas puede causar un estrés oxidativo, que se manifiesta por la oxidación de lípidos (cuantificado a través del contenido de malondialdehído –MDA-), proteínas y ADN. Frente a estas condiciones, las plantas estimulan la síntesis de antioxidantes no enzimáticos como el ascorbato (vitamina C) y el glutatión (GSH) y de enzimas antioxidantes tales como superóxido dismutasa (SOD) para la dismutación de $O_2^{\cdot-}$ a H_2O_2 (Bowler *et al.*, 1992), catalasa (CAT), ascorbato peroxidasa (APX) y glutatión peroxidasa (GPX), para la reducción de H_2O_2 a H_2O (Asada, 1999; Mittler, 2002) y la glutatión reductasa (GR) responsable de la reducción del glutatión oxidado (GSSG) a GSH. La actividad de esta última enzima resulta fundamental para mantener una elevada relación GSH/GSSG, controlando el estado redox de la célula. El balance entre la producción de EROs y la actividad de las enzimas antioxidantes determina el inicio de la señalización oxidativa y/o muerte celular (Moller *et al.*, 2007).

Soave *et al.* (2011) clasificaron a 50 genotipos de maní como sensibles o tolerantes al estrés hídrico considerando el contenido de MDA, clorofila, índice de cosecha y rendimiento, concluyendo que el cultivar Granoleico, entre otros, es tolerante a dicho estrés. Furlan *et al.* (2014) analizaron algunas de las respuestas fisiológicas y bioquímicas de las plantas de maní cv. Granoleico al estrés hídrico. Los resultados obtenidos mostraron un incremento en la producción de $O_2^{\cdot-}$ y H_2O_2 con el consiguiente daño oxidativo a biomoléculas (lípidos y proteínas) y la inducción de las enzimas antioxidantes en nódulos revelando un estado de estrés oxidativo. Además, se observó un aumento significativo en los niveles de la fitohormona ABA en hojas y raíces de plantas, lo que podría constituir un factor clave para evitar la pérdida de agua (Furlan *et al.*, 2013). En esta leguminosa, la rehidratación de las plantas es capaz de revertir los niveles de los bioindicadores de estrés hídrico y oxidativo (ABA, azúcares solubles y EROs) y el daño a biomoléculas (lípidos y proteínas) en un corto período (72 h) (Furlan *et al.*, 2012).

Es conocido que el estrés hídrico afecta la nodulación, el crecimiento de los nódulos (biomasa) y la FBN en diferentes leguminosas, incluyendo al maní (Hungria y Vargas, 2000; Giller, 2001; Pimratch *et al.*, 2008a). Los efectos del estrés hídrico en el funcionamiento del nódulo podrían resumirse en: a) disminución del ingreso de compuestos carbonados al nódulo a través del floema, b) modificación de la permeabilidad al oxígeno debido a alteraciones en la morfología de células corticales y espacios intercelulares; y c) cese de la producción de compuestos nitrogenados por autorregulación negativa debido a la acumulación de los mismos en el nódulo (Serraj *et al.*, 1999). La información acerca del efecto del estrés hídrico sobre la FBN en maní es controversial. Autores como Venkateswarlu *et al.*

(1989) han observado que en maní dicho proceso es extremadamente sensible a períodos de déficit hídrico. Sinclair *et al.* (1995) informaron que cultivares de maní susceptibles a estrés hídrico no mostraron diferencias en las tasas de FBN, excepto cuando el estrés fue severo. Furlan *et al.* (2012) mostraron una disminución en el número y peso seco de nódulos y en el contenido de N en plantas de maní cultivar Granoleico bajo un estrés hídrico severo. Del mismo modo, Nambiar y Dart (1983) y Pimratch *et al.* (2008b) encontraron que la reducción en la tasa de FBN en maní era proporcional a la severidad del estrés impuesto, mientras que DeVries *et al.* (1989) mostraron que el maní fue menos sensible al estrés hídrico que soja, poroto y arveja.

Impacto del Cadmio sobre el maní y los microorganismos simbiontes: mecanismos bioquímicos y fisiológicos involucrados en la estrategia de tolerancia

Los microorganismos y las plantas en su ambiente natural están expuestos a diferentes contaminantes entre ellos, los metales pesados. Estos están presentes naturalmente en los suelos, pero en los últimos años la polución ambiental por metales y metaloides es cada vez más intensa como consecuencia del aumento de una variedad de actividades antropogénicas: vertido de aguas residuales urbanas, aplicación de fertilizantes, uso de pesticidas, operaciones en la industria minera, etc., que están afectando progresivamente a más y diversos ecosistemas (Pinto *et al*., 2004). Uno de los metales pesados más perjudiciales para la naturaleza, aún en bajas concentraciones es el cadmio (Cd). En la corteza terrestre, este metal se encuentra en cantidades muy bajas (< 1 mg/kg) (Roberts, 1996). En suelos agrícolas, las principales fuentes de Cd provienen del uso de fertilizantes a base de fosfatos, lodos y residuos industriales. En particular, el aporte de Cd por los fertilizantes fosfatados es considerado uno de los problemas más graves de contaminación en países que tienen una intensa economía de exportación agrícola como Australia. Hasta el año 2001, en Argentina, no existía una legislación que regulara las concentraciones de Cd en los suelos. En 2002, por decreto reglamentario 831 (1993) de la Ley Nacional 24051 de residuos, determinaron los niveles guía o valores permitidos de Cd en los suelos. En esta ley se expuso que el contenido de Cd en los suelos agrícolas, de uso residencial e industrial no debiera sobrepasar los 3,5 y 20 mg Cd kg^{-1} suelo, respectivamente. Un dato relevante es que las concentraciones de Cd en los suelos podrían superar dicho límite debido a malas prácticas de las actividades humanas (minería, uso excesivo de fertilizantes, etc.), o bien como consecuencia de la naturaleza del suelo y de las condiciones climáticas. Numerosos países poseen legislaciones que regulan la concentración de Cd en fertilizantes y su aplicación, y son muy rigurosos en cuanto a su cumplimiento. Sin embargo, en Argentina no hay regulación que establezca el máximo contenido permitido de dicho metal en los fertilizantes, por lo que la aplicación reiterada de éstos a base de fosfatos puede resultar en un grave problema para el ambiente.

Los estudios tendientes a conocer el efecto del Cd sobre el crecimiento de la planta de maní en ensayos de invernáculo son escasos, y existe aún menos bibliografía sobre ensayos realizados a campo. Si bien las plantas incorporan metales del suelo, la eficacia de su captación es dependiente de la disponibilidad, la que a su vez depende de muchos factores tales como pH, contenido de materia orgánica en el suelo, etc. (Greger, 2004). En Australia, se encontraron altas concentraciones de Cd en el tegumento y en el grano de maní (0,67 mg kg^{-1}), lo cual es un grave problema para el consumo humano (Bell *et al*., 1997). En Argentina, el contenido de Cd en el tegumento alcanzó valores de 0,3 mg kg^{-1} (Spahn *et al*., 2002). Por otra parte, Inga *et al.* (2003) analizaron los niveles de Cd en granos de maní provenientes de la región manisera de Córdoba - Argentina, los valores hallados (0,04 mg kg^{-1}) fueron inferiores a lo establecido por las regulaciones internacionales de la Unión Europea (0,5 mg kg^{-1}).

Estudios realizados por investigadores de EE.UU. en suelos de Perú, África y EE.UU. demostraron que en el suelo persiste al menos el 80% del Cd proveniente de impurezas de los fertilizantes fosfatados aplicados (Kponbleku y Tabatabai, 1994). Es así que el manejo no adecuado de las prácticas agrícolas, aplicando fertilizantes fosfatados de forma desmedida, impactaría negativamente no sólo en los microorganismos del suelo y en el rendimiento del maní sino que afectaría de manera considerable a la salud humana por el consumo de granos contaminados con el metal.

Es conocido que la toxicidad por metales pesados se debe en parte al estrés oxidativo producido por las EROs generadas a través de diferentes mecanismos dependiendo del metal de que se trate. El Cd no experimenta cambios redox y por lo tanto, a diferencia del Fe o Cu, no actúa directamente en la generación de EROs. Sin embargo, puede actuar como prooxidante a través de la alteración de los sistemas de defensa antioxidante. El estrés oxidativo producido por el Cd se manifiesta por daños a lípidos y proteínas tales como la peroxidación lipídica y la formación de grupos carbonilo. Los microorganismos y las plantas poseen sistemas de defensa antioxidante (enzimático y no enzimático) para mantener el estado redox y mitigar el daño causado por el estrés oxidativo. Por otra parte, las plantas han desarrollado distintas estrategias para protegerse de la toxicidad del Cd que involucran a la raíz como primera barrera de defensa mediante la inmovilización del metal y el secuestro del Cd intracelular por fitoquelatinas (PCs) y la posterior compartimentalización en la vacuola. Las PCs son polipéptidos de composición (γGlu-Cys)n-Gly, donde n=2-11, y su síntesis se induce en presencia del metal usando al glutatión como sustrato. Los ensayos tendientes a conocer el efecto del Cd en plantas de maní cv Granoleico mostraron que el metal produce alteraciones en el crecimiento dependiendo de la concentración aplicada al medio de cultivo (Figura 2). A 10 µM Cd, el contenido de H_2O_2, la oxidación de lípidos y proteínas en raíces y hojas así como el contenido de clorofila de las hojas no se encontraron alterados. También, se determinó que el metal se halla acumulado mayormente en raíces y sólo una pequeña parte es traslocada a las hojas. Dado que se identificaron diferentes tipos de fitoquelatinas en raíces, resulta probable que estas moléculas actúen previniendo un daño extensivo del metal sobre los lípidos y proteínas en hojas y raíces. Se propuso entonces que las PCs podrían cumplir un rol importante en el mecanismo de defensa de la planta secuestrando el Cd intracelular y limitando posiblemente el daño oxidativo a macromoléculas (Bianucci *et al.*, 2012a).

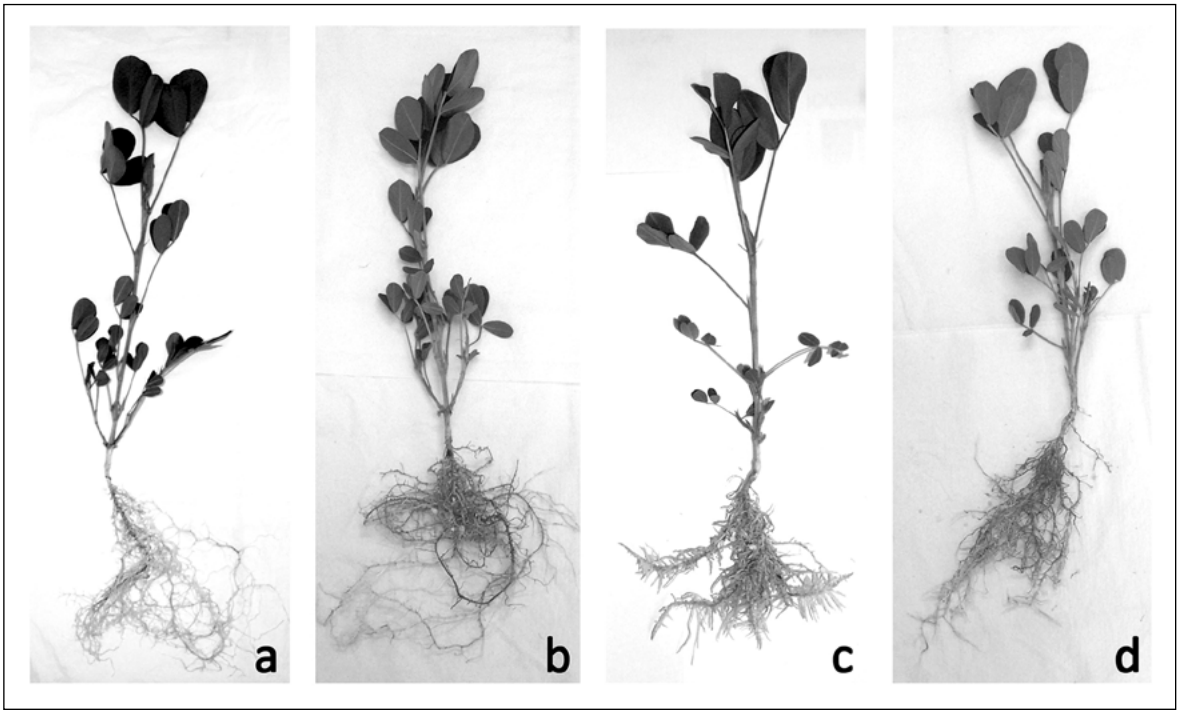


Figura 2. *Plantas de maní expuestas a distintas concentraciones de cadmio (µM): a) 0, b) 10, c) 20 y d) 40.*

En la interacción simbiótica leguminosa-microorganismo, es altamente sensible a la toxicidad por metales pesados y, en particular, la presencia de Cd en el suelo reduce la formación y funcionalidad de los nódulos (Porter y Sheridan, 1981; Balestrasse *et al*., 2004). Investigaciones sobre el efecto del Cd en microorganismos simbiontes de maní revelaron una respuesta diferencial del crecimiento indicando que existen variaciones específicas de cepa que influyen en la tolerancia al metal (Bianucci *et al*., 2011). Así, las cepas tolerantes mostraron un aumento significativo del contenido de glutatión (GSH), por lo que se puede inferir que este tiol se encuentra involucrado en la defensa antioxidante favoreciendo el crecimiento bacteriano. Asimismo, la mayor actividad de las enzimas glutatión reductasa (GR) y glutatión peroxidasa (GPX) encontrada en la cepa tolerante (*Bradyrhizobium* sp. NLH25) permite mantener una elevada relación GSH/GSSG intracelular, siendo ésta una de las posibles causas de la tolerancia al metal (Bianucci *et al*., 2012b). Específicamente en la simbiosis maní-*Bradyrhizobium* sp., la adición de 10 µM Cd al medio de cultivo produjo una disminución significativa del número y peso seco de nódulos así como en el contenido de N en las plantas inoculadas con la cepa sensible (*Bradyrhizobium* sp. SEMIA6144) o con la cepa tolerante (*Bradyrhizobium* sp. NLH25). Por lo tanto, la disminución en el contenido de N de la parte aérea podría estar relacionada no sólo con el efecto negativo que produce el metal sobre la funcionalidad de los nódulos sino que, además, podría ser consecuencia de la disminución en la viabilidad de los microorganismos frente al Cd, lo cual se reflejó en el menor número de nódulos observado. Los nódulos inducidos por la cepa tolerante o sensible presentaron similar acumulación del metal y un incremento en la producción de EROs. Estos resultados ponen en evidencia que el Cd impacta negativamente en el proceso de nodulación de las plantas de maní siendo más afectada la interacción simbiótica establecida con la cepa sensible al metal (Bianucci *et al.,*2013).

Implicancia del estrés oxidativo en la senescencia de nódulos de maní

La FBN requiere un cuidadoso balance de las relaciones de oxígeno debido a la alta demanda energética del proceso y el riesgo asociado de la generación de EROs. Específicamente, la actividad del complejo nitrogenasa es extremadamente demandante de ATP y por lo tanto de O_2 (16 ATP por cada N_2 fijado), el cual inactiva irreversiblemente la enzima nitrogenasa. En el nódulo el O_2 está principalmente ligado a la leghemoglobina, aunque también se encuentra, en muy bajos niveles, de forma libre proveyendo de este modo condiciones de microaerofilia para la actividad fijadora. Los mecanismos por los cuales se genera EROs en los nódulos incluyen la autooxidación de la leghemoglobina, las fuertes condiciones reductoras y la oxidación de enzimas tales como la nitrogenasa, ferredoxina e hidrogenasa (Becana *et al.*, 2000).

En algunas leguminosas (poroto, soja y lupino) se ha demostrado que durante la senescencia nodular disminuyen los niveles de las proteínas totales (parámetro indicador de senescencia) y de moléculas implicadas en la defensa antioxidante y se incrementa la formación de pigmentos verdes como consecuencia de la oxidación de la leghemoglobina (Becana *et al.*, 2000; Puppo *et al.*, 2005). Numerosas referencias bibliográficas indican un aumento de O_2^- y H_2O_2 a medida que avanza la senescencia (Porcel *et al.*, 2003; Hérouart *et al.*, 2002; Muglia *et al.*, 2008) y, como consecuencia, se produce la oxidación de lípidos y proteínas (Evans *et al.*, 1999; Matamoros *et al.*, 2003) generando un estrés oxidativo.

Carlier *et al.* (2013) estudiaron la senescencia nodular natural de maní mostrando que a los 25 días post-inoculación (dpi) el 100% de los nódulos analizados eran rojos, indicando una activa fijación de N. Estos valores disminuyeron alcanzando un 54% a los 60 dpi y un 39% a los 80 dpi. El contenido de proteínas solubles totales de dichos nódulos también disminuyó a los 80 dpi. Por el contrario, no se observaron alteraciones en la producción de EROS ni en la oxidación de lípidos. En base a estos resultados se puede inferir que la senescencia natural en los nódulos de maní parece comenzar a los 80 dpi (de modo similar a lo que ocurre en otras leguminosas), pero que dicho proceso no estaría acompañado por un estallido oxidativo.

Las prácticas fitosanitarias y su relación con la diversidad de microorganismos del suelo asociados al cultivo de maní

Las poblaciones de microorganismos que habitan el suelo en el cual se desarrollan los cultivos agrícolas y la rizósfera, están sujetas a varios factores que influyen en su densidad, composición y actividad. Entre ellos se incluyen las prácticas agrícolas que pueden afectar directa o indirectamente a las comunidades microbianas y a las interacciones que ellas establecen con los cultivos. Las altas tasas de fertilizantes inorgánicos y pesticidas aplicados no sólo causan daños en el hábitat, sino también en las densidades de bacterias y hongos del suelo, promoviendo o suprimiendo el crecimiento y la actividad microbiana y generando cambios detectables en la estructura poblacional del suelo (Kremmer y Means, 2009; Girvan *et al.*, 2004).

Hay numerosas referencias bibliográficas que demuestran el efecto adverso de los agroquímicos sobre los microorganismos de importancia agrícola. En general, los estudios que se realizan se basan en el recuento de microorganismos de grupos ecológicos específicos o totales, determinación de actividades enzimáticas como la actividad nitrogenasa, efectos sobre la interacción entre microorganismos y plantas y aproximaciones moleculares sobre la influencia en la diversidad microbiana de suelos (Doneche *et al.,* 1983; Agarwal *et al.,* 1986; Martínez-Toledo *et al.,* 1997; Shu-Kang

et al., 2001). Torres *et al.* (2009) demostraron que dosis altas de insecticidas como Metilparatión, Carbofuran y Lambdacialotrina tuvieron un efecto inhibitorio de la actividad biológica y la biomasa bacteriana en los primeros días de aplicación. Por su parte, Lagos Caballero *et al.* (2007) evaluaron el efecto del herbicida Atrazina sobre poblaciones del suelo y los resultados indicaron que a lo largo del tiempo el herbicida producía una disminución en el número de bacterias amonificantes, desnitrificantes, nitrificantes y Nitrobacter. Fabra *et al.* (1998) demostraron que el fungicida Mancozeb causa una disminución del 50% en la viabilidad del microsimbionte de maní *Bradyhizobium* sp USDA 3187 y afecta la interacción simbiótica.

Angelini *et al.* (2013) informaron un efecto negativo de las prácticas fitosanitarias convencionales en el cultivo de maní sobre la abundancia y diversidad de microorganismos fijadores de nitrógeno de vida libre, así como sobre la actividad nitrogenasa del suelo. Sin embargo, no se observaron alteraciones en la abundancia de bacterias solubilizadoras de fosfatos por acción de dichas prácticas agrícolas (Anzuay *et al.*, 2009).

Acompañando a estos estudios, se ha observado un incremento de los controles de registro y aprobación de sustancias químicas para ser utilizadas en la agricultura incluyendo, en algunos países, mediciones de los efectos en la microflora del suelo. Así por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, en las guías de registros de pesticidas, requiere información referida a estudios de los efectos de dichas sustancias químicas sobre funciones microbianas en suelos (Barbera, 1998). Comprender el efecto de estos agroquímicos sobre la diversidad microbiana del suelo y su funcionamiento podría contribuir a mejorar la calidad del suelo y a desarrollar agroecosistemas sustentables.

Respuesta del cultivo de maní a la inoculación

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de nitrógeno. La aplicación de inoculantes para este cultivo depende de la fertilidad del suelo y de los cultivos que lo preceden. Las leguminosas poseen un mecanismo de regulación que limita la FBN cuando la planta puede satisfacer su demanda desde otra fuente. En consecuencia es posible suponer que en condiciones de baja disponibilidad de nitrógeno en el suelo, la proporción del nutriente aportada por la FBN sería mayor y lo inverso ocurriría en condiciones de alta fertilidad (Castro *et al.*, 2006).

La variabilidad de los rendimientos de grano en el cultivo de maní se puede atribuir a una inadecuada nutrición nitrogenada como consecuencia de una baja disponibilidad de N en el suelo y una pobre FBN de cepas rizobianas nativas, aun cuando éstas inducen la formación de nódulos. Los beneficios de la inoculación con cepas eficientes han sido demostrados para diversas leguminosas (Reddy *et al.*, 1981; Cholaky *et al.*, 1983; Reddy *et al.*, 1998). La respuesta del cultivo de maní a la inoculación es variable. Castro *et al.* (2006) informaron que en un suelo con alta fertilidad, aún cuando la inoculación no incrementó el rendimiento del cultivo de maní, la asociación simbiótica aportó, en promedio, el 27% del N acumulado por las plantas. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores (Fabra *et al.*, 2000; Bogino *et al.*, 2005) en contraste con otros estudios en los que se determinó una respuesta a la inoculación (Díaz-Zorita *et al.*, 2004; Lanier *et al.*, 2005; Zapata *et al.*, 2014; Baliña y Díaz-Zorita, 2006). En cuanto a la técnica de inoculación, se obtuvieron mayores beneficios cuando la misma se realizó en surco, en comparación con la inoculación de semillas (Lanier *et al.*, 2005).

El conocimiento de los antecedentes del cultivo de los suelos a inocular es relevante. Diversos trabajos indican una mayor respuesta en sitios sin antecedentes de cultivo de maní que en aquéllos con rotación manisera (Lanier *et al.*, 2005; Baliña y Díaz-Zorita 2006; Jordan *et al.*, 2006). En ensayos a campo realizados en la campaña 2007/2008 en tres localidades (Pizarro, Chaján y Huinca Renancó) ubicadas al sur - suroeste de la provincia de Córdoba, se observó que, en Chaján, la inoculación con cepas nativas de *Bradyrhizobium* sp. no indujo variaciones en el rendimiento, en relación a la muestra sin inocular. En Pizarro, se observó un incremento en el rendimiento del 30% y del 20% de maní tipo confitería. En Huinca Renancó, se determinó un aumento en el rendimiento de 380 kg ha^{-1}, aunque no fue estadísticamente significativo. La falta de respuesta en Chaján probablemente se deba al estrés hídrico sufrido por el cultivo durante el llenado de fruto. En Pizarro, donde se observó mayor respuesta, el suelo es arenoso, muy pobre en materia orgánica y el número de nódulos formados en plantas sin inocular fue muy reducido o nulo (Valetti *et al.*, 2008).

En algunos casos, las cepas indígenas ineficaces son más competitivas que la introducida (Godar *et al.*, 2010). La persistencia en el suelo de cepas efectivas de rizobios inoculados, depende de su competitividad para la formación de nódulos, en relación con la población nativa de rizobios. En numerosos trabajos se ha encontrado que el número de nódulos ocupados por las cepas inoculadas es bajo, lo que indicaría su escasa competitividad. Esta característica constituiría una de las causas de la falta de respuesta a la inoculación (Castro *et al.*, 1999; Bogino *et al.*, 2005; Castro *et al.*, 2006; Bogino *et al.*, 2008). De allí que, en la producción de inoculantes, resulta necesario realizar una adecuada selección de cepas no sólo altamente eficaces en la fijación de nitrógeno atmosférico y capaces de sobrevivir en las condiciones ecológicas de la zona que se introducen, sino también altamente competitivas, incrementando como consecuencia el rendimiento de maní.

Bibliografía citada

Agarwal, T.C.; N. Narula y K.G. Gupta. 1986. Effect of some carbamate pesticides on nodulation, plant yield and nitrogen fixation by Pisum sativum and Vigna sinensis in the presence of their respective rhizobia. *Plant Soil*, 94: 125 – 132.

Angelini, J.; S. Castro y A. Fabra. 2003. Alterations in root colonization and nodC gene induction in the peanut-rhizobia interaction under acidic conditions. *Plant Physiol. Biochem*., 41: 289-294.

Angelini, J.; S. Ghio; T. Taurian; F. Ibáñez; M.L. Tonelli; L. Valetti; S. Anzuay; L. Ludueña; V. Muñoz y A. Fabra. 2013. The effects of pesticides on bacterial nitrogen fixers in peanut-growing area. *Archives of Microbiology*., 195: 683-692.

Anzuay, M.; S. Ghio; J. Angelini; T. Taurian y A. Fabra. 2009. Effects of agrochemicals on phosphate solubilizing and nitrogen fixing bacteria associated to peanut crop. VI Congreso Argentino de Microbiología General. Villa Carlos Paz, Córdoba, 21-23/10/09. p: 54.

Anzuay, S.; T. Taurian; J. Angelini; L. Tonelli y A. Fabra. 2007. Aislamientos de maní solubilizadores de fosfato. VI Reunión Nacional Científico Técnica de Biología del suelo y VI Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Río Cuarto; Córdoba; Argentina; 4-6/07/07. p: 46.

Arora, N.K; Kang, S. C. y Maheshwari, D. K. 2001. Isolation of siderophore-producing strains of *Rhizobium meliloti* and their biocontrol potential against *Macrophomina phaseolina* that causes charcoal rot of groundnut. *Curr. Sci*. 25: 674–677.

Asada, K. 1999. The water–water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant Phys*., 50: 601–639.

Barbera H.A., 1989. *Pesticidas Agrícolas*. Omega. Barcelona p: 259-265.

Baker, K.F. y R.J. Cook. 1985. Biological control of plant pathogens. En: Hoy, M.A. y D.C. Herzog. *Biological control in agricultural IPM systems*. Academic Press Inc. New York. p: 25 – 39.

Balestrasse, K.B.; S.M. Gallego y M.L. Tomaro. 2004. Cadmium-induced senescence in nodules of soybean (*Glycine max* L.) plants. *Plant Soil*, 262: 373 – 381.

Baliña, R.M y M. Díaz-Zorita. 2006. Aporte de la fertilización fosfatada a la fijación biológica de nitrógeno en soja. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y I Reunión de Suelos de la Región Andina. Salta- Jujuy.

Bashan, Y. y L.E. de-Bashan. 2005. Plant growth – promoting. En: Hillel, D. *Encyclopedia of soils in the environment,* 1: 103-115.

Becana, M.; D.A. Dalton; J.F. Moran; I. Iturbe-Ormaetxe; M.A. Matamoros y M.C. Rubio. 2000. Reactive oxygen species and antioxidants in legume nodules. *Physiologia Plantarum*, 109: 372 – 381.

Bell, M.J.; M.J. McLaughlin; G. C. Wright y A. Cruickshank. 1997. Inter- and intra-specific variation in accumulation of cadmium by peanut, soybean and navybean. *Australian J. Agric. Res*., 48: 1151 – 1160.

Bhatia, S.; D.K. Maheshwari; R.C. Dubey; D.S. Arora; V.K. Bajpai y S.C. Kang. 2008. Beneficial effects of fluorescent Pseudomonas on seed germination; growth promotion and suppression of charcoal rot in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Microbiol. Biotechnol.,* 18: 1578 – 1583.

Bianucci, E.; A. Fabra y S. Castro. 2011. Cadmium accumulation and tolerance in *Bradyrhizobium* spp. (peanut microsymbionts). *Curr Microbiol*., 62: 96 – 100.

Bianucci, E; J. Sobrino-Plata; RO. Carpena-Ruiz; M.C. Tordable; A. Fabra; L.E. Hernández y S. Castro. 2012a. Contribution of phytochelatins to cadmium tolerance in peanut plants.*Metallomics*, 4:1119-1124.

Bianucci, E.; A. Fabra y S. Castro. 2012b. Involvement of glutathione and enzymatic defense system against cadmium toxicity in *Bradyrhizobium* sp. strains (peanut symbionts). *Biometals*, 25: 23 – 32.

Bianucci, E; A. Furlan; J. Rivadeneira; J. Sobrino-Plata; RO. Carpena-Ruiz; M.C. Tordable; A. Fabra; L.E. Hernández y S. Castro. 2013. Influence of cadmium on the symbiotic interaction established between peanut (*Arachis hypogaea* L.) and sensitive or tolerant bradyrhizobial strains. *J. Environ. Manage*, 130:.126.-.134.

Black, C.; D. Tang; C. Ong; A. Solon y L. Simmonds. 1985. Effects of soil moisture stress on the water relations and water use of groundnut stands. *New Phytol*., 100: 313 – 328.

Bogino, P.; E. Banchio; C. Bonfiglio y W. Giordano. 2008. Competitiveness of a *Bradyrhizobium sp*. strain in soils containing indigenous rhizobia. *Curr.Microbiol*., 56: 66 – 72.

Bogino, P.; E. Banchio y W. Giordano. 2010. Molecular diversity of peanut-nodulating rhizobia in soils of Argentina. *J. Basic Microbiol*. 50: 274 – 279.

Bogino, P.; E. Banchio; L. Rinaudi; G. Cerioni; C. Bonfiglio y W. Giordano. 2005. Peanut (*Arachis hypogaea*) response to inoculation with *Bradyrhizobium* sp. in soils of Argentina. *Ann. Appl. Biol*., 148: 207 – 212.

Boogerd, F.C. y D. van Rossum. 1997. Nodulation of groundnut by Bradyrhizobium: a simple infection process by crack entry. *FEMS Microbiol. Rev*., 21: 5 – 27.

Boote, K. y D. Ketring. 1990. Peanut. En: Stewart B.; Nielsen; D. Irrigation of agricultural crop. *Agron. Monograph*, 30: 675 – 717.

Bowler, C.; M. Van Montagu y D. Inzé. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu. Rev. Plant Phys*., 43: 83 – 116.

Carlier, E.; S. Castro y A. Fabra. 2013. Production of reactive oxygen species in peanut nodules. *Comm. Plant Sci*., 3: 11 – 14.

Castro, S.; G. Cerioni; O. Giayetto y A. Fabra. 2006. Contribución relativa del nitrógeno del suelo y del fijado biológicamente a la economía de la nutrición nitrogenada de maní (*Arachis hypogaea* L.) en diferentes condiciones de fertilidad. *Agriscientia*, 23: 55 – 66.

Castro, S.; M. Permigiani, M. Vinocur y A. Fabra. 1999. Nodulation in peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots in the presence of native and inoculated rhizobia strain. *Appl. Soil Ecol*., 13: 39 – 44

Cattelan, A.J.; P.G. Hartel y J.J. Fuhrmann. 1999. Screening for plant growth-promoting rhizobacteria to promote early soybean growth. *Soil Science Society of America Journal*, 63: 1670 – 1680.

Chandler, M. 1978. Some observations of infection of *Arachis hypogaea* L. by Rhizobium.*J. Exp. Bot*., 29: 749 -755.

Chandler, M.; R. Date y R. Roughley. 1982. Infection and root nodule development in Stylosanthes species by Rhizobium. *J. Exp. Bot*., 33: 47-57.

Chang, Y.L.; J.Y. Wang; E.T. Wang; H.C. Liu; X.H. Sui y W.X. Chen. 2011. *Bradyrhizobium lablabi* sp. nov., isolated from effective nodules of *Lablab purpureus* and *Arachis hypogaea*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.,* 61: 2496-2502.

Charron, D.; J. Pingret; M. Chabaud; E.P. Journet y D.G. Barker. 2004. Pharmacological evidence that multiple phospholipid signaling pathways link Rhizobium nodulation factor perception in Medicago truncatula root hairs to intracellular responses; including Ca^{2+} spiking and specific ENOD gene expression. *Plant Physiol*., 136: 3582 – 3593.

Cholaky, L.; O. Giayetto; E.C. Neuman y S. Cavaignac.1983. Respuesta del maní (*Arachis hypogaea* L) a la inoculación del suelo con *Rhizobium* sp. *Rev. UNRC*, 3: 173 – 179.

Clavel, D.; N.K. Drame; H. Roy-Macauley, S. Braconnier y D. Laffray. 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars. *Environ. Exp. Bot*., 54: 219 – 230.

Compant, S.; B. Duffy; J. Nowak; C. Clément y E. Ait Barka. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl. Environ. Microbiol*., 71: 4951 – 4959.

Dardanelli, M.; J. Angelini y A. Fabra. 2003. A calcium-dependent bacterial surface protein is involved in the attachment of rhizobia to peanut roots. *Can. J. Microbiol*., 49: 399 – 405.

Dardanelli, M.S.; V. Busto; P. Pereira; M. Bueno y M. García. 2008. Abiotic stress and response of peanut-rhizobia. En: Columbus, F. *Peanut crop*. Huntington New York. Nova Publishers.p: 1 – 10.

Deshwal, V. K; Dubey, R. C. y Maheshwari, D. K. 2003. Isolation of plant growth–promoting *Bradyrhizobium* (Arachis) sp with biocontrol potential against *Macrophomina phaseolina* causing charcoal rot of peanut. *Curr Sci*., 84: 443–448.

DeVries, J.D.; J.M. Bennett; K.J. Boote; S.L. Albrecht y C.E. Maliro. 1989. Nitrogen accumulation and partitioning by three grain legumes in response to soil water deficits. Field Crop Res., 22: 33 – 44.

Dey, R.; K.K. Pal; D.M. Bhatt y S.M. Chauhan. 2004. Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) plant growth-promoting rhizobacteria. Microbiol. Res., 159: 371 – 394.

Díaz, C.; Melchers, L.; Hooykaas, O.; Lugtenberg, B.; Kijne, J.1989 Root lectin as a determinant of host-plant specificity in the Rhizobium-legume symbiosis. Nature 338:579-581

Díaz-Zorita, M. y R. Baliña. 2004. Respuesta de cultivos de maní a la inoculación con *Bradyrhizobium* sp. *Ciencia del Suelo*, 22: 7 - 10.

Doneche, B.; G. Seguin y P. Ribereau-Gayon. 1983. Mancozeb effect on soil microorganisms and its degradation in soils. *Soil Sci*., 135: 361.

Duijff, B.; G. Recobert; P. Bakke; J. Lóper y P. Lemanceau.1999.Microbial antagonism at the root level is involved in the suppression of Fusarium wilt by the combination of nonpathogenic *Fusarium oxysporum* Fo47 and *Pseudomonas putida* WCS358. *Phytopathology*, 89: 1073 – 1079.

El-Akhal, M.R.; A. Rincón; F. Arenal; M. Lucas; M. El Mourabit; S. Barrijal y J. Pueyo. 2008. Genetic diversity and symbiotic efficiency of rhizobial isolates obtained from nodules of *Arachis hypogaea* in northwestern Morocco. *Soil Biol. Biochem*., 40: 2911 – 2914.

Engstrom, E.M.; W. David; D.W. Ehrhardt; R.M. Mitra y S.R. Long. 2002. Pharmacological analysis of Nod factor-induced calcium spiking in *Medicago truncatula*. Evidence for the requirement of Type IIA calcium pumps and phosphoinositide signalling.*Plant Physiol*., 128: 1390 – 1401.

Evans, P.J.; D. Gallesi; C. Mathieu; M.J. Hernandez; M. de Felipe; B. Halliwell y A. Puppo. 1999. Oxidative stress occurs during soybean nodule senescence. *Planta*, 208: 73–79.

Fabra, A.; J. Angelini; A. Donolo; P. Permigiani y S. Castro. 1998. Biochemical alterations in *Bradyrhizobium* sp USDA3187 induced by the fungicide Mancozeb. *Antonie van Leeuwenhoek*., 73: 223 – 228.

Fabra, A.; S. Castro; T. Taurian; J. Angelini; F. Ibañez; M. Dardanelli; M.L. Tonelli; E. Bianucci y L. Valetti. 2010. Interaction among *Arachis hypogaea* L. (peanut) and beneficial soil microorganisms: how much is it known? *Critical Reviews in Microbiology*, 36: 179 – 194.

Fabra, A.; O. Giayetto; G. Cerioni y S. Castro. 2000. Interaction among peanut microsymbionts and a biocontrol agent in the rhizosphere.*θYTON*, 68: 31 – 37.

Ferguson, B.J.; A. Indrasumunar; S. Hayashi; M.H. Lin; Y. Lin; D. Reid y M. Gresshoff. 2010. Molecular analysis of legume nodule development and autoregulation. *J. Integr. Plant Biol.*, 52: 61 – 76.

Furlan, A.; A. Llanes; V. Luna y S. Castro. 2012. Physiological and biochemical responses to drought stress and subsequent rehydration in the symbiotic association peanut-Bradyrhizobium sp. *ISRN Agron*., DOI:10.5402/2012/318083.

Furlan, A.; A. Llanes; V. Luna y S. Castro. 2013. Abscisic acid mediation in hydrogen peroxide production in peanut under water stress. *Biol. Plant*, 57 (3): 555 - 558.

Furlan, A.; E. Bianucci; M.C. Tordable; S. Castro y K.J. Dietz. 2014. Antioxidant enzyme activities and gene expression patterns in peanut nodules during a drought and rehydration cycle. *Funct. Plant Biol*., 41: 704–713.

Gage, D.J. 2004.Infection and invasion of roots by symbiotic, nitrogen-fixing rhizobial during nodulation of temperate legumes.*Microbiol.Molec. Biol. Rev*., 68: 280 - 300.

Gage, D.J.; T. Bobo y S.R. Long. 1996. Use of green fluorescent protein to visualize the early events of symbiosis between Rhizobium meliloti and alfalfa, *Medicago sativa. J. Bacteriol*., 178: 7159.

Gage, D. J. y W. Margolin. 2000. Hanging by a thread: invasion of legume plants by rhizobia. *Curr.Opin.Microbiol.* 3:613-617.

Giller, K.E. 2001.*Nitrogen fixation in tropical cropping systems*.2nd Ed., CAB International, Wallingford – UK.423 p.

Girvan, M.; J. Bullimore; A. Ball; J. Pretty y A. Osborn. 2004. Soil type is the primary determinant of the composition of the total and active bacterial communities in arable soils. *Appl. Environ. Microbiol*., 70: 2692 – 2701.

Glick, B.R.; C. Patten; G. Holguin y D. Penrose. 1999. *Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth-promoting bacteria*. Imperial College Press. London - UK. 270 p.

Godar, S.; T. Mansour; S. M. Ramatoulaye; N.Fatou; K. Aboubacry; D.Diegane y N. S. Samba. 2010. Response of three peanut cultivars toward inoculation with two Bradyrhizobium strains and an arbuscular mycorrhizal fungus in Senegal.*African Journal of Microbiology Research*, 4(23): 2520 - 2527.

Greger, M. 2004. Metal availability; uptake; transport and accumulation in plants. En: Vara Prasad, M.N. *Heavy metal stress in plants. From biomolecules to ecosystems*. Springer-Verlag. Berlin – Alemania. p: 1 – 28.

Heóuart, G.; E. Baudouin; P. Frendo; J. Harrison; E. Santos; A. Janet; G. Van de Sype; D. Touati y A. Puppo. 2002. Reactive oxygen species; nitric oxide and glutathione: a key role in the establishment of the legume- Rhizobium symbiosis? *Plant Physiol Biochem*., 40: 619 – 624.

Höfte, M.; S. Buysens; N. Koedam y P. Cornelis.1993. Zinc affects siderophore-mediated high affinity iron uptake systems in the rhizosphere Pseudomonas aeruginosa 7NSK2. *Biomet*. 6: 85 – 91.

Hungria, M. y M.A.T. Vargas. 2000. Environmental factors affecting N_2 fixation in grain legumes in the tropics; with an emphasis on Brazil. *Field Crop Res*., 65: 151 – 164.

Ibañez, F.; J. Angelini; T. Taurian; M.L. Tonelli y A. Fabra. 2009. Endophytic occupation of peanut root nodules by opportunistic Gammaproteobacteria. *Syst Appl Microbiol*., 32: 49 – 55.

Ibañez, F.; T. Taurian; J. Angelini; M.L. Tonelli y A. Fabra. 2008. Rhizobia phylogenetically related to common bean symbionts *Rhizobium giardinii* and *R. tropici* isolated from peanut nodules in central Argentina. *Soil Biol. Biochem*., 40: 537 – 539.

Ibañez, F. y A. Fabra. 2011. Rhizobial Nod factors are required for cortical cell division in the nodule morphogenetic programme of the Aeschynomeneae legume Arachis. Plant Biol. 13: 794 – 800.

Inga, C.; J. Cabrera; J. Spahn; G. Lutti; R. Badini; R. Aguilar; M. Martinez y C.Casini. 2003. Valores bajos de Cd em el maní de la província de Córdoba. XVIII Jornada Nacional de Maní. Gral Cabrera - Córdoba.18/09/03. p: 60.

Islam, M,S.; H. Kawasaki; Y. Muramatsu; Y. Nakagawa y T. Seki. 2008. Bradyrhizobium iriomotense sp. nov.; isolated from a tumor-like root of the legume *Entada koshunensis* from Iriomote Island in Japan. *Biosci.Biotechnol.Biochem.*, 72: 1416 – 1429

Jordan, D.C. 1982. Transfer of Rhizobium japonicum Buchanan 1980 to Bradyrhizobium gen. nov., a Genus of slow-growing, root nodule bacteria from leguminous plants. *Int J Syst Bacteriol.*, 32: 136 – 139.

Jordan, D.L.; R.L. Brandenburg; J.E. Bailey; P. Dewayne Johnson; B.M. Royals y V.L. Curtis.2006. Compatibility of in-furrow application of acephate, inoculants, and tebuconazole in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Sci.*, 33: 112 – 117.

Kishore, G.K.; S. Pande y A.R. Podile. 2005a. Chitin-supplemented foliar application of Serratia marcescens GPS 5 improves control of late leaf spot disease of groundnut by activating defence-related enzymes. *J. Phytopathol.*, 153(3): 169 – 173.

Kishore, G.K.; S. Pande y A.R. Podile. 2005b. Biological control of collar rot disease with broad-spectrum antifungal bacteria associated with groundnut. *Can. J. Microbiol.*, 51: 123-132.

Kishore, G.K.; S. Pande; J.N. Rao y A.R. Podile. 2005c. Pseudomonas aeruginosa inhibits the plant cell wall degrading enzymes of *Sclerotium rolfsii* and reduces the severity of groundnut stem rot. *Eu.J. Plant Pathol.*, 113: 315 – 320.

Kishore, G.K.; S. Pande y A.R. Podile.2005d.Biological control of late leaf spot peanut (*Arachis hypogaea*) with chitinolytic bacteria. The American Phytopathological Society, 95: 1157 – 1164.

Kloepper, J.; C. Ryu y S. Zhang. 2004. Induced systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. *Phytophatol.*, 94: 1259 – 1266.

Kloepper, J.; S. Tuzun y J. Kúc. 1992. Proposed definitions related to induced disease resistance. *Biocontrol Science and Technology*. 2: 349 – 351.

Kponblekou, A. y M. Tabatabai. 1994. Metal contents of phosphate rocks. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 2871 – 2882.

Kremmer, R. y N. Means. 2009. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. *Eur. J. Agron.*, 31: 153 – 161.

Kuykendall, L.; B. Saxena; T. Devine y S. Udell. 1992. Genetic diversity in Bradyrhizobium japonicum Jordan 1982 and a proposal for *Bradyrhizobium elkanii* sp. nov. *Can. J. Microbiol.*, 38: 501 – 505.

Lagos Caballero, A.; R. Campos y C. Fuentes. 2007. Efecto del herbicida Atrazina sobre la población de bacterias en un suelo del municipio de Saldaña, Tolima. *Revista Colombia Forestal*, 20: 161 – 179.

Lanier, J.E.; D.L. Jordan; J.F. Spears; R. Wells y P.D. Johnson. 2005. Peanut response to inoculation and nitrogen fertilizer. *Agron. J.*, 97: 79 – 84.

Law, I.J.; W.F. Botha; U.C. Majaule y F.L. Palane.2007. Symbiotic and genomic diversity of cowpea bradyrhizobia from soils in Botswana and South Africa. *Biol. Fertil. Soils*, 43: 653 – 663.

Leeman, M.; F. den Ouden; J. van Pelt; F. Dirkx; H. Steij y B. Bakker Schippers. 1996. Iron availability affects induction of systemic resistance to Fusarium wilt of radish by *Pseudomonas fluorescens*. *Phytopathology*, 86: 149 – 155.

Ludueña, L.M. 2009. *Estudio de la población de bacterias biocontrooladoras aisladas de plantas de maní afectadas por tizón y podredumbre parda de la raíz*. Trabajo Final de Grado. FCEFQyN. UNRC.

Ludueña, L.M.; T. Taurian; J. Angelini; L. Tonelli y A. Fabra. 2009. Incidencia de bacterias biocontroladoras aisladas de plantas de maní afectadas por enfermedades fúngicas. VII Simposio Nacional de Biotecnología REDBIO-Argentina; II Congreso Internacional-REDBIO. Rosario – Argentina. 20-24/04/09 p: 185.

Lugtenberg, B. y F. Kamilova. 2009. Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology*, 63: 541 – 556.

Madhaiyan, M.; B.V. Suresh Reddy; R. Anandham; M. Senthilkumar; M. Poonguzhali; S.P. Sundaram y T. Sa. 2006. Plant-growth promoting Methylobacterium induces defense responses in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) compared with root pathogens. *Curr.Microbiol.*, 53: 270 – 276.

Manjula, K.; G.K. Kishore y A.R. Podile. 2004. Whole cells of Bacillus subtilis AF 1 proved more effective then cell-free and chitinase based formulations in biological control of citrus fruit rot and groundnut rust. *Can. J. Microbiol*., 50: 737 – 744.

March, G. y A. Marinelli. 2005. Enfermedades por hongos del rizoplano. En: March, G. y A Marinelli. *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia Impresores. Córdoba – Argentina. p: 59 – 89.

Martínez-Toledo, M.V.; V. Salermón; B. Rodelas; C. Pozo y J. González-López. 1997. Effects of the fungicide Captan on some functional groups of soil microflora. *Applied Soil Ecology*, 7: 245 – 255.

Matamoros, M.A.; D.A. Dalton; J. Ramos; M.R. Clemente; M.C. Rubio y M. Becana. 2003. Biochemistry and molecular biology of antioxidants in the rhizobia–legume symbiosis. *Plant Physiol*., 133: 499 – 509.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress; antioxidants and stress tolerance. *Trends Plant Sci.,* 7: 405 – 410.

Mittler, R.; S. Vanderauwera; M. Gollery y F. Van Breusegem. 2004. Reactive oxygen gene network of plants. *Trends Plant Sci*., 9: 490 – 498.

Moller, I.M.; P.E. Jensen y A. Hansson. 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants.*Annu. Rev. Plant Biol*., 58: 459 – 481.

Moreira, T.; F.S. Henriques; M.C. Matos y P.S. Campos. 1990. Proto-plasmatic drought resistance and water use efficiency. *Bull. Soc. Bot*. France. 137: 81 – 89.

Morgante, C.; J. Angelini; S. Castro y A. Fabra. 2005. Role of rhizobial exopolysaccharides in crack entry/intercellular infection of peanut.*Soil Biol. Biochem*., 37: 1436 – 1444.

Morgante, C.; S. Castro y A. Fabra. 2007. Role of rhizobial EPS in the evasion of peanut defence response during the crack-entry infection process. *Soil Biol. Biochem.,* 39: 1222 – 1225.

Muglia, C.; G. Comai; E. Spegazzini; P.M. Riccillo y M.O. Aguilar. 2008. Bacterial glutathione is important to prevent early senescence in common bean nodules. *FEMS Microbiology Letters*, 256: 191 – 198.

Muñoz, V.; F. Ibañez; M.L. Tonelli; L. Valetti; M.S. Anzuay y A. Fabra. 2011. Phenotypic and phylogenetic characterization of native peanut Bradyrhizobium isolates obtained from Córdoba, Argentina. *Syst. Appl. Microbiol*., 34(6): 446 – 452.

Muñoz,V.; F. Ibáñez; M. Tordable; M. Megías y A. Fabra. 2014. Role of reactive oxygen species generation and Nod factors during the early symbiotic interaction between bradyrhizobia and peanut, a legume infected by crack-entry. *J. Appl. Microbiol*. Doi:10.1111/jam.12669

Nageswara Rao, R.C.; J.H. Williams; M.V.K. Sivakumar y K.D.R. Wadia. 1988. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. Response to drought during preflowering phase. *Agronomy Journal* 80(3): 431 - 438.

Nambiar, P. y P. Dart. 1983. Factors influencing nitrogenase activity (acetylene reduction) by root nodules of groundnut, *Arachis hypogaea* L. *Peanut Sci*., 10: 26 – 29.

Nkot, L.N.; T. Krasova-Wade; F.X. Etoa; S.N. Sylla y D. Nwaga. 2008. Genetic diversity of rhizobia nodulating *Arachis hypogaea* L. in diverse land use systems of humid forest zone in Cameroon. *Appl. Soil Ecol*., 40: 411 – 416.

Oldroyd, G.E. y J.A. Downie. 2008. Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes. *Ann. Rev. Plant Biol*., 59: 519 – 546.

Oldroyd, G.E.; J. Murray; P. Poole y J. Downie. 2011. The rules of engagement in the legume-rhizobial symbiosis. *Annu. Rev. Genet*., 45: 119 - 144.

Painawadee, M.; S. Jogloy; T. Kesmala; C. Akkasaeng y A. Patanothai. 2009. Identification of traits related to drought resistance in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Asian J. Plant Sci*., 8: 120 – 128.

Pal, K.K.; R. Dey; D.M. Bhatt y S.M. Chauhan. 2000. Plant growth promoting fluorescent pseudomonads enhanced peanut growth, yield and nutrient uptake. Fifth International PGPR Workshop.*Proceedings.*

Pimratch, S.; S. Jogloy; B. Vorasoot; B. Toomsan; T. Kesmala y A. Patanothai. 2008a. Effect of drought stress on traits related to N_2 fixation in eleven peanut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes differing in degrees of resistance to drought. *Asian J. Plant Sci*., 7: 334 – 342.

Pimratch, S.; S. Jogloy; B. Vorasoot; B. Toomsan; A. Patanothai y C.C. Holbrook. 2008b. Relationship between

biomass production and nitrogen fixation under drought-stress conditions in peanut genotypes with different levels of drought resistance. *J. Agron. Crop Sci*., 194: 15 – 25.

Pinto, A.P; A.M. Mota; A. de Varennes y F.C. Pinto. 2004 Influence of organic matter on the uptake of cadmiun; zinc; copper and iron by sorghum plants. *Science Total Environmental*, 326: 239 – 247.

Podile, A.R. y G. Kishore. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria. En: Gnanamanickam, S.S. *Plant Associated Bacteria*. Springer. Netherlands. p: 195 – 230.

Porcel, R.; J.M. Barea y J.M. Ruiz-Lozano. 2003. Antioxidant activities in mycorrhizal soybean plants under drought stress and their possible relationship to the process of nodule senescence. *New Phytol*., 157: 135 – 143.

Porter, J.R. y R.P. Sheridan. 1981. Inhibition of nitrogen fixation in alfalfa by arsenate, heavy metals, fluoride and simulated acid rain. *Plant Physiology*, 68: 143 – 148.

Puppo, A.; K. Groten; F. Bastian; R. Carzaniga; M. Soussi; M.M. Lucas; M.R. de Felipe; J. Harrison; H. Vanacker y C. Foyer. 2005. Legume nodule senescence: roles for redox and hormone signaling in the orchestration of the natural aging process. *New Phytologist*, 165: 683 – 701.

Ramírez-Bahena, MH.; A. Peix; R. Rivas; M. Camacho; D.N. Rodríguez-Navarro; P.F. Mateos; E. Martínez-Molina; A. Willems y E. Velázquez. 2009. *Bradyrhizobium pachyrhizi* sp. nov. and*Bradyrhizobium jicamae* sp. nov., isolated from effective nodules of *Pachyrhizus erosus*. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*., 59: 1929 – 1934.

Reddy, T.Y, Reddy, V.R, Anbumozhi, V. 2003. Physiological responses of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to drought stress and its amelioration: A critical review. Plant Growth Regulation 41: 75-88

Reddy, G.B.; A. Mapik y B.R. Singh. 1998. Effect of residual fertilizer N, lime and Bradyrhizobium inoculum on groundnut yield; N uptake and N_2 fixation. *Acta Agr. Scan Sect. Soil Plant*, 48: 91 - 99.

Reddy, V.M.; J.W. Tanner; R.C. Roy y J.M. Elliot. 1981. The effect of irrigation, inoculants and fertilizer nitrogen on peanut (*Arachis hypogaea* L.). II: Yield. *Peanut Sci*., 8: 125 – 128.

Rivas, R.; A. Willems; J.L. Palomo; P. García-Benavides; PF. Mateos; E. Martínez-Molina; M. Gillis y E.Velázquez. 2004. *Bradyrhizobium betae* sp. nov., isolated from roots of *Beta vulgaris* affected by tumour-like deformations. Int. J. Syst. Evol. Microbiol., 54: 1271 – 1275.

Rivas, R.; M. Martensa; P. de Lajudie y A. Willems. 2009. Multilocus sequence analysis of the genus Bradyrhizobium. *Syst. Appl. Microbiol*., 32: 101 – 110.

Roberts, M. 1996. EU eyes cadmium in phosphate fertilizers. New York, United States. *Chemical Week,* 158 (23): 13.

Rojo, F.G.; M.M. Reynoso; M. Férez; S. Chulze y A.M. Torres. 2007. Biological control by *Trichoderma* species of *Fusarium solani* causing peanut brown root rot under field conditions. *Crop Protect*., 26: 549-555.

Rong Wan, X-R. y L. Li. 2006. Regulation of ABA level and water-stress tolerance of Arabidopsis by ectopic expression of a peanut 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase gene.*Biochem.Bioph. Res. Co*., 347: 1030 – 1038.

Saleena, L.; P. Loganathan; S. Rangarajan y S. Nair. 2001. Genetic diversity of Bradyrhizobium strains isolated from Arachis hypogaea. *Can. J. Microbiol*., 47: 118 – 122.

Sen, D. y R.W. Weaver. 1984. A basis for different rates of N2-fixation by the same strain of Rhizobium in peanut and cowpea root nodules. *Plant Sci. Lett*., 34: 239 – 246.

Serraj, R.; T.R. Sinclair y L.C. Purcell. 1999. Symbiotic N_2 fixation response to drought. *J. Exp. Bot.*, 50: 143 – 155.

Shu-Kang, C.; C. Edwards y S. Subler. 2001. Effects of the fungicides Benomyl, Captan and Cchlorothalonil on soil microbial activity and nitrogen dynamics in laboratory incubations. *Soil Biol. Biochem*., 33: 1971 – 1980.

Sinclair, T.R.; A.A. Lailah y A.A. Schreffler. 1995. Peanut nitrogen fixation (C_2H_2 reduction) response to soil dehydration. *Peanut Sci*., 22: 162 - 166.

Sinharoy, S. y M. DasGupta. 2009. RNA Interference Highlights the role of CCaMK in dissemination of endosymbionts in the Aeschynomeneae Legume Arachis. *Mol. Plant Microbe Interact*., 22: 1466 – 1475.

Smit, G.; J. Kijne y B. Lugtenberg. 1987. Correlation between extracellular fibrils and attachment of Rhizobium leguminosarum to pea root hair tips. *J. Bacteriol*., 168: 821 – 827.

Smit, G.; T. Logman; M. Boerrigter; J; Kijne y B. Lugtenberg. 1989. Purification and partial characterization of the Rhizobium leguminosarum biovar viciae Ca^{2+}-dependent adhesion, which mediates the first steps in at-

tachment cells of the family Rhizobiaceae to plant root hair tip. *J. Bacteriol*., 17: 4054 – 4062.

Soave, S.; P. Faustinelli; M. Buteler; J. Soave; A. Moresi; C. Oddino; C. Bianco y D. Torre. 2011. Selección de germoplasmas de maní con tolerancia a sequía. XVI Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera - Córdoba. p: 6-8.

Spahn, J.; C. Inga; J. Cabrera y R. Badini. 2002. Contribución del tegumento en el contenido de cadmio en maní pelado de la región. XVII Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera - Córdoba. 19/09/02. p: 32 – 33.

Spaink, H.P.; A. Kondorosi y P. Hooykaas. 1998. *The Rhizobiaceae: molecular biology of model plant-associated bacteria*. Dordrecht, Thew Netherlands. Kluwer Academic Publishers.566 p.

Spaink, H.P. 2000. Root nodulation and infection factors produced by rhizobial bacteria. *Ann. Rev. Microbiol*., 54: 257 – 288.

Sprent, J. 2007. Evolving ideas of legume evolution and diversity: A taxonomic perspective on the occurrence of nodulation.*New Phytol.,*174: 11 – 25.

Steenkamp, E.; T. Stepkowski; A. Przymusiak; W. Botha y I. Law. 2008. Cowpea and peanut in southern Africa are nodulated by diverse Bradyrhizobium strains harboring nodulation genes that belong to the large pantropical clade common in Africa. *Mol. Phylogenet. Evol*., 48: 1131 – 1144.

Stirling, C.M.; C.R. Black y C.K. Ong. 1989. The response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to timing of irrigation. II. ^{14}C-Partitioning and plant water status. *J. Exp. Bot*., 40: 1363 – 1373.

Sturz, A.V.; B.R. Christie y J. Noweck. 2000. Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production. *Crit. Rev. Plant Sci.,* 19: 1 - 30.

Taurian, T.; O.M. Aguilar y A. Fabra. 2002. Characterization of nodulating peanut rhizobia isolated from a native soil population in Córdoba; Argentina. *Symbiosis*, 33: 59 – 72.

Taurian, T.; F. Ibañez; A. Fabra y O.M. Aguilar. 2006. Genetic diversity of rhizobia nodulating *Arachis hypogaea* L. in central Argentinean soils. *Plant Soil*, 282: 41 – 52.

Taurian, T.; B. Morón; M.E. Soria-Díaz; J. Angelini; P. Tejero-Mateo; A. Gil-Serrano; M. Megías y A. Fabra. 2008. Signal molecules in the peanut-bradyrhizobia interaction. *Arch. Microbiol*., 189: 345-356.

Taurian, T., Anzuay, MS., Angelini, J., Tonelli, ML., Ludueña, L., Pena, D., Ibáñez, F., Fabra, A. 2010.Phosphate-solubilizing peanut associated bacteria: screening for plant growth-promoting activities.*Plant Soil*, 329: 421-431.

Tonelli, M.L. 2011. *Selección y evaluación de bioantagonistas bacterianos para su empleo en el control biológico de enfermedades del maní*. Tesis doctoral. FCEFQyN. UNRC.

Tonelli, M.L.; A. Furlán; T. Taurian; S. Castro y A. Fabra. 2011. Peanut priming induced by biocontrol agents. *Physiol. Molec. Plant Pathol*., 75: 100 - 105.

Tonelli, M.L, T. Taurian; F. Ibañez; J. Agelini y A. Fabra. 2010. Selection and in vitro characterization of biocontrol agents with potential to protect peanut plants against fungal pathogens. *J. Plant Pathol*., 92: 73 - 82.

Torres, D.; P. Rojas; M. Lopez y F. Zamora. 2009. Efecto de los insecticidas Methyl-parathion, carbofuran y lambdacyhalotrina sobre la actividad biológica del suelo. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 27: 18 – 31.

Trinick, M. 1973. Symbiosis between Rhizobium and the nonlegume Trema aspera. Nature, 244: 459–460.

Turner, P. y P. Backman. 1991. Factors relating to peanut yield increases after seed treatment with *Bacillus subtilis*. *Plant Dis*., 75: 347 – 353.

Uheda, E.; Daimon, H.; Yoshizako, F. 2001. Colonization and invasion of peanut (*Arachis hypogaea* L.) roots by gusA-marked Bradyrhizobium sp. *Can. J. Bot*., 79: 733 – 738.

Valetti,L.; J. Angelini; G. Cerioni y A. Fabra. 2008. Desarrollo y evaluación a campo de un inoculante para maní elaborado a partir de aislamientos rizobianos nativos de la zona mansera de la provincia de Córdoba. XXIII Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera - Córdoba. p: 36 - 38.

van Berkum, P. y J.J. Fuhrmann. 2000. Evolutionary relationships among the soybean bradyrhizobium resconstruction from 16S rRNA gene and internally transcribed spacer region sequence divergence. *Int. J. Syst. Evolut. Microbiol*., 50: 2165 - 2172.

van Berkum, P.; J. Leibold y B. Eardly. 2006. Proposal for combining *Bradyrhizobium* spp. (*Aeschynomene indica*) with *Blastobacter denitrificans* and to transfer *Blastobacter denitrificans* (Hirsch and Muller, 1985) to

the genus Bradyrhizobium as *Bradyrhizobium denitrificans* (comb. nov.). *Syst. Appl. Microbiol*., 29: 207 – 215.

van Rossum, D.; A. Muyotcha; H.W van Verseveld; A.H. Stouthamer y F.C. Boogerd. 1993. Effects of Bradyrhizobium strain and host genotype; nodule dry weight and leaf area on groundnut (*Arachis hypogaea* L. ssp. *fastigiata*) yield. *Plant Soil*, 154: 279 – 288.

van Rossum, D.; P.F. Shuurmans; M. Gillis; A. Muyotcha; H.W. van Verseveld; A.H. Stouthamer y F.C. Boogerd. 1995. Genetic and phenetic analysis of Bradyrhizobium strains nodulating peanut (*Arachis hypoagea* L.) roots. *Appl. Environ. Microbiol*., 61: 1599 – 1609.

Vargas, R. y C. Ramírez. 1989. Respuesta de la soya y el maní a Rhizobium y a la fertilización con N, P y Mo en un Tepic pellustert de cañas, Guanacaste. *Agronomía Costarricense*, 13: 175 – 182.

Venkateswarlu, B.; M. Maheswari y N. Saharan. 1989. Effects of water deficit in N_2 fixation in cowpea and groundnut. *Plant Soil*, 114: 69 – 74.

Vinuesa, P.; M. Leon-Barrios; C. Silva; A. Willems; A. Jarabo-Lorenzo; R. Perez-Galdona; D. Werner y E. Martínez-Romero. 2005. *Bradyrhizobium canariense* sp. nov., an acid-tolerant endosymbiont that nodulates endemic genistoid legumes (Papilionoideae: Genisteae) from the Canary Islands, along with *Bradyrhizobium japonicum* bv. *Genistearum,Bradyrhizobium genospecies* alpha and *Bradyrhizobium genospecies* beta.*Int. J. Syst. Evol. Microbiol*., 55: 569-575.

Wang, R.; Y.L. Chang; W.T. Zheng; D. Zhang; X.X. Zhang; X.H. Sui; E.T. Wang; J.Q. Hu; L.Y. Zhang y W.X. Chen. 2013. *Bradyrhizobium arachidis* sp. nov., isolated from effective nodules of *Arachis hypogaea* grown in China. *Syst. Appl. Microbiol*., 36(2): 101 - 105.

Willems, A.; F. Doignon-Bourcier; J. Goris; R. Coopman; P. de Lajudie; P. de Vos y M. Gillis. 2001. DNA–DNA hybridization study of Bradyrhizobium strains. *Int. J. Syst. Microbiol*., 51: 1315 – 1322.

Willems, A.; A. Munive; P. de Lajudie y M. Gillis. 2003. In most Bradyrhizobium groups sequence comparison of 16S-23S rDNA internal transcribed spacer regions corroborates DNA–DNA hybridizations. *Syst. Appl. Microbiol*., 26: 203 – 210.

Wright, G.C. y R.C. Nageswara Rao. 1994. Groundnut water relations. En: Smartt, J. *The Groundnut Crop. A scientific basis for improvement*. Chapman and Hall, London. p: 281–325.

Xu; L.; C. Ge; Z. Cui; J. Li y H. Fan. 1995. *Bradyrhizobium liaoningense* sp. nov., isolated from the root nodules of soybeans. *Int. J. Syst. Bacteriol*., 45: 706 – 711.

Yang, J. y J. Zhou. 2008. Diversity, phylogeny and host specificity of soybean and peanut bradyrhizobia. *Biol. Fertil. Soils*, 44: 843 – 851.

Yang, J.K.; F.L. Xie; J. Zou; Q. Zhou; J.C. Zhou. 2005. Polyphasic characteristics of bradyrhizobia isolated from nodules of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in China. *Soil. Biol. Biochem*., 37: 141 – 153.

Yao, Z.Y.; F.L. Kan; E.T. Wang; G.H. Wei y W.X. Chen. 2002. Characterization of rhizobia that nodulate legume species of the genus Lespedeza and description of Bradyrhizobium yuanmingense sp. nov. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*., 52: 2219 – 2230.

Zapata, N.; M. Vargas; M. Gerding; M. Chandía**.** 2014. Inoculation peanut *(Arachis hipogaea* L.) with different *Bradyrhizobium* strains and their effect on crop growth and yield Chilean. *J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 30(1): 57 - 64.

Zhang, J.; W. Jia; J. Yang y A. Ismail. 2006. Role of ABA in integrating plant responses to drought and salt stresses.*Field Crop Res*., 97:111 – 119.

Zhang, X.; G. Nick; S. Kaijalainen; Z. Terefework; L. Paulin; S. Tighe; P. Grahams y K. Lindström. 1999. Phylogeny and diversity of Bradyrhizobium strains isolated from the root nodules of peanut (*Arachis hypogaea*) in Sichuan; China. *Syst. Appl. Microbiol*. 22: 378 – 386.

Zhang, S.; M.S. Reddy; N. Kokalis-Bruelle; L.W. Wells; S.P. Nighttengale y J.W. Kloepper. 2001. Lack of induced systemic resistence in peanut to late leaf spot disease by plant growth-promoting rhizobacteria and chemical elicitors. *Plant Dis*., 85: 879 – 884.

Zhang, WT.; J.K. Yang; T.Y. Yuan y J.C. Zhou. 2007. Genetic diversity and phylogeny of indigenous rhizobia from cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.].*Biol. Fertil. Soils*, 44: 201 – 210.

SECCIÓN III

Capítulo 8

Suelos, rotaciones y labranzas
José M. Cisneros, Oscar Giayetto, Carmen G. Cholaky, Guillermo A. Cerioni, Alberto Cantero Gutiérrez y Mauro E. Uberto

Capítulo 9

Calidad fisiológica de las semillas
Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto y Federico D. Morla

Capítulo 10

Fecha de siembra
Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Guillermo A. Cerioni

Capítulo 11

Arreglo espacial y densidad de plantas
Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Elena M. Fernandez

Capítulo 12

Madurez de arrancado
Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Federico D. Morla y Guillermo A. Cerioni

Capítulo 13

Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de maní
Rodolfo G. Bongiovanni, Liliana G. Troilo y Ricardo Pedelini

Capítulo 8. Suelos, rotaciones y labranzas

José M. Cisneros, Oscar Giayetto, Carmen G. Cholaky, Guillermo A. Cerioni, Alberto Cantero Gutiérrez y Mauro E. Uberto

El suelo es el asiento básico de la producción agrícola mundial, y es esencial el mantenimiento de sus cualidades productivas para el desarrollo sustentable del sector agropecuario en general, y de la economía regional manisera en particular.

El cultivo de maní tiene requerimientos edáficos muy particulares y diferentes de otros cultivos, en razón de su hábito de fructificación subterránea y su incidencia en la calidad del producto para consumo humano directo.

En función de esos requerimientos el maní se adapta a suelos livianos, de textura arenosa a franca-arenosa, con bajo porcentaje de arcilla, blandos a friables, no plásticos y no adhesivos, bien a algo excesivamente drenados, y con buenas condiciones físicas para el clavado y desarrollo del fruto. En cuanto a las condiciones biológicas del suelo se destaca su respuesta favorable a las generadas en los suelos luego de un uso con pasturas y a aquellas condiciones que reduzcan la incidencia de enfermedades del suelo.

Dentro del complejo sistema de manejo del cultivo de maní, la secuencia de cultivos y las operaciones de labranza asociadas, constituyen lo que genéricamente se conoce como rotación, la que se integra al resto de las técnicas de manejo (malezas, enfermedades, nutrición mineral, arrancado, cosecha y poscosecha) para dar finalmente el resultado productivo y económico del sistema de producción que incluye al maní como componente.

Un modelo de rotación y labranza para un sistema de producción de maní sustentable debe permitir:

- maximizar la productividad del suelo para maní en la rotación,
- mejorar o mantener la condición estructural del suelo (perfil homogéneo),
- mantener o incrementar los niveles de materia orgánica del suelo,
- mejorar o mantener condiciones de adecuada infiltración de agua al suelo,
- reducir a niveles tolerables las tasas de erosión hídrica y eólica,
- minimizar los riesgos de ataque de enfermedades y plagas,
- mantener un balance de nutrientes adecuado, que reduzca las necesidades de fertilización.

En este capítulo se analizan las características, potencialidades y limitaciones de los suelos bajo maní en Córdoba, Argentina, luego se revisa la literatura norteamericana relacionada con rotaciones y labranzas, por ser un país con similares niveles tecnológicos para, finalmente, analizar las investigaciones y experiencias efectuadas en nuestro país sobre estos aspectos básicos del manejo del cultivo.

Potencialidades y limitaciones de los suelos argentinos para maní

Principales características de los suelos maniseros de Córdoba

La producción de maní en Argentina se concentra en la provincia de Córdoba (95-98%), en condiciones de clima y suelo caracterizadas por su variabilidad espacial y temporal. Tradicionalmente, y a partir de la década del '40, la producción se concentró en los Departamentos del centro-norte provincial (Río Primero, Río Segundo), en suelos limo-arenosos (Hapludoles y Haplustoles típicos), en las denominadas "Pampa Loessica Plana" y "Pampa Loessica Alta" (Agencia Córdoba Ambiente, 2001, Figura 1). Actualmente, la superficie sembrada con maní en esa región se ha reducido sustancialmente, siendo reemplazada por el cultivo de soja.

En una segunda etapa, la producción se trasladó hacia el sur a los departamentos San Martín, Tercero Arriba y Río Cuarto, en suelos con mayor proporción de arenas, aunque aún de comportamiento limoso (Haplustoles típicos francos y franco-arenosos, y Haplustoles énticos), abarcando además parte de la denominada "Pampa Loessica Ondulada". La proporción de uso del suelo con maní en esta región también se ha reducido en los últimos años, aunque en una proporción menor que en la anterior.

En una tercera etapa, iniciada a mediados de la década de los años '90, continuo la migración de la producción de maní hacia el sur provincial, en razón de un creciente deterioro físico y biológico de los suelos (Cisneros *et al*., 1997), y de la fuerte expansión de la soja como cultivo de menores costos, mayor seguridad de cosecha y menor incidencia de las enfermedades de suelo. Actualmente, el cultivo de maní está concentrado en los departamentos del sur provincial (Río Cuarto, Juárez Celman, Roque Sáenz Peña y General Roca), y se realiza en suelos de textura arenosa-franca (Haplustoles énticos, Ustipsament típicos y Ustorthent típicos) en los ambientes denominados "Pampa Medanosa" y "Pampa Anegable". La tendencia ha sido la migración hacia el sur de productores contratistas en busca de suelos con menor historia de uso agrícola, que provienen de pasturas, porque son los de mejores respuestas productivas, en razón de su mejor calidad físico-química y biológica.

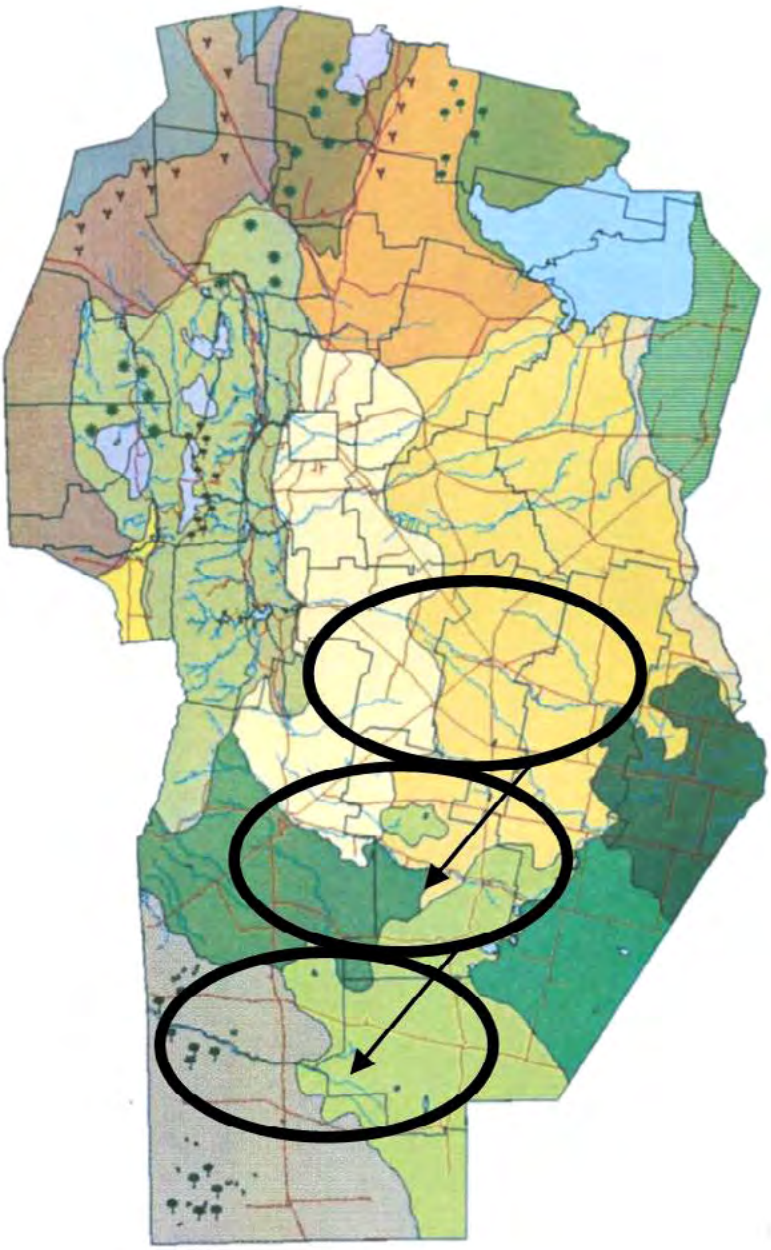


Figura 1. *Áreas de localización del cultivo de maní en Córdoba, las flechas indican la dirección aproximada de migración de la superficie cultivada (mapa base tomado de Regiones Naturales de Córdoba, Agencia Córdoba Ambiente, 2001)*

En el cuadro 1 se indican las características analíticas de 3 series representativas de suelos de áreas maniseras de Córdoba (Gorgas y Tassile, 2003), organizadas de Norte (Serie Oncativo) a sur (Serie Del Campillo), que indican los diferentes ambientes en los que se ha dado la producción de maní históricamente, representados en la figura 1.

Cuadro 1. *Principales características de tres series de suelo representativas de áreas de producción de maní en Córdoba*

Serie de Suelos	**Oncativo** (Dpto. Tercero Arriba)		**General Cabrera** (Dpto. Río Cuarto)		**Del Campillo** (Dpto. Gral. Roca)	
Horizontes	A	AC	A	AC	A	AC
Profundidad de la muestra, cm	0-23	23-53	0-21	21-50	0-20	20-46
Materia orgánica, %	1,9	0,96	1,37	0,51	0,97	0,54
Arcilla, menor a 2 μ, %	16,7	12,2	10,6	8,8	8,4	6,5
Limo, 2-50 μ, %	68,7	71,1	39,2	38,2	16,2	15,4
Arena muy fina, 50-100 μ, %	15,4	15,0	46,0	51,6	42,6	46,4
Arena fina, 100-250 μ, %	0,8	1,0	3,1	0,7	25,7	26,0
Arena media, 250-500 μ, %	0,1	0,05	0,4	-	3,4	3,2
Equivalente de humedad, %	21,1	19,9	15,1	12,5	10,4	8,1
pH en pasta	6,2	7,0	5,8	6,9	5,9	6,7
pH en agua 1:2.5	6,4	7,1	6,0	7,1	6,0	6,6
Cationes de intercambio, $cmol_c$./kg						
Ca++	9,2	10,4	5,9	6,9	3,8	4,6
Mg++	1,1	1,5	1,2	1,1	0,6	0,7
Na+	0,2	0,09	0,2	0,2	0,1	0,04
K+	2,8	1,7	1,8	1,2	1,7	1,5
Suma de bases (S), $cmol_c$./kg	13,9	13,6	9,1	9,4	6,2	6,5
CIC, $cmol_c$./kg (T)	15,6	14,2	10,9	10,0	7,3	7,0
Saturación con bases, % (S/T)	89	96	86	94	85	93

Como puede observarse en el cuadro 1, la tendencia del uso del suelo con maní se ha trasladado hacia materiales cada vez más arenosos, con menor contenido de materia orgánica y menor riqueza en nutrientes, aunque con una creciente aptitud física y biológica para maní, debido a una menor tradición agrícola, la facilidad para el clavado y arrancado, y la mejor calidad del producto obtenido.

La mayor parte de los suelos son profundos, bien a algo excesivamente drenados, con baja diferenciación de capas u horizontes, por lo cual no presentan limitaciones físicas ni químicas permanentes para la producción de maní, bajo condiciones adecuadas de rotación, labranza y manejo del cultivo. Una proporción se localiza en ambientes ondulados, en los que aparecen riesgos de erosión hídrica.

La evolución creciente de los rendimientos anuales y la alta calidad del maní argentino, indican una buena adecuación de los suelos y el ambiente a los requerimientos del cultivo.

No obstante, las características del cultivo de maní, su bajo aporte orgánico, la operación de arrancado y la tradición de realizarlo con laboreos convencionales, implican riesgos de degradación de los suelos, que deben tenerse en cuenta al analizar su viabilidad de largo plazo, y a la luz de la experiencia histórica del cultivo en otros ambientes de la provincia.

En el apartado siguiente se analizan las principales limitaciones de los suelos para el cultivo, a los fines de dar las bases para el análisis de las rotaciones y sistemas de labranza que permitan optimizar la productividad de los suelos maniseros.

Productividad, degradación y calidad de suelos del área manisera

No obstante su calidad para la producción de maní, los suelos han ido sufriendo transformaciones como producto del uso intensivo, que ha determinado cambios en la productividad para los cultivos en general, y para maní en particular, que es necesario atender a los fines de consolidar una economía regional manisera sustentable.

Las principales limitaciones de los suelos para maní son las siguientes:

- Deterioro físico y químico, producto del tipo de suelo, de la intensidad de uso y de los sistemas de laboreo empleados, que generan compactación (Bonadeo, 1997; 2003; Bricchi, 1996; Cholaky, 2003; Uberto *et al*. 2002).

- Pérdida de la materia orgánica (Moreno, 2003; Titonell, 2004, Apezteguía *et al*., 2004).

- Pérdidas de suelo y agua por efecto de la erosión hídrica (Cisneros *et al*., 1993; 1997 y 2004) y pérdidas de suelo y cultivos por erosión eólica.

- Aumento de la incidencia de las enfermedades de suelo.

Los procesos de erosión hídrica fueron estudiados para cuencas representativas del área manisera (Cisneros *et al*., 1993), destacándose la presencia de erosión laminar y en cárcavas, con consecuentes daños a la infraestructura de caminos, e inundación-sedimentación de poblaciones como General Cabrera, General Deheza, Las Perdices, Hernando, Vicuña Mackenna y otras.

En un trabajo reciente, Cisneros *et al*. (2004) evaluaron los cambios en la tasa de erosión hídrica potencial por efecto de los cambios de uso del suelo en la región, concluyendo que se produjo un incremento promedio de 47% en la pérdida de suelo, lo cual se expresa en valores de 2,8 y 4,1 Mg/ha/año en 1986 y 1999, respectivamente (Figura 2). Cabe destacar que maní es el cultivo con mayor coeficiente C en el modelo de erosión RUSLE (Foster, 2003).

Figura 2. *Imágenes de erosión eólica (izquierda, zona de Paunero) e hídrica (derecha, zona de General Deheza)*

En un suelo Hapludol típico (Oeste de General Deheza), similar a la serie Oncativo, se estudiaron las propiedades físicas de una condición sometida a 80 años de agricultura, y otra bajo monte natural, a fin de comparar el grado de degradación. La evaluación mostró que estos suelos presentan un grado relativo de alteración entre 85 y 95%, es decir muy próximos a la degradación máxima posible como se puede apreciar en el cuadro 2 (Cisneros *et al*., 1997).

Cuadro 2. *Propiedades físicas de un suelo representativo del área manisera de Córdoba sometido a dos usos contrastantes*

Variable	Suelo agrícola	Monte natural
Infiltración total en 3 horas (mm)	35	710
Velocidad de infiltración (mm h^{-1})	7,4	312
Escurrimiento (como % de la lluvia aplicada)	33	≈ 0
Conductividad hidráulica 7-15 cm (mm h^{-1})	1,34	37,9
Conductividad hidráulica 20-30 cm (mm h^{-1})	5,26	42,28
Densidad aparente 0-7 cm (gr cm^{-3})	0,98	1,09
Densidad aparente 7-15 cm (gr cm^{-3})	1,57	1,12
Densidad aparente 20-30 cm (gr cm^{-3})	1,51	1,14

La disminución de la estabilidad estructural, que produce fenómenos de encostramiento y sellado del suelo (Figura 3), es otra evidencia del deterioro físico que se manifiesta en impedancias mecánicas con fallas de germinación y riesgos de erosión hídrica por pérdida de infiltración y daño a las plántulas por erosión eólica (abrasión, Figura 2).

Figura 3. *Degradación física de suelos maniseros. Izquierda: Encostramiento superficial en un cultivo de maní emergiendo en la región de General Cabrera. Derecha: compactación profunda (piso de arado)*

La formación de panes endurecidos o pisos de rastra y de arado, es otra de las limitantes comunes de observar en los suelos sometidos a laboreos convencionales, y más recientemente, en los suelos sometidos a siembra directa continua. Estas limitantes se manifiestan en baja infiltración (Cuadro 2), problemas de enraizamiento y reducida disponibilidad de agua y nutrientes para los cultivos (Figura 3).

El manejo de tales limitantes, junto con otras vinculadas al complejo biológico adverso de maní, en especial malezas y enfermedades, dan la base para el desarrollo de modelos tecnológicos optimizados de labranza y rotaciones. Por otra parte, existe una necesidad de reducir costos de producción y de respetar restricciones en el cuidado del ambiente, a los fines de hacer más competitivo el cultivo frente a otros posibles de la rotación. A continuación se analizan los estudios y experiencias en EE.UU. y Argentina referidos a rotaciones y labranzas en maní.

Rotaciones y labranzas en maní

Antecedentes en Estados Unidos

Las operaciones de labranza de maní en EE.UU. involucran típicamente una arada, seguida por otras operaciones (rastras de dientes, de discos, rotorastras, cultivadores, etc.) para crear una cama refinada y enterrar los residuos que pueden potencialmente incrementar la presión de enfermedades, así como enterrar semillas de malezas para inhibir su germinación (Colvin y Brecke, 1988). Sin embargo, el interés por reducir problemas de erosión y minimizar costos ha promovido el aliciente por sistemas de labranza conservacionista para la producción de maní (Jordan *et al*., 2001).

La producción de maní en Florida (EE.UU.) se ha realizado con sistemas intensivos de laboreo, no obstante los sistemas conservacionistas (denominados *strip tillage* o labranza en fajas), se han vuelto una práctica aceptada para la mayor parte de los cultivos de grano y gana en aceptación en los productores de maní (Wright *et al*., 2004).

La mayoría de los sistemas conservacionistas de siembra incluyen una reja de subsolado ("*in row subsoiler*") para romper la compactación, mientras deja la superficie sin disturbar. Los productores de maní han demorado en adoptar sistemas de conservación parcialmente debido a la creencia que los residuos en superficie aumentarían la incidencia de las enfermedades del maní.

Sin embargo, investigaciones hechas en los últimos 20 años muestran que los residuos pueden reducir la incidencia de las enfermedades, cuando se los compara con sistemas de arada, lo que está llevando a los productores de maní a adoptar en forma creciente los sistemas conservacionistas de laboreo.

Las ventajas asociadas a los sistemas reducidos de laboreo son la conservación del agua, la menor erosión y daño por viento, la reducción en el número de labores, costo y mantenimiento de equipos, mayor disponibilidad de tiempo para atender el manejo del cultivo y menor incidencia del virus del tomate ("*tomato spotted wilt virus*").

Una buena rotación incrementa los rendimientos del cultivo, reduce la incidencia de plagas y recicla los nutrientes. Cultivos como pasturas de gramíneas, maíz, sorgo granífero, mijo, algodón y cereales de grano fino han mostrado sus beneficios en rotación con el cultivo del maní (Wright *et al*., 2002).

En secuencias maní/maní la viruela presenta ataques más tempranos y requiere más aplicaciones de fungicidas que cuando el maní sigue a un cultivo de pastos; en igual sentido con respecto a la incidencia de nemátodes y otras enfermedades.

Colvin y Brecke (1988) estudiaron el comportamiento de 8 cultivares de maní en 2 sistemas de laboreo: convencional y mínimo (fajas con subsolado), en dos suelos (arenoso-franco y franco-arenoso) de Florida. Los autores concluyen que, en áreas con alta erodabilidad, los productores están en condiciones de adoptar sistemas conservacionistas, ya que no se hallaron diferencias entre los diferentes sistemas de labranza ensayados, ni entre las variedades ("runner" y "virginia"). También encontraron que la labor subsuperficial fue importante en años secos, y en suelos con panes endurecidos (pisos de arado) cuya capacidad de retención de agua es una limitante.

En un programa de 17 experimentos realizados entre 1982 y 1986 en Alabama, Hartzog y Adams (1989) estudiaron la influencia de los sistemas reducidos sobre el rendimiento, la incidencia de malezas y enfermedades y el número de nematodos en maní. Los resultados mostraron que el rendimiento aumentó en 3 casos, se redujo en 5 y no mostró diferencias en 9 de los ensayos con labranza reducida. Por otra parte, no encontraron diferencias entre sistemas de laboreo en cuanto a la incidencia de enfermedades y al ataque de nematodos. Los sistemas conservacionistas tuvieron una mayor incidencia de malezas.

Wright y Porter (1995) trabajaron en un suelo arenoso-franco con menos de 0,5% de materia orgánica y evaluaron rendimiento, granometría y valor comercial en 2 sistemas de laboreo conservacionista y uno convencional durante 4 años y 3 cultivares de maní. Para los 3 cultivares, el rendimiento fue un 15% inferior, en promedio, entre los 2 sistemas conservacionistas respecto al sistema convencional; mientras que el valor comercial fue un 21% menor, superando el sistema convencional a los restantes en 3 de los 4 años de ensayo. No se encontraron diferencias significativas entre los dos sistemas conservacionistas (siembra directa y labranza en fajas). Por otra parte, los autores concluyeron que los sistemas de laboreo no afectaron consistentemente la granometría del maní; el sistema reducido es promisorio pero, no obstante, la labranza cero o la siembra directa no alcanzaron rendimientos y calidad comparables a los del sistema convencional.

En una revisión bibliográfica, Sholar *et al*. (1995) destacan que no obstante el beneficio potencial de los sistemas de labranza reducidos en disminuir la erosión e insumos, estos no se traducen en aumentos consistentes del rendimiento, respecto a los sistemas convencionales de laboreo. Factores como el control de malezas, la compactación del suelo y los malos stands de plantas, son responsables de los menores rendimientos en los sistemas reducidos.

Por otra parte, los sistemas conservacionistas que involucran a la siembra directa en general han producido menores rendimientos que la labranza convencional, y que otras formas de laboreo reducido, como el sistema en franjas o la labranza mínima.

Brandenburg *et al*. (1998) postulan que los sistemas reducidos de labranzas han ganado popularidad, pero su incidencia en el ataque de insectos aún no está bien comprendida. Estudiaron la incidencia de los sistemas de laboreo en el ataque de "trips", y encontraron que, en general, en los sistemas reducidos hubo un menor daño de esta plaga, por lo que consideran que estas técnicas de labranza son apropiadas para incorporarlas en planteos de manejo integrado de plagas.

En un ensayo de largo plazo en Texas, Grichar (1998) estudió la incidencia de 3 sistemas de labranza sobre el rendimiento, calidad e incidencia de *Sclerotium rolfsii* en maní. Los estudios abarcaron 10 años sobre un suelo arenoso franco fino, con maní continuo durante 15 años, y niveles moderados a altos de *S. rolfsii*. Las labranzas ensayadas fueron: convencional (LC) con arado, discos y rastras; reducida (LR) con subsolado y fajas de 40 cm y cero (SD) sobre rastrojo de trigo. El autor no encontró diferencias en la incidencia de *S. rolfsii* entre los 3 sistemas de laboreo, tampoco encontró diferencias significativas en el rendimiento, aunque la tendencia fue LC>LR>SD. En cuanto a la granometría tampoco se encontraron diferencias significativas, aunque se notó un menor tamaño de grano bajo SD y LR, lo cual se atribuye a un retardo en la emergencia en esos sistemas de labranza.

Brenneman *et al*. (1999) expresan que uno de los factores de mayor influencia en la demora de adopción de sistemas conservacionistas en maní, se debe a que los sistemas convencionales de laboreo permitirían un mejor control de *S. rolfsii*, una de las principales enfermedades de Georgia. Estos autores estudiaron la incidencia de 3 sistemas de laboreo (convencional, en fajas sobre centeno y en fajas sobre rastrojo del cultivo anterior) sobre la incidencia de *S. rolfsii* y el rendimiento de maní. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad, como así tampoco en los rendimientos. Por otra parte, en los sistemas reducidos fue necesaria una mayor presión de herbicidas post emergentes y el maní espontáneo presentó mayor grado de infestación en el cultivo de algodón en la rotación.

Johnson *et al*. (2001), estudiaron el efecto de 3 sistemas de laboreo sobre la producción e incidencia de enfermedades del maní, en una rotación maní-algodón en el sudeste de EE.UU., trabajando en un suelo Ultisol arenoso. Los sistemas de labranza utilizados fueron: convencional, reducido (en franjas) sobre centeno como cultivo de cobertura y mínimo, también en fajas pero sobre un barbecho químico aplicado al rastrojo del cultivo antecesor. Los resultados mostraron una menor incidencia del virus del tomate (42%) en los tratamientos con laboreo reducido. Por el contrario, no se encontraron diferencias en cuanto a enfermedades de suelo ("*stem rot*" y "*Rhizoctonia limb rot*"). En cuanto a los rendimientos, los autores no hallaron diferencias entre los sistemas de laboreo, como así tampoco en la granometría del maní.

Jordan *et al*. (2001) en otra revisión de antecedentes, mencionan la falta de resultados consistentes en cuanto a la producción de maní en relación con los sistemas de laboreo. Estos autores estudiaron la incidencia de la fertilización y los sistemas de labranza sobre la producción de maní y encontraron que se producía una importante estratificación de nutrientes (Ca, Mg y K) en sistemas reducidos, y que es importante determinar si existe un exceso de K y Mg en la zona de clavado, que afecte la absorción de Ca.

Los autores probaron la incidencia de diferentes sistemas de laboreo: convencional, convencional con subsolado, mínima labranza (labranza en fajas) con y sin subsolado y siembra directa con y sin subsolado. Sus resultados, expresados en rendimiento de grano, sugieren que los sistemas convencionales y en fajas son más efectivos que la no-labranza.

La cobertura del suelo y el diseño de siembra en maní sobre el escurrimiento y la producción de sedimentos de un suelo arenoso franco en ensayos con lluvia simulada, fue estudiada por Truman y Williams (2001). Los autores concluyen que en suelo cubierto por el crecimiento de maní se reduce 9 veces el escurrimiento y 63 veces la producción de sedimentos comparado con el suelo desnudo permanentemente. Destacan, en tal sentido, la importancia de una rápida cobertura del entresurco con diseños de siembra más próximos entre hileras.

Wright *et al*. (2002) en un documento de divulgación de la Universidad de Florida advierten que en esa región la adopción de la siembra directa sin subsolado no tuvo éxito debido a la compactación de los suelos que restringe el crecimiento de raíces a los 18-20 cm superficiales. La mayor parte de las unidades de siembra en laboreo reducido incluyen una reja subsoladora que rompe la compactación y deja la cobertura poco disturbada. Los mismos autores indican que la implementación de nuevas prácticas involucra desafíos y riesgos. Plantean que los principales aspectos a definir para asegurar un cultivo exitoso son la correcta selección del lote, la rotación de cultivos, la preparación del terreno con antelación, el tipo de cultivo de cobertura, el manejo de plagas y enfermedades, la fertilidad del suelo y el tipo de equipos a usar.

Jordan *et al*. (2002) estudiaron el efecto de 10 diferentes secuencias de cultivo con maní (maíz, algodón y soja) sobre el rendimiento y los ingresos netos. Al cabo de 4 años, los autores concluyen que hubo un menor rendimiento del cultivo en las rotaciones de maní continuo, respecto a aquellas que incluían al menos 2 años de algodón y 2 de maní o 2 años de maíz, 1 de algodón y 1 de maní. No se informan aquí los valores de rentabilidad ya que fueron calculados para las condiciones de precios sostén imperantes en EE.UU.

Estos mismos autores (Jordan *et al*., 2003), estudiaron el comportamiento de maní en relación con la selección de cultivares y fecha de arrancado bajo 3 sistemas de laboreo (convencional, en fajas con subsolado y siembra directa). Concluyen que los suelos más sueltos se adaptan mejor al laboreo reducido que los suelos más pesados con alguna limitación al drenaje, éstos serían más aptos para laboreos convencionales. La información obtenida muestra que la respuesta de maní a los sistemas de labranza fue inconsistente ya que las variedades ensayadas no mostraron diferencias entre los sistemas de laboreo. En cuanto a los ensayos, en 16 de 17 experiencias el sistema convencional superó o igualó a los sistemas en fajas.

Siri-Prieto *et al*. (2003) evaluaron las modificaciones del perfil de resistencia a la penetración (RP) con 3 sistemas de laboreo: SD (siembra directa)+*paratill*, cincel+disco y SD estricta. Concluyen que los sistemas de labranza afectan significativamente el perfil de resistencia. El *paratill* redujo significativamente la RP hasta los 30 cm, mientras que el arado de cincel lo hizo sólo hasta los 10 cm. Por otra parte, observaron un efecto residual de la labor por más de 1 año de duración.

Jordan *et al*. (2004) estudiaron los efectos del sistema de laboreo en maní en rotación con algodón y maíz en dos suelos arenoso-francos. Utilizaron dos sistemas de labranza: convencional y en franjas (40 cm). Los autores no encontraron diferencias en los rendimientos para los dos sistemas de labranza, ni entre las rotaciones. Sí se demostraron diferencias en rendimiento del cultivo de maní a favor de las rotaciones de períodos largos con algodón y maíz, respecto a las de maní continuo.

Incluyendo las pasturas en las rotaciones de maní y algodón e integrándolas a sistemas conservacionistas de laboreo, Wright *et al*. (2005) demostraron con rotaciones que incluyen desde agricultura permanente (maní-algodón-trigo) hasta rotaciones de 2 años de pastura y 2 años de agricultura (maní-trigo, algodón-trigo), aumentos de entre 30 y 50% en los rendimientos de maní en la rotación con pasturas, respecto a las agrícolas puras. Además de mejoras significativas en propiedades del suelo como infiltración, capacidad de retención de agua, resistencia mecánica y susceptibilidad a la erosión.

Balkcom *et al*. (2005) trabajaron en suelos franco-finos y probaron el efecto de la siembra de maní en franjas cultivadas de diferente ancho concluyendo que no sería necesaria la siembra en fajas anchas, ya que no encontraron diferencias ni en el rendimiento ni en el tiempo de maduración entre las franjas angostas y anchas.

Tubbs y Gallaher (2005) estudiaron la influencia de 2 sistemas de labranza y 2 esquemas de control de malezas y concluyeron que no hubo diferencias significativas en rendimiento de maní en el sistema en franjas sobre rastrojo de centeno y el sistema convencional. Los autores concluyen que el sistema reducido provee ventajas sobre el convencional con una selección adecuada de variedades y control de malezas.

Gamble *et al*. (2005) estudiaron la influencia de sistemas de laboreo conservacionista integrados en rotaciones con verdeos anuales pastoreados bajo condiciones de secano. Utilizaron avena y "*rye grass*" como verdeos y ensayaron 8 sistemas de laboreo que incluían: arados de rejas y de cinceles, y combinaciones de labranza profunda sin inversión (*paratill*) con y sin labor de disco, y siembra directa con y sin subsolado. Los resultados muestran que el cultivo de maní sobre avena tuvo un mayor rendimiento (21%) que sobre *rye grass*. Los menores rendimientos se observaron en siembra directa sin remoción (42% menor que la media de los otros tratamientos), y que se requirió una labor profunda sin inversión para maximizar el uso del agua y los rendimientos en los tratamientos bajo sistemas conservacionistas. Los autores concluyen que la combinación de verdeos de invierno (avena) en combinación con sistemas de labor profunda sin inversión permiten incrementar los ingresos sin sacrificar rendimientos en maní.

Estudios y experiencias en Argentina

Existe un importante cúmulo de experiencias no sistematizadas sobre el comportamiento del maní en Córdoba, con relación a rotaciones y labranzas que es importante tomar como referencia antes de analizar los estudios con base experimental.

En primer lugar está la experiencia y el comportamiento de los productores contratistas en lo referente a la selección de lotes para maní, la primera de las decisiones de producción. En este sentido, los criterios del productor contratista, por su posibilidad de seleccionar de lotes/suelos de una amplia región, son los siguientes:

- los mejores lotes son los lotes "descansados", es decir lotes sin una larga historia con maní, preferiblemente lotes que vienen de pasturas de gramíneas, o con una larga historia ganadera. Este hecho explica en gran medida la migración de maní hacia la zona sur de Córdoba, en la que se encuentran lotes nuevos para el cultivo, que vienen de una historia de uso mixto o ganadero.

- la pérdida de calidad de los lotes por agricultura continua se manifiesta en menores valores en los contratos de alquiler anual.

- la escala de producción de las empresas contratistas, y la generalización de la siembra directa de soja, marcan una tendencia hacia sistemas de laboreo mínimo también en el caso de maní.

En referencia a las rotaciones, la experiencia indica que el monocultivo de maní, o el monocultivo de leguminosas (soja, maní), no es una práctica viable, ya que provoca una degradación de las condiciones físicas y biológicas del suelo, incompatibles con una producción sustentable. Por esa razón no se encuentran prácticamente lotes con rotaciones maní/maní en razón de la concentración de inóculos de enfermedades, y en el caso de contratos de arrendamiento largos, la tendencia es a incluir gramíneas en la rotación.

La continua migración de la producción de maní hacia suelos “descansados” y el carácter migratorio de la producción bajo contrato de arrendamiento fundamentan la necesidad de las rotaciones largas, con baja proporción de maní en las mismas.

Es limitada aún la adopción de rotaciones de tipo intercultivos (Figura 4), en donde existe una rotación en el mismo lote, organizada en franjas o fajas en curvas de nivel o cortando la pendiente, en las que se alterna maní – maíz anualmente. La faja destinada a maíz produce una protección anticipada del suelo, mientras que la faja que va a maní tiene la protección de los rastrojos del maíz del año anterior. El resultado global es una menor tasa de erosión en el lote. La limitada adopción de la técnica puede ser el resultado de complicaciones de logística en el manejo de las fajas, y posibles daños por herbicidas. Sistemas de este tipo podrían adoptarse también para maní en la actual zona de producción, con fuerte susceptibilidad a erosión eólica, en donde la disposición de las franjas debería ser perpendicular a la dirección de los vientos predominantes.

Figura 4. *Rotación en fajas de maní–maíz en curvas de nivel. Campo Sr. Molineri, El Espinillar (Córdoba, Argentina)*

Algo más difundidas, en especial en productores de alto nivel tecnológico, son las técnicas de sistematización de terrenos en base a terrazas de absorción, en especial en sistemas de producción de maní en rotación bajo siembra directa (Carlos Torre, Gustavo Torre, comunicación personal).

Sobre los sistemas de laboreo, la experiencia indicaría una adopción cada vez mayor de sistemas de laboreo mínimo, aunque muy bajos los niveles de incorporación de la siembra directa para el cultivo de maní, en reemplazo de los sistemas convencionales con arado. Por otro lado existe una tendencia a la inclusión de laboreos especiales, como el subsolado sin inversión, en los lotes con varios años de siembra directa, aunque aún no es una práctica generalizada.

Las investigaciones sobre rotaciones y labranzas en maní se han desarrollado en las dos primeras regiones señaladas en la figura 1, siendo escasa aún la información disponible sobre el comportamiento de estas técnicas en las nuevas zonas maniseras del sur de la provincia.

En cuanto a la localización del cultivo en zonas con mal drenaje, Degioanni *et al.* (2004) establecieron que las tierras aptas para el cultivo debían tener la napa freática por debajo de 1 m, al momento de decidir la elección del lote (fin del invierno). En este sentido, se establecieron tres situaciones probables, con diferentes potenciales de producción, en función del aporte de agua desde la napa:

- suelos con napas entre 1 y 1,5 m, con uso agrícola sin restricciones, aunque con probable riesgo de anegamiento en la época de cosecha.
- suelos con napas entre 1,5 y 2,5 m, alto potencial agrícola, sin riesgo de anegamiento e importante aporte de agua al cultivo desde la napa.
- suelos con napas por debajo de 2,5 m, sin influencia para el cultivo.

En un trabajo reciente Scilingo *et al*. (2012) analizaron la productividad de maní en ambientes arenosos, con relación a la profundidad de la napa freática. Los resultados muestran una alta respuesta del rendimiento de maní a la variación de la profundidad de la napa entre 1,2 y 3,4 m, con extremos de rendimientos 8000 y 2000 kg/ha de maní en caja para cada profundidad, respectivamente. Entre esas profundidades la respuesta en rendimiento fue lineal y del orden de 26 kg de frutos/cm de variación de la napa freática (Figura 5).

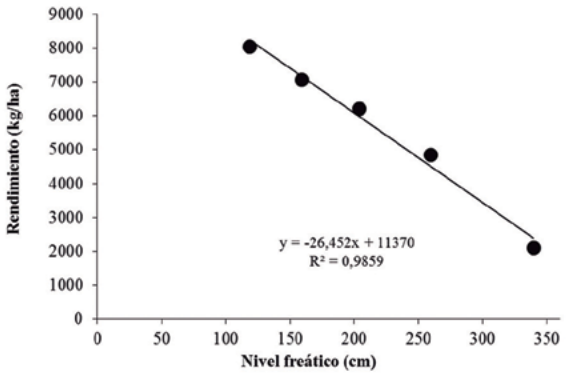


Figura 5. *Relación entre el rendimiento de maní en caja y la profundidad media del nivel freático (NF) durante el ciclo del cultivo, Departamento General Roca (Córdoba)*

En cuanto a estudios sistemáticos en el país, los primeros ensayos de rotaciones con maní se realizaron en INTA Manfredi (Salas *et al*. 1993), en experiencias de larga duración (1983-1992) donde se compararon diferentes esquemas de rotación de cultivos integrados por sorgo, soja, girasol y maní. Los autores concluyen que maní fue el mejor antecesor para todos los cultivos, debido a una mayor disponibilidad de N edáfico dejado por este cultivo. Por otra parte el mejor antecesor para maní fue sorgo, lo cual se atribuyó a mejores condiciones físicas aportadas por los rastrojos de este cultivo. En relación al rendimiento de maní, no se encontraron diferencias significativas entre rotaciones, aunque se evidenció una tendencia a una reducción del rendimiento en secuencias maní-maní, atribuidas a la mayor incidencia de enfermedades.

En la misma estación experimental, Cassini y Haro (2000) en un ensayo sobre comportamiento de maní en rotación con soja bajo dos sistemas de labranza (reducido y directa), encontraron una mayor producción en el sistema reducido.

A partir de 1993, la UNRC desarrolló un Programa de Investigación en un área experimental en campos de productores de la zona rural oeste de General Deheza, seleccionada en base a un exhaustivo estudio de la cuenca de aporte hídrico a esa localidad (Cisneros *et al*., 1993, de Prada *et al*., 1994).

En esta área experimental se estudiaron diferentes secuencias de cultivos agrícolas en maní. La secuencia Gramínea-Leguminosa (GL) y Leguminosa-Leguminosa (LL), en donde además intervenían los cultivos de maíz, soja, sorgo, girasol y verdeos como abono verde. Por otra parte se ensayaron diferentes sistemas de laboreo: 1. convencional, 2. reducido con cincelado, 3. reducido con subsolador alado y 4. siembra directa con y 5. sin subsolador alado previo.

Los resultados productivos para maní mostraron que la rotación GL superó a la LL en todas las campañas, verificándose que la inclusión de una gramínea en un sistema agrícola puro de alternancia anual proporciona un mejor ajuste cultivo-ambiente por su doble efecto de aportar materia orgánica (rastrojo) y ofrecer protección al suelo **(**Giayetto *et al*., 1996; 1998). Los resultados muestran que tomada globalmente, la productividad de la rotación con gramíneas es mayor en términos energéticos, es decir que es capaz de aprovechar más eficientemente la oferta ambiental.

Los sistemas de labranza mostraron una tendencia similar en los tres ciclos agrícolas, destacándose los tratamientos de laboreo mínimo, con subsolador alado, que superaron significativamente a la siembra directa sin subsolado y al convencional. Estos resultados también validan la hipótesis de la necesidad de las labranzas sub-superficiales (cincel común, cincel modificado) por su efectividad en la fracturación de las densificaciones (pisos de rastra y de arado) de alta frecuencia en esta región (Figura 6).

Además del comportamiento de los cultivos en estas experiencias se evaluaron las condiciones físicas del suelo, a los fines de clarificar las causas de los resultados productivos. Se determinaron los efectos de la descompactación sobre la resistencia a la penetración (Cisneros *et al*., 1998a; Cholaky, 2003), concluyéndose que la acción de los subsoladores alados desarrollados por la UNRC (Cisneros *et al*., 1998b) produce una homogeneización del perfil del suelo que permite una mejor distribución del agua y de las raíces en el perfil. En la Figura 6 se muestra el perfil de resistencia a la penetración del suelo en cuestión sometido a cinco diferentes sistemas de laboreo, con y sin labor profunda, para el mismo contenido hídrico.

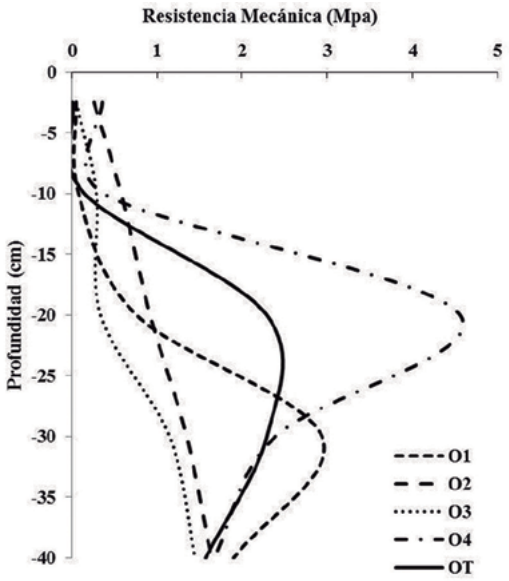


Figura 6. *Resistencia mecánica de un suelo representativo del área manisera de Córdoba sometido a 5 sistemas de labranza* **O1***: laboreo mínimo con cincel,* **O2***: laboreo mínimo con subsolador alado,* **O3***: siembra directa con subsolador alado,* **O4***: siembra directa,* **OT***: labranza convencional*

Como puede apreciarse existió una mejor condición física en los tratamientos con labores subsuperficiales, que en los de labor convencional o en los de siembra directa, en los cuales persisten las compactaciones (pisos de rastra y de arado).

En este sentido Bonadeo *et al*. (2003) estudiaron el comportamiento de las raíces de maní bajo tres situaciones de compactación de un suelo Hapludol típico, y concluyen que el cultivo es muy sensible a la densificación del suelo, obteniendo rendimientos significativamente diferentes para cada uno de los niveles de compactación, producto de una mayor concentración de raíces en superficie en las situaciones más compactadas.

Por otra parte Bonadeo (1996) y Cholaky (2003)**,** trabajando en suelos bajo maní, concluyen sobre la importancia de una adecuada humedad del suelo (estado friable) al momento de realizar las labores, y encontraron relaciones muy estrechas entre humedad y resistencia a la penetración. Los resultados muestran que la mayor efectividad está en suelo húmedo, y en profundidades de entre 25 y 30 cm, y que las mayores diferencias en rendimiento se manifiestan bajo estrés hídrico, en la cual los efectos de la compactación del suelo son más enérgicos.

No obstante este mejor comportamiento del cultivo, Bricchi *et al*. (1999) encontraron en estos suelos un efecto positivo del tratamiento de siembra directa el que mostró una menor tasa de escurrimiento de agua de lluvia, que en el laboreo profundo, en especial para coberturas de rastrojo superiores a 5.000 Kg/ha de materia seca y con altas intensidades de precipitación (superior a 80 mm/h).

Para la serie de suelos General Cabrera, la Comisión Nacional del Maní (CONAMA), junto con INTA, UNRC y la Fundación Maní Argentino montaron en 1999 un área experimental donde se probaron 5 diferentes esquemas de rotación con maní, y 3 sistemas de labranza. Las labranzas involucraban la participación de maní en proporción 1:2, 1:3 y 1:4 (año por medio, cada dos años, cada 3 años) rotado con maíz y soja. Los sistemas de laboreo eran: convencional con arado, mínima labranza con cincel y siembra directa (Pedelini, 1999, *comun.pers*.).

La condición inicial del suelo mostraba una alta degradación en sus propiedades físicas y químicas producto de una larga historia agrícola manisera, la velocidad de infiltración no superó los 7 mm/h, y la resistencia mecánica del suelo superó los 30 MPa en suelo seco. Estos valores explicarían, en parte que en ese primer año no se notaron diferencias significativas en la producción ni en la calidad del maní**,** aunque en maíz los rendimientos fueron significativamente mayores en labranza mínima y convencional respecto a la directa (Giayetto *et al*., 2000).

Luego de 3 años de evaluaciones comenzaron a encontrarse mejoras significativas en algunas variables del suelo (Uberto *et al*., 2002 a y b) como resistencia mecánica e infiltración en el laboreo mínimo y contenido de materia orgánica, en los tratamientos con siembra directa. Al igual que en otros trabajos anteriores (Cisneros *et al*., 1998 a) la siembra directa no influye positivamente en la recuperación de propiedades físicas como las mencionadas, aunque es la que mejor recuperación muestra en el contenido de materia orgánica del suelo, en especial en las rotaciones que incluyen gramíneas en mayor proporción (1:2).

Los resultados al cabo de 5 años de rotación fueron informados por Pedelini, (2004) y Santa *et al*. (2005). En el primer trabajo se concluye que la rotación de maní con soja y maíz con una periodicidad de maní no menor a 1 vez cada 3 años, permite lograr los mayores rendimientos. Para estos tratamientos el efecto de las labranzas no fue significativo (Cuadro 3).

En cuanto al rendimiento energético de la rotación, las conclusiones a las que se arriba son similares: los cultivos de gramíneas en la rotación y la baja frecuencia de maní producen los mejores resultados globales, junto con los sistemas de labranza mínima. Para este ensayo la influencia de la secuencia de cultivos fue más significativa que la de los sistemas de laboreo.

Cuadro 3. *Rendimiento de maní (kg de grano/ha) para 4 secuencias de cultivo y 3 sistemas de labranza en la región de General Cabrera (Córdoba), durante el ciclo 2003/04 (Elaborado en base a Pedelini, 2004). MN: maní, MZ: maíz, SO: soja*

Frecuencia de maní	**Secuencia de cultivos en la rotación**	**Sistema de labranza**			***Promedio***
		Convencional	**Reducida**	**Directa**	
		Rendimiento (kg/ha)			
1 X 2	**MN** - MZ - **MN** - MZ - **MN**	1543	1613	1428	**1528**
1 X 3 a	MZ -**MN** - SO - MZ - **MN**	2019	2032	1757	**1936**
1 X 3 b	MZ - **MN** - MZ - SO - **MN**	1921	2093	2101	**2038**
1 X 4	**MN** - MZ - SO - MZ - **MN**	2069	1883	2019	**1990**
Promedio		**1888**	**1905**	**1826**	

Síntesis y Conclusiones. Bases para una producción sustentable de maní

Tanto la experiencia a nivel de productores, como las investigaciones del país y del extranjero permiten indicar una serie de buenas prácticas de manejo del suelo para el cultivo de maní, a saber:

Selección de lotes: la respuesta del cultivo es óptima en lotes descansados, provenientes de pasturas perennes, y con napas freáticas poco salinas entre 1,2 y 2,5 m de profundidad. Se desaconseja su cultivo en crestas medanosas, en lotes que provengan de maní o soja, y en situaciones con napa a profundidad superior a 1,2 m.

Rotación de cultivos: Práctica esencial en el mantenimiento de la productividad de los suelos maniseros y para el control de enfermedades. Las mejores respuestas se encuentran con una secuencia de cultivo que incluya maní en una proporción menor a 1:3 en la rotación, y gramíneas con frecuencia bienal.

Cultivos de cobertura: La inclusión de cultivos invernales luego de la operación de arrancado o cultivos de cobertura invernal, es una práctica imprescindible para lograr protección de la superficie en la etapa crítica de invierno y comienzo de primavera. El mantenimiento y aumento de los contenidos de materia orgánica del suelo sería otro de los objetivos a lograr con una adecuada secuencia de cultivos, y con la inclusión de cultivos de cobertura.

Control de erosión: Las tierras maniseras son naturalmente susceptibles a erosión hídrica y eólica, y las operaciones propias del cultivo aumentan este tipo de riesgo. Los sistemas más evolucionados integran técnicas de sistematización de tierras, intercultivos o cultivos en franjas, labranzas bajo cubierta y rotaciones adecuadas para la producción sustentable de maní. No obstante, los tipos de contrato de arrendamiento vigentes atentan contra un efectivo control de la erosión de los suelos.

Sistemas de labranza: Los diferentes sistemas de labranza en maní parecen no tener una influencia tan marcada como las rotaciones, por lo que la implementación de laboreos reducidos no provoca mermas significativas de rendimiento y posibilita el control de la erosión hídrica y eólica. El logro de una cubierta superficial de residuos en el entresurco y la ruptura de densificaciones mejoran algunas características importantes del suelo como la densidad, la infiltración y la resistencia a la penetración de raíces del cultivo, especialmente evidente en condiciones de bajo contenido de agua en el suelo.

Finalmente, es necesario destacar importantes avances en la legislación para la regulación y el control de la degradación de suelos en sistemas de producción maniseros. En este sentido, tanto la provincia de La Pampa (Ley 2139/05), como la de San Luis (Ley IX-0551/06) cuentan con normas legales que buscan garantizar una producción sustentable de maní, en especial en ambientes de alta fragilidad ecológica, en los que actualmente se desarrolla la producción manisera.

Bibliografía citada

Agencia Córdoba Ambiente. 2001. Regiones Naturales de la Provincia de Córdoba.

Apezteguía, H.P., Andriulo, A., Salas, H.P., Lovera y E. Sereno, R. 2004. Simulación de la dinámica de la materia orgánica en suelos del centro de la Provincia de Córdoba con el modelo AMG. Actas del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná.

Balkcom, K.S., Arriaga, F.J. and D.L. Hartzog. 2005. Narrow and wide strip tillage production for peanut. 27th Southern Conservation Tillage Systems Conference. Clemson University.

Bonadeo, E., Cantero Gutiérrez, A. e I. Moreno. 2003. Relación entre la compactación subsuperficial y la resis-

tencia a la penetración de un Hapludol típico con las raíces de maní (*Arachis hypogaea* L.). Rev. UNRC 23(1-2):23-36.

Bonadeo, E. 1997. Efectos de la compactación subsuperficial de un Hapludol típico del sur de Córdoba sobre el comportamiento del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) Tesis Magíster en Ciencias del Suelo UBA. Inédita.

Brandenburg, R. L., Herbert, D. A., Sullivan, G. A., G. C. Naderman and S. F. Wright. 1998. The impact of tillage practices on thrips injury of peanut in North Carolina and Virginia. Peanut Science, 25:27-31

Brenneman, T.B., Baker, S.H., Johson III, W.C., Johnson, A.W., and D.R. Sumner. 1999. Effects of tillage systems on peanut diseases, yield and fungicide performance in a peanut cotton rotation. En J. E. Hook (Ed). Proceedings of the 22nd Annual Southern Conservation

Bricchi, 1996. Relaciones entre la compactación, morfología y propiedades físicas de un Hapludol típico de Río Cuarto. Tesis de Magíster en Ciencias del Suelo UBA, Inédita.

Bricchi, E., Formía, F., Cisneros, J.M., y Cerioni, G. 1999. Escurrimiento en un Haplustol típico con dos sistemas de labranzas. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Temuco Chile.

Casini, C y R. Haro. 2000. Efecto de la siembra directa de maní, dentro de un sistema de labranza cero de soja y maíz, sobre la producción y calidad del grano apto para alimento humano. Actas de la XV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Cholaky, C. 2003. Efectividad y persistencia de la labor con subsolador alado, en función de la humedad y compactación previa. Tesis para optar al grado de Magíster en Manejo y Recuperación de Tierras, UNRC, Inédita.

Cisneros, J., J. De Prada, H. Gil, J. Gonzalez, , O. Giayetto, J. Marcos, C. Cholaky, A. Degioanni, M. Reynero, V. Becerra, A. Becker, D. Biole, M. Blarasin, M. Cantú, O. Campanella, J. Cantero, S. Degiovanni, N. Doffo, C. Eric, C. Nuñez, D. Origlia, Y G. Sagripanti 1992 Ordenamiento y Manejo integral de la productividad para la cuenca de General Deheza, Córdoba-Argentina. Convenio UNRC- Municipalidad de General Deheza, 143 pags.

Cisneros, J. M., Cholaky, C. ; Bricchi, E. ; Giayetto, O. y Cantero, J. J. 1997. Evaluación del efecto del uso agrícola sobre las propiedades físicas de un Haplustol típico del centro de Córdoba. Rev. UNRC 17(1): 13-22.

Cisneros, J. M., A. Cantero G., J. Marcos, A. Degioanni, Bricchi, E., Giayetto, O., Cholaky, C., Bonadeo, E., Cerioni, G., Uberto, M. 1998. Comportamiento de un subsolador alado, adaptable a implementos de uso comun. En: Balbuena, R. H., Benez, S. H. y Jorajuría D. (Eds.) Ingeniería Rural y Mecanización Agrícola en el ámbito Latinoamericano. Publicado por Editorial de la UNLP, 128-136.

Cisneros, J. M., C. Cholaky, O. Giayetto, E. Bricchi, J. Marcos, G. Cerioni. 1998. Homogeneidad física, resistencia a la penetración y humedad del suelo en sistemas agrícolas maniseros de Córdoba. En: Balbuena, R. H., Benez, S. H. y Jorajuría D. (Eds.) Ingeniería Rural y Mecanización Agrícola en el ámbito Latinoamericano. Publicado por Editorial de la UNLP, 120-127.

Cisneros, J.M.; De Prada, J.D.; Degioanni, A.; Cantero Gutiérrez, A.; Gil, H.; Reynero, M.A.; Shah, F., Bravo Ureta, B. 2004. Erosión hídrica y cambio de uso de los suelos en Córdoba. Evaluación mediante el modelo RUSLE 2. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Paraná (Entre Ríos), En Actas del Congreso, trabajo completo en CD.

Clinton, T., Williams, R. 2001. Peanut cropping-tillage system effects on runoff and sediment yield. Journal of Soil and Water Conservation Society. 56: 152-159.

Colvin, D. L., and B. J. Brecke. 1988. Peanut cultivar response to tillage systems. Peanut Science, 15:21-24.

De Prada, J., J.M. Cisneros, A. Degioanni, A. Cantero G., H. Gil, M. Reynero, Farhed A.S., y B. Bravo-Ureta. 2004. Influencia de los sistemas de producción sobre la erosión hídrica y rendimiento del cultivo de maní. XIX Jornada Nacional del Maní, General Cabrera.

De Prada, J.; J. Boretto,; A. Ferrando; A. García; J. E. Olmos, y M. Sánchez. 1994. Proyecto de Conservación y Ordenamiento de tierras - General Deheza, Córdoba. Tesis Maestría , Tomo I, UNC-CFI-Gobierno provincia de Córdoba. Inédita.

Degioanni, A., Cisneros, J.M., Cantero Gutiérrez, A., Gil, H., de Prada, J., Martini, E. 2004. Criterios de selección de lotes para maní en ambientes con napa freática superficial. Actas de la XIX Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Foster, G. R. "User's Reference Guide Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (Draft)," Washington, D.C.: USDA-Agricultural Research Service, 2003, 182.

Gamble, B., Siri-Prieto, G., Reeves, D.W., Raper, R.L., 2005 Forage and tillage systems for integrating winter-grazed stocker cattle in peanut production.27th Southern Conservation Tillage Systems Conference.Clemson University.

Giayetto, O., Cisneros, J. M., Cerioni, G. y C. Cholaky. 1998. Rotaciones y labranzas en sistemas agrícolas del centro de Argentina. Producción de cultivos. En: Balbuena, R. H., Benez, S. H. y Jorajuría D. (Eds.) Ingeniería Rural y Mecanización Agrícola en el ámbito Latinoamericano. ISBN 950-34-0125-9. Publicado por Editorial de la UNLP, 111-119.

Giayetto, O., Cerioni, G., Asnal, W. y Cisneros, J.M. 1996. Respuestas de los cultivos al efecto combinado de secuencias anuales y labranzas en sistemas agrícolas. Actas de la XI Jornada Nacional de Maní. General. Cabrera.

Giayetto, O., J.M. Cisneros, C.D. Vignolo y M. Uberto. 2000. Modelos optimizados de producción para la recuperación de la productividad de los sistemas agrícolas del centro-sur de Córdoba. Actas de la XV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Giayetto, Oscar, Guillermo A. Cerioni, Walter E. Asnal y José M. Cisneros. 1996. Respuestas de los cultivos al efecto combinado de secuencias anuales y labranzas en sistemas agrícolas Jornada Nacional de Maní, General Cabrera.

Gorgas, y Tassile, 2003 (Eds.) Los Suelos de Córdoba. Nivel de Reconocimiento Escala 1:500.000. Editado por Agencia Córdoba D.A.C.Y.T.S.E.M.

Grichar, W.J. 1998. Long term effect of three tillage systems on peanut grade, yield, and stem rot development. Peanut Science 25: 59-62.

Hartzog, D.L., and Adams, J.F. 1989. Reduced Tillage for Peanut Production. Soil and Tillage Research, 14 (1): 85-90.

Johnson, W.C., Brenneman, T.B., Baker, S., A. W. Johnson, D. R. Sumner and B.G. Mullinix. 2001. Tillage and pest management considerations in a peanut-cotton rotation in the southeastern Coastal Plain. Agronomy Journal 93: 570-576.

Jordan, D.J., Barnes, J.S., Bogle, C.R., Brandenburg, R.L., Bailey, J.E., Johnson, P.D., and A.S. Culpepper. 2002. Peanut response to cultivar selection, digging date, and tillage intensity. Agronomy Journal 95: 380-385.

Jordan, D.L., Bailey, J.E, Barnes, J.S., Bogle, C.R., Bullen, S.G., Brown, A.B., Edmisten, K.L., Dunphy, E.J., and Johnson, P.D. 2002. Yield and economic return of ten peanut-based cropping systems. Agronomy Journal, 94: 1289-1294.

Jordan, D.L., Barnes, J.S., Bogle, C.R., Naderman, G.C., Roberson, G.T., and P. D. Johnson. 2001. Peanut response to tillage and fertilization. Agronomy Journal, 93: 1125-1130.

Jordan, D.L., Johnson, P.D., Brandenburg, R.L., Royals, B.M., Hurt, C.L. 2005. Interactions of tillage with other components used to manage tomato spotted wilt of peanut. 27th Southern Conservation Tillage Systems Conference.Clemson University.

Jordan, D.L., Partridge, D.E., Barnes, S., Bogle, C.R., Hurr, C.A., Brandenburg, R.L., Bullen, S.G., Johnson, P.D. 2004.Peanut response to tillage and rotation in North Carolina.26th Southern Conservation Tillage Conference.

Jordan, D.L., W.J., Bailey, Barnes, J.S., Bogle C.R., J.S., Bullen, S.G., Brown, A.B., Edmisten, K.L., Dumphy, E.J., Johnson, P.D. 2002.Yield and economic return of ten peanut-based cropping system. Agronomy Journal 94: 1289-1294.

Lanier, J.E., Jordan, D.L., Barnes, J.S., J. Matthews, Grabow, G.L., Griffin, W.J., Bailey, J.E., Johnson, P.D., Spears, J.F., Wells, R. 2004. Disease management in overhead sprinkler and subsurface drip irrigation systems for peanut.Agronomy Journal 96: 1058-1065.

Moreno, I. 2000. La materia orgánica y el uso de los suelos. Su impacto sobre las propiedades físicas. Tesis Magíster en Ciencias del Suelo Universidad Nacional del Sur. Inédita.

Salas, EP, Nuñez Vazquez, F y Balzarini, M. 1993. Ensayo de rotación de cultivos en Manfredi. Análisis de los

rendimientos de girasol, sorgo, soja y maní en monocultivo y secuencias bienales. Actas del XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Mendoza.

Santa, G., Cerioni, G.A., Giayetto, O. y Pedelini, R. 2005. Rendimiento energético de sistemas agrícolas de General Cabrera, Córdoba, Argentina. Actas de la XX Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Scilingo, J.M; Cisneros, J.M; Giayetto, O.; Jobaggy, E. 2012. Producción de maní y soja y uso del agua edáfica en ambientes medanosos con napa. XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, En Actas.

Sholar, J.R., Mozingo R.W. and J.P. Beasley Jr. 1995. Chapter 10. Peanut Cultural Practices. En Patee, H.E., T.H. Stalker (Eds.) Advances in Peanut Science. American Peanut Research and Education Society Inc. USA.

Siri-Prieto, G., Reeves, D.W., Raper, D. Bransby, R.L., Gamble, B. 2003.Integrating winter annual grazing in a cotton-peanut rotation: forage and Tillage System selection. Proceedings of Sod Based Cropping Systems Conference. University of Florida.

Siri-Prieto, G., Reeves, D.W., Raper, R.L., Gamble, B. 2005. Mitigation of soil compaction from winter annual grazing in a cotton-peanut rotation: tillage and forage choice. ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings.

Titonell, P. 2004. El carbono orgánico de los suelos del centro de Argentina. Derivando indicadores de sustentabilidad a partir de su evolución y estado de equilibrio actual. Tesis de Magíster en Ciencias Agropecuarias, UNRC. Inédita.

Tubbs, R.S, and R. N. Gallaher. 2005. Conservation tillage and herbicide management for two peanut cultivars. Agronomy Journal 97: 500-504.

Uberto, M., Cisneros, J.M., Vignolo, C., Cholaky, C., Pedelini, R. 2002.Efecto de rotaciones y labranzas sobre la materia orgánica de un suelo típico del área núcleo manisera. Actas de la XVII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Uberto, M., Cisneros, J.M., Vignolo, C., Cholaky, C., Pedelini, R. 2002. Influencia de tres sistemas de labranza en algunas propiedades físicas de suelos en rotación con maní. Actas de la XVII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera.

Wright, D., Marois, J., Katsvairo, T., Wiatrak, P and Rich, J. 2005. Sod based rotations – The next step after conservation tillage. 27th Southern Conservation Tillage Systems Conference. Clemson University.

Wright, D.L., Marois, J.J., Rich, J. R., Sprenkel, R.K., Whitty, E.B. 2002. Conservation Tillage Peanut Production. SS-AGR-185. Agronomy Department, Florida Cooperative Extensión Service. University of Florida.

Wright, F.S. and Porter, D.M. 1995. Conservational tillage and cultivar influence on peanut production. Peanut Science 22: 120-124.

Capítulo 9. Calidad fisiológica de las semillas

Elena M. Fernandez, Guillermo A. Cerioni, Oscar Giayetto y Federico D. Morla

La producción de semilla requiere de cuidados especiales desde la siembra del cultivo con ese destino hasta la próxima siembra en un lote de producción. En los lotes de maní destinados para semilla, se deben implementar prácticas de manejo que eviten exponer el cultivo a situaciones de estrés hídrico, térmico, nutricional (calcio, fundamentalmente), entre otros. De esta forma, se producirán semillas capaces de desarrollar plántulas vigorosas que favorezcan un establecimiento rápido del cultivo en un amplio rango de condiciones ambientales (Roberts y Ellis, 1980).

En la provincia de Córdoba, en el año 2014, se sembraron 392.130 ha, que representan el 92,13% de la superficie sembrada en el país (SIIA, 2015). Para satisfacer la demanda de semillas necesarias para la siembra de esa superficie se dispone de semillas certificadas -provistas por el INTA y empresas privadas- y las identificada (o no) provenientes de la industria de selección. Por su parte, aunque cada vez en menor proporción, algunos productores conservan parte de la semilla cosechada para la siembra de la campaña siguiente.

En la región manisera de Córdoba, la siembra de maní se realiza en primavera y se recomienda comenzar cuando el suelo tiene, como mínimo, 18ºC a 10 cm de profundidad durante tres días consecutivos. Según registros meteorológicos históricos, en la zona de Río Cuarto esa condición se produce en la tercera década del mes de octubre (Giayetto *et al*., 2006). Sin embargo, últimamente existe una tendencia a adelantar la fecha de siembra por razones operativas (eficientizar el uso de la maquinaria para la siembra de grandes superficies, necesidad de coordinar las operaciones de arrancado y descapotado) y ecofisiológicas (satisfacer los requerimientos agroecológicos de los genotipos de ciclo largo utilizados actualmente) hacia la primera década de ese mes, siempre y cuando el suelo presente humedad adecuada para la imbibición y una temperatura a 5 cm de profundidad de 12ºC medida a las 8-9 hs (Giayetto *et al*., 2006). Giambastiani (2000) señala que en años con condiciones hidrológicas suficientes para iniciar el proceso de germinación hay una tendencia a sembrar antes con el riesgo de que las condiciones ambientales cambien (por descensos bruscos de temperatura asociados a frentes fríos) y se malogre el establecimiento del cultivo (emergencia demorada y pérdida de plantas).

El establecimiento del cultivo puede ser afectado por diferentes factores, tales como el tipo de suelo, la temperatura y humedad de la cama de siembra; características genéticas y calidad física de las semillas; su calidad fisiológica (viabilidad, vigor, tamaño, sanidad y velocidad de emergencia); y por aspectos agronómicos o de manejo que afectan la emergencia (sistema de labranza, preparación de la cama de siembra, profundidad y sistema de siembra y tratamiento de la semilla).

En maní, aún no han sido identificados los genes relacionados con la calidad fisiológica como si ya ha ocurrido en otras especies (Pandey *et al.,* 2012).

En otros capítulos de este libro, se especifican los requerimientos de temperatura y humedad para la germinación y emergencia de las plántulas *(ver Capítulo 4)*, así como los efectos del tipo de suelo y de los sistemas de labranza *(ver Capítulo 8)*.

En general, la semilla utilizada es de baja calidad fisiológica (germinación y vigor), lo que provoca una baja emergencia a campo (40-60 %) (Cerioni *et al.*, 2010). Para compensar esta reducción del número de plantas se siembran aproximadamente 147 kg de semillas ha^{-1} (28,6 semillas m^{-2}) para lograr 17,4 semillas m^{-2} (Pedellini y Ackermann, 2012). Esta estrategia implica un alto costo de semilla (1605 $ ha^{-1}) (Morla *et al.*, 2014). La pérdida de semillas representa aproximadamente un 39,27% del total que se siembra (Pedellini, 2013), y genera pérdidas económicas considerables sólo por la mayor utilización de semillas. Por lo que para lograr un cultivo bien implantado es necesario utilizar semillas de alta calidad, entre otros factores (Bongiovanni *et al.*, 2012).

Estos valores de emergencia sugieren que la semilla utilizada no cumple con la normativa vigente para la comercialización de las semillas de maní (Resolución de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca Nº 580/00) que establece los valores mínimos de germinación para semillas de primera multiplicación (80%) y los de segunda y tercera multiplicación (75 %) (Cuadro 1) (INASE, 2015).

Cuadro 1. *Niveles de tolerancia para semillas de maní de las clases Fiscalizada e Identificada según categoría*

Rubro		Categoría			
		Original	***1ra (*)***	***2ra y 3ra (*)***	***Identificada***
Poder germinativo (%) mínimo		80	80	75	75
Pureza físico botánica (%) mínimo		95	95	95	95
Material Inerte (%) máximo	Mitades de maní	4	4	4	4
	Impurezas varias	1	1	1	1
Semillas extrañas		0	0	0	0
Malezas		0	0	0	0

Obs.: Tolerancia cero para malezas prohibidas, tubérculos de *Cyperus* spp y esclerocios (en 1000 g). Libre de insectos fitófagos vivos. Las categorías de tamaños de semillas no deberán ser menores a 80 g cada onza (28,35 g). (*) Multiplicación.

Fuente: Res. SAGPyA Nº 580/00 (INASE, 2015).

Evaluación de la calidad fisiológica de las semillas

El monitoreo de la calidad de las semillas puede ser realizado después de la cosecha, en diferentes momentos del acondicionamiento y almacenamiento de las mismas o antes de la siembra siguiente para conocer si tienen la capacidad de mantener su calidad fisiológica.

Las evaluaciones se deben realizar con el Test Patrón de Germinación (TPG). Según Guerke (2005), se lo utiliza porque indica “el máximo potencial de germinación de un lote de semillas, puede ser usado para comparar la calidad de lotes diferentes y también estimar el valor de siembra en el campo”, y se debe realizar según las normas del ISTA (2008).

En forma complementaria al TPG, se deben realizar evaluaciones de vigor. El ISTA (Hampton y TeKrony, 1995) lo define como "la suma total de todas aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla o lote de las mismas durante la germinación y emergencia de las plántulas". Es por eso que evalúa el potencial del comportamiento en el campo (Guerke, 2005). Cada test de vigor evalúa diferentes parámetros de la capacidad de almacenamiento y comportamiento en el campo. Además, algunos de ellos proveen información rápida (1 a 2 días) y otros, como los de estrés, requieren entre 7-12 días y también se pueden evaluar las plántulas en el TPG. Según Guerke (2005), los test de estrés frecuentemente proveen información más precisa en la evaluación del potencial del lote de semillas de maní.

Test de tetrazolio (TZ): El test de TZ puede ser empleado como una herramienta auxiliar en la evaluación de la calidad de las semillas (Bittencourt y Vieira, 1999; Guerke, 2005). Es útil para evaluar daños mecánicos o de condiciones ambientales adversas que provocan alteraciones bioquímicas y fisiológicas que resultan en lesiones, muchas veces ocultas, y no siempre determinadas por el TPG (Bittencourt y Vieira, 1999). Algunos han observado alta correlación del test de TZ con los resultados de germinación, vigor determinado por conductividad eléctrica y emergencia a campo con genotipos tipos Valencia (Bittencourt y Vieira, 1999) y Virginia (Pérez *et al.,* 1991); pero otros, no pudieron detectar diferencias en la calidad de las semillas (Fernandez y Tomaselli, 2006).

Conductividad eléctrica (CE): La CE de la solución de imbibición de las semillas, evalúa la cantidad de electrolitos liberados por las semillas durante ese proceso y está directamente relacionado con la integridad de las membranas celulares (Hampton y TeKrony, 1995). Según Guerke (2005), se puede realizar en 24 hs, como lo establece el ISTA para la mayoría de las especies (Hampton y TeKrony, 1995); pero Vanzolini y Nakagawa (1999b), en maní, constataron que es posible llevarlo a cabo en 3 hs. Con respecto a la temperatura, se han podido detectar diferencias entre lotes a 20ºC (Fernandez *et al.,* 1997; Fernandez y Tomaselli, 2006), 25 ±1 ºC (Guerke, 2005) y 40ºC (Vanzolini y Nakagawa, 1999a). Las semillas deben tener entre 8-10% de humedad, y no es necesario remover el fungicida. Los resultados pueden variar con el tamaño de la semilla y el cultivar, entre otros factores (Guerke, 2005). Localmente, se ha comprobado que el test de CE es un indicador adecuado del vigor de las semillas de maní y un buen estimador de la emergencia a campo (Arnosio *et al*., 2013).

Envejecimiento acelerado: Los resultados de este test son muy confiables para evaluar el vigor de las semillas de maní (Guerke, 2005). Aunque este cultivo no está citado dentro de las metodologías sugeridas por el ISTA (Hampton y TeKrony, 1995), se han podido diferenciar lotes de semillas a 41ºC durante 96 hs (Guerke, 2005) y a 45ºC durante 72 horas (Giambastiani, 1998). Localmente se realizó con 42°C durante 72 hs pero no permitió seleccionar lotes (Marchetti *et al.,* 2011; Arnosio *et al*., 2013; Cerolini *et al.,* 2015).

Test de Frío: La mínima temperatura del suelo recomendada para la siembra de maní es de 18ºC en el suelo durante tres días consecutivos; es por eso que algunos proponen realizar esta prueba a 15ºC (Guerke, 2005), y no a 10ºC, como lo sugiere el ISTA en forma general para todos los cultivos (Hampton y TeKrony, 1995). Sin embargo, localmente, se han podido detectar diferencias entre lotes de semillas de maní utilizando 10°C durante 7 días y a 25°C durante 3 a 5 días (Fernandez y Tomaselli, 2006; Marchetti *et al.,* 2011; Arnosio *et al*., 2013; Cerolini *et al.,* 2015).

Esta técnica, debería ser utilizada para evaluar fungicidas, considerando la problemática del maní y el origen de este test (Hampton y TeKrony, 1995). Además, es para destacar que esta metodología evalúa el comportamiento de un lote de semilla y no los requerimientos térmicos del genotipo (Fernandez, 2005).

Evaluación de plántulas: la caracterización de las plántulas puede ser realizada en el campo o en el laboratorio (Nakagawa, 1999). Esta última, puede concretarse junto con el TPG, en el cual se puede evaluar velocidad de germinación, primer recuento de la germinación, crecimiento de las plántulas -largo y peso seco de las plántulas- y clasificación de las mismas (ISTA, 2010). Con este test se han podido detectar diferencias entre lotes de semillas (Fernandez *et al.,* 1997; Fernandez y Tomaselli, 2006).

Factores que influencian la calidad de la semilla

Dormancia

La dormancia de las semillas puede afectar el resultado de los test que involucran la germinación de las semillas, como el test patrón de germinación (TPG), test de frío y envejecimiento acelerado. Durante la conducción de estos test, las semillas que no germinan, tanto las frescas (embeben agua) como las duras (no embeben), reducen el porcentaje de germinación (PG). Es por eso, que en las normas del ISTA (2008) se establecen métodos para quebrar la dormancia.

La presencia de semillas durmientes en los test de germinación puede conducir a resultados erróneos cuando los análisis se realizan inmediatamente después de la cosecha, ya que los datos pueden aportar valores inferiores a los estándares de comercialización establecidos por el INASE (2015) y eliminar un lote de semillas.

La dormancia del maní puede ser genética o inducida. En la primera, dependiendo de su constitución genética, las diferentes partes de la semilla juegan un importante rol en la dormancia, siendo el más importante el tegumento, luego los cotiledones y por último el embrión. Sin embargo, la naturaleza de la dormancia en el eje embrionario parece ser diferente a la de las otras partes de la semilla. La dormancia en los genotipos tipo Español es regulada por el tegumento (tejido materno), y en los tipos Virginia por los cotiledones, el eje embrionario (ambos son tejido del zigoto) y el tegumento (Bandyopadhyay *et al.,* 1999). Por su parte, Upadhyaya y Nigam (1999), observaron en unos genotipos tipo Español, que la dormancia de las semillas frescas es controlada por un alelo dominante de un gen simple.

Según Ketring (1991), en los cultivares tipo Virginia esta dormancia puede permanecer por más de cuatro meses, en cambio en los tipo Valencia y Español está ausente o dura pocas semanas. En estudios posteriores, Faye *et al.* (2009) observaron diferencias en el grado y duración de la dormancia de semillas frescas en genotipos tipo Español. Esta característica fisiológica, es el resultado de un balance hormonal entre el ácido abscísico –que actúa como inhibidor de la germinación- y el etileno –que la promueve- producido por el embrión a través de la acción de las citoquininas durante la imbibición (Ketring y Morgan, 1971 y 1972).

La presencia de semillas duras (dormancia inducida) puede deberse al efecto del estrés hídrico (Fernandez *et al.,* 1999a) y al exceso de calcio (Fernandez y Tomaselli, 2006), provocando una barrera física a la absorción de agua debido al tegumento más compacto (Fernandez *et al.,* 2000). También ha sido observada la presencia de semillas frescas en lotes de alta calidad (PG y Vigor >80%) cuando son puestas a germinar (embeben) a baja temperatura en el tiempo establecido por el ISTA (2008), en ese sentido se ha encontrado correlaciones entre el PG y la presencia de semillas frescas a baja temperatura durante el proceso de germinación (0,80 – 0,92**) (Fernandez *et al.,* 2015a). Aunque es necesario, seguir investigando las causas que generan la presencia de semillas frescas y duras en el TPG, que reducen el PG, generando grandes diferencias entre los resultados de laboratorio y la emergencia, superando los resultados de campo entre un 10 % (Arnosio, 2013) y 20% (Fernandez *et al.,* 2001).

Las semillas durmientes no germinan mientras permanecen en la planta madre. Aunque, en la región manisera de Córdoba, en ocasiones de retraso del arrancado -con la presencia de lluvias o lloviznas frecuentes y persistentes que mantienen el suelo con alta humedad- se han registrado semillas "brotadas" independientemente del tipo botánico, aún en los tipo Virginia -sembrados localmente-, ya que este comportamiento es típico del Español y Valencia (Upadhyaya y Nigam, 1999).

Condiciones predisponentes durante el crecimiento-desarrollo de la planta madre

Los resultados de los análisis de germinación y vigor de los lotes de semillas de maní provenientes de la región manisera de Córdoba, permiten afirmar que las condiciones ambientales durante su crecimiento y desarrollo en la planta madre pueden contribuir a la reducción de la calidad fisiológica de las semillas, aunque existen diferencias en el comportamiento de los genotipos. Considerando, que las condiciones ambientales influencian el crecimiento-desarrollo de las semillas y, consecuentemente, su calidad fisiológica, para producir semillas es necesario considerar el ambiente de producción.

En este sentido, Cavallo *et al.* (2005) constataron que no existían diferencias en la calidad fisiológica de las semillas producidas en diferentes localidades de la provincia de Córdoba (Gral. Cabrera y V. Makenna), pero sí entre éstas y las procedentes de la provincia de Catamarca, las que, además, transportaban mayor cantidad de hongos saprófitos.

Por su parte, Marchetti *et al.* (2011) detectaron diferencias en la germinación de las semillas de cuatro cultivares (Utre-UNRC, Uchaima-UNRC, Tegua y Granoleico) que crecieron en Río Cuarto y Del Campillo; posiblemente debido a las condiciones estresantes registradas durante el ciclo – elevado número de episodios de temperaturas bajas (< a 12 °C) y altas (> 36 °C) y menor disponibilidad de agua en Del Campillo respecto a Río Cuarto (332 y 463 mm, respectivamente). En estas condiciones, la germinación de semillas no alcanzó los valores recomendados para la siembra (75 – 80%, INASE, 2015) en la mayoría de los cultivares utilizados, posiblemente por el efecto positivo que tienen las condiciones ambientales estresantes sobre el desarrollo de patógenos. La emergencia a campo fue cercana al 80% en las semillas provenientes del ambiente favorable al crecimiento de la planta madre y no superó el 60% en las semillas obtenidas en el sitio con condiciones ambientales estresantes (Marchetti, 2011).

En otro trabajo realizado en Río Cuarto, con dos cultivares (Utre-UNRC y Granoleico) sembrados en diferentes fechas, se detectó que el genotipo y la fecha de siembra inciden sobre la calidad de la semilla (Arnosio *et al.,* 2013). El genotipo de crecimiento más indeterminado y de ciclo más largo (Granoleico) presentó diferencias en la germinación, vigor (Conductividad eléctrica, Test de frío y Envejecimiento acelerado) y la emergencia a campo entre las fechas de siembra de la planta madre, siendo mejor la primera fecha de siembra que permitió la utilización de una mayor estación de crecimiento ofreciendo mejores condiciones ambientales durante el desarrollo de las semillas. En cambio, el genotipo de crecimiento más determinado y de ciclo más corto, prácticamente no tuvo diferencias entre fechas de siembra (Arnosio*,* 2013).

Se han observado efectos específicos de algunos factores abióticos y bióticos durante el crecimiento y desarrollo en la planta madre sobre la calidad fisiológica de las semillas.

Disponibilidad de agua

El establecimiento del cultivo, es influenciado por la condición hídrica en la que crece la planta madre, aunque hay trabajos que no detectaron efecto, posiblemente, la intensidad del estrés o el momento en que el cultivo estuvo sometido a esa situación limitante, no fue suficiente para afectar la partición de fotoasimilados (Marcos Filho, 2015).

Existen divergencias respecto al efecto del estrés hídrico durante el desarrollo de las semillas sobre el PG y vigor. Algunos, no han observado efecto (Giambastiani, 1998), aunque sí un incremento del porcentaje de semillas duras (Fernandez *et al.,* 2001). En cambio, otros registraron una reducción de la calidad fisiológica (Fernandez *et al*., 1999 a y b), atribuyéndola a la alteración de la integridad de las membranas (Nautiyal *et al.,* 1991) y a la deficiencia de calcio en las semillas, debida a la menor absorción del nutriente causada por la falta de agua (Cox *et al.,* 1976).

Con relación a la emergencia, se ha observado que las plántulas provenientes de semillas que sufrieron estrés tienen menor crecimiento del hipocótilo-radícula, lo que afecta el crecimiento de la plántula (Ketring, 1991). De hecho, se ha constatado menor emergencia tanto cuando el cultivo provenía de semillas que sufrieron falta de agua durante todo el ciclo de la planta madre (período vegetativo: 110 mm; período reproductivo: 280 mm), como durante el período reproductivo; principalmente cuando el suelo no tenía cobertura vegetal lo que favorece la evaporación y, consecuentemente, la pérdida de agua (Fernandez, 2004a).

La calidad de la semilla tiene efecto sobre el rendimiento de biomasa vegetativa y reproductiva en algunos cultivos con destino a la producción de granos (TeKrony y Egli, 1991). En maní, en algunas situaciones, se ha observado que la menor disponibilidad de agua durante el desarrollo de la planta madre provoca una reducción del rendimiento de frutos y semillas (Fernandez, 2004b); mientras que en otras no se ha registrado efecto directo (Giambastiani, 1998). Según este último autor, hay un efecto indirecto de la falta de agua durante el desarrollo de la planta madre sobre el rendimiento del cultivo siguiente, porque en esta situación se producen semillas más pequeñas que tienen menor calidad que las semillas grandes. Aunque Fernandez (2004b), observó que la reducción del rendimiento –por efecto del estrés- ocurría independientemente del tamaño de las semillas. Este efecto sobre el tamaño de la semilla influencia la granometría; la mayor disponibilidad de agua durante el crecimiento y desarrollo de las semillas incrementa la proporción retenida en la zaranda de tajo de 7,5 mm, en desmedro de las de menor tamaño, sin afectar la relación grano/caja.

Temperatura

La germinación de las semillas producidas bajo condiciones subóptimas de temperatura (5-7 ºC por debajo de la temperatura óptima) –debido al retraso fenológico de la etapa de llenado causado por estrés hídrico durante el clavado e inicio de desarrollo de los frutos de las plantas madres (Cerioni, 2003), se ve afectada. Estas semillas sólo alcanzaron un 75% de emergencia comparadas con otras procedentes de plantas sometidas a estrés hídrico en otros momentos del período reproductivo o de aquéllas crecidas sin limitación hídrica (Fernandez *et al.,* 2001).

Nutrientes

En general, existe coincidencia sobre los elevados niveles de calcio requeridos para alcanzar altos porcentajes de germinación de las semillas de maní. En Argentina, hasta el presente no se han detectado efectos de la falta de calcio (Tomaselli, 2005; Fernandez y Tomaselli, 2006; Fernandez *et al*.,

1999a; Fernandez *et al*., 2001), pero en otros países es un problema para la producción de semillas. Por ejemplo, en EE.UU. se recomienda un mínimo de 450 ppm para los maníes tipo runner y Virginia; aunque valores >700 ppm son un mejor indicador. Por lo que, determinaciones de calcio en el suelo son muy importantes cuando se las emplea como una herramienta de manejo para seleccionar lotes que presentan las mejores condiciones para la producción de semillas (Guerke, 2005).

La reducción del contenido de calcio en el fruto y/o semilla causa alteraciones en el desarrollo normal de las estructuras del fruto (Zharare *et al.*, 2009) y de la semilla (Murata *et al.,* 2009). Estas alteraciones en el tejido de la plúmula se denominan *plúmula oscura* y *corazón hueco.* Aunque estos síntomas pueden ser reducidos con la aplicación de calcio y boro, el efecto del calcio es mayor en el primero y el del boro en el segundo. Estos daños reducen el PG y la capacidad de almacenamiento de las semillas (Cox y Reid, 1964). Las plántulas desarrolladas a partir de semillas deficientes en calcio, muestran dos tipos de anormalidades: 1) hipocótilo acuoso, luego el tejido del medio se colapsa, aislándose de la radícula en desarrollo; 2) la radícula se colapsa donde inicia la elongación y cesa el crecimiento y el tejido en la región meristemática se torna acuoso y se deteriora (Sullivan *et al.,* 1974).

Localmente, se ha observado que la aplicación de calcio en el suelo (que disminuyó el contenido de potasio y aumentó la relación calcio/potasio del suelo) causa disminución de la germinación debido al aumento de semillas duras en la mayoría de los tamaños de semillas, excepto en aquellas retenidas en la zaranda de tajo 7 mm (Fernandez *et al.,* 1999a). A su vez, la aplicación foliar de calcio tuvo un efecto depresivo sobre la germinación y el vigor de las semillas (Test de frío y Conductividad eléctrica), y este efecto fue menos evidente con el incremento de la dosis de B (Fernandez y Tomaselli, 2006).

Grado de madurez

En la cosecha del maní, debido a su crecimiento indeterminado, se recolectan frutos y, consecuentemente, semillas con diferentes grados de madurez. Por eso, es importante implementar prácticas de manejo que permitan obtener la mayor proporción de semillas maduras al momento del arrancado. Por otro lado, se ha observado, en determinadas situaciones, incremento del peso seco de las semillas después del arrancado (Fernandez, 1996),

Al alcanzar la madurez fisiológica, las semillas dejan de recibir sustancias de reserva, independizándose de la planta madre, por lo que finalizan su crecimiento, presentando un elevado potencial fisiológico –quizás el máximo- (Marcos Filho, 2005). A partir de ese momento, la exposición a condiciones menos favorables del ambiente contribuyen al proceso de deterioro (Marcos Filho, 2015). El deterioro es inevitable, las semillas como todos los organismos vivos envejecen y consecuentemente mueren. Después de la maduración el potencial fisiológico de las semillas puede permanecer relativamente inalterado durante cierto tiempo o disminuir rápidamente, con una velocidad e intensidad determinada por las condiciones ambientales y las prácticas de manejo. Además, el deterioro es continuo e irreversible, por lo que no es posible recuperar la calidad individual de la semilla perdida durante y después de la cosecha (Delouche, 1963). El mantenimiento de la viabilidad y vigor depende de la integridad de las macromoléculas y de la compartimentalización celular, pero la degradación de la estructura y funciones vitales de la semilla es inevitable, aún cuando la actividad de los mecanismos de “reparación” puedan retardar la caída del desempeño del lote (Marcos Filho, 2005).

En maní, fue constatada una relación directa entre la madurez y el PG de las semillas (Giambastiani, 1998). En un estudio realizado con un cultivar tipo Virginia *runner* (Florman INTA) en Gral. Cabrera y Etruria, Córdoba, se registraron altos porcentajes de germinación (>90%) y de vigor (energía germinativa >90%) entre los 140 y 150 días después de la siembra (DDS) (Pérez *et al.,* 2001 y 2004).

Hongos patógenos

En las semillas de maní de la región productora de Córdoba es posible encontrar *Asperguillus* spp, *Penicillum* spp, *Rhizopus* spp y *Fusarium* spp (Pérez y Cavallo*,* 1997; Cavallo, 2005; Oddino *et al*., 2006; Pérez *et al*., 2007; Pasluosta *et al*., 2015). Estos hongos que son habitantes del suelo y también se los encuentra en almacenamiento, son patógenos de las semillas de maní y pueden causar "*damping-off*" de pre y postemergencia (Zambettakis, 1975; Waliyar, 1986; Cavallo, 2005). Estas y otras especies pueden ser transportadas por las semillas a otras áreas de cultivo provocando enfermedades (Cavallo, 2005; Zuza *et al*., 2005).

El desarrollo de estos patógenos puede ser favorecido por algunos factores que contribuyen al deterioro de las semillas (Fernandez *et al*., 2000). En este sentido, se ha observado, en la región manisera de Córdoba, que las condiciones ambientales sub-óptimas favorecen la carga fúngica en las semillas (Marchetti *et al.,* 2011). En suelos ácidos la aplicación de calcio reduce la presencia de *Aspergillus* spp, *Penicillum* spp y *Rhizopus* spp. También, el mayor periodo de exposición durante el secado en la hilera en condiciones ambientales desfavorables o la demora en la pérdida de agua favorece la presencia de estos patógenos (Fernandez *et al*., 1997b). Se ha detectado que en presencia de estas especies de hongos se reduce la germinación (Nakamura y Nishimura, 1974; Marchetti *et al*., 2011), el vigor (Fernandez *et al*., 1997b; Marchetti *et al*., 2011) y la emergencia a campo (Marchetti *et al*., 2011), debido a que causan podredumbres y muerte de las plántulas (Bell, 1974; Marchetti *et al.,* 2011) y muerte de las semillas (Marchetti *et al.,* 2011).

Prácticas de manejo

Las prácticas de manejo tendientes a optimizar el crecimiento del cultivo influencian positivamente la producción de semillas, pero es necesario considerar determinados aspectos ya que obtener productos con la calidad deseada (en general) es más sensible que la cantidad del producto cosechado.

Genotipo

Existen diferencias genotípicas en la respuesta de la germinación ante situaciones de baja disponibilidad de agua y temperatura, siendo el efecto mayor con baja temperatura (<18 ºC) alcanzando sólo algunos genotipos el 80% de germinación; el efecto es mayor con menor disponibilidad de agua. Como respuesta al déficit hídrico, en forma independiente, las semillas permanecen duras o se deterioran según genotipo y temperatura. Los genotipos que pueden alcanzar alto PG y plántulas vigorosas en condiciones de baja temperatura y altos a medios contenidos de agua, no se deterioran cuando el agua es escasa. (Fernandez, 2005; Fernandez *et al*., 2015a).

A nivel de campo, se detectaron diferencias en la germinación de las semillas de cuatro cultivares (Utre-UNRC, Uchaima-UNRC, Tegua y Granoleico) que crecieron en dos ambientes muy contrastantes (Río Cuarto y Del Campillo) debido a las condiciones estresantes ocurridas durante el ciclo en la región sur de Córdoba que permitió la expresión de tolerancia o mecanismos de escape de alguno de los genotipos (Marchetti *et al*., 2011). En otra experiencia, se observó que los cultivares de crecimiento más indeterminado y de ciclo más largo –como Granoleico-, se deberían sembrar de forma temprana para obtener semillas de calidad, en fechas que no expongan el periodo de formación de semilla a condiciones estresantes, en cambio aquellos cultivares más determinados, de ciclo algo más corto –como Utre UNRC-, se pueden sembrar tanto en fechas tempranas como tardías, principalmente estas últimas permiten obtener semillas de elevada calidad fisiológica (Arnosio *et al*., 2013).

Tamaño de la semilla

Para la siembra de maní se pueden utilizar algunos de los diferentes tamaños de semillas, éstos son influenciados por el genotipo (Fernandez *et al.,* 2012) y por las condiciones ambientales durante el desarrollo de las mismas, tales como estrés hídrico (Cerioni, 2003; Fernandez *et al.,* 1998; Giambastiani, 1998), de temperatura (Cerioni, 2003), entre otros. En el cultivo de maní se ha observado que el tamaño de las semillas utilizado influencia la emergencia y el crecimiento-desarrollo del cultivo originado a partir de las mismas (Fernandez, 2004 a y b).

Los resultados obtenidos hasta la fecha no son contundentes con respecto al efecto del tamaño sobre la germinación y/o emergencia. Fernandez *et al.* (1998) en una estudio realizado en la zona de General Cabrera (Córdoba) con el cultivar Florman INTA, observaron que las semillas pequeñas (retenidas en zaranda de tajo de 6,5 mm) y las de mayor tamaño (retenidas en zaranda de tajo de 9 mm) tenían menor germinación, debido principalmente a la mayor proporción de semillas duras. Por su parte, Marchetti *et al.* (2011), trabajando con varios cultivares (Utre-UNRC, Uchaima-UNRC, Tegua y Granoleico) que crecieron en Río Cuarto y Del Campillo (Córdoba), no observaron diferencias en el PG de semillas de diferentes tamaños pero sí en el vigor, detectando que las semillas de mayor tamaño eran más vigorosas que las más pequeñas. Por su parte, Arnosio *et al.* (2013) y Fernandez *et al.* (2015a) constataron mayor PG y vigor en las semillas más grandes (retenidas en las zaranda de 9 y 8, principalmente), aunque fue observado que el efecto del tamaño sobre el vigor es más evidente en los genotipos de ciclo más largo (Fernandez *et al*., 2013).

Por otra parte, el tamaño de las semillas empleadas puede incidir en el establecimiento del cultivo, afectando el crecimiento inicial. Las semillas grandes, producen plántulas de mayor tamaño (Pedellini y Díaz, 1990; Marchetti, 2011; Arnosio *et al.,* 2013), que le permite al cultivo una cobertura más rápida del espacio entre hileras (Giambastiani, 1998), favoreciendo la intercepción de la radiación y una menor pérdida de agua por evaporación desde el suelo. Por otro lado, algunos autores han observado efecto del tamaño de la semilla en interacción con la condición hídrica de la planta madre sobre la emergencia. Las semillas muy grandes o muy pequeñas (semillas retenidas por zarandas de tajo de 9 y 6 mm, respectivamente), generan menor número de plántulas emergidas cuando la planta madre tuvo menor disponibilidad hídrica, pero los tamaños intermedios (correspondientes a las zarandas de tajo de 8 y 7,5 mm) sólo muestran ese comportamiento cuando las semillas se desarrollaron con estrés hídrico durante todo el ciclo (Fernandez, 2004a), porque estos tamaños son los que se reducen proporcionalmente más cuando se produce un déficit hídrico durante el desarrollo de las semillas (Fernandez *et al.,* 1999a).

Experiencias realizadas en la región manisera de Córdoba, muestran que el tamaño de las semillas utilizadas para la siembra influencia el rendimiento de frutos y semillas. Algunos investigadores han observado que el rendimiento de granos es mayor cuando las plantas se originan de semillas de tamaño intermedio (Pedellini y Díaz, 1990), en cambio, otros constataron que se consigue con las semillas más grandes (Casini y Sagadín, 1998; Giambastiani, 1998). Por otro lado, se ha observado efecto de interacción entre el tamaño de semilla y la condición hídrica de la planta madre, porque sólo las semillas de tamaño intermedio (zaranda de tajo de 7 mm) no son influenciadas por la condición hídrica de la planta madre (Fernandez *et al.,* 1998; Fernandez, 2004a). Este comportamiento es importante al momento de decidir el tamaño de la semilla a utilizar para la siembra, particularmente cuando se desconocen las condiciones ambientales que prevalecieron durante el desarrollo de las mismas sobre la planta madre (Fernandez, 2004b).

También se observó que la granometría puede ser modificada por el tamaño de la semilla utilizada para la siembra. La proporción de semillas que quedan sobre la zaranda de tajo de 7,5 mm se incrementa con el tamaño de las que le dieron origen (Fernandez, 2004b, Pedellini y Díaz, 1990); aunque la proporción de cada uno de los tamaños es modificada en forma diferente por el tamaño de la semilla que le dio origen, así como también por la condición hídrica de la planta madre; la proporción de semillas más grandes (retenidas en zarandas de tajo de 10 y 9 mm), depende de la condición hídrica de la planta madre, en cambio, las retenidas en la zaranda de tajo de 8 mm, son influenciadas por el tamaño de las semillas que les dieron origen, siendo proporcionalmente mayores en las plantas provenientes de semillas de las zarandas de tajo de 8, 7,5 y 7 mm. Las retenidas en la zaranda de tajo de 6,5 mm, tienen un comportamiento opuesto a las semillas de mayor tamaño. Es importante resaltar que la proporción de semillas retenidas en las zarandas de tajo 7,5 y 7 mm no es modificada por la granometría utilizada en la siembra. El rendimiento confitería es mayor en lotes provenientes de semillas de tamaños intermedios a grandes (zaranda de tajo entre 7 a 9 mm) (Fernandez, 2004b). La relación grano/caja es mayor cuando las plantas se originaron de semillas de tamaño intermedio (Pedellini y Díaz, 1990).

Fecha de siembra

En la región manisera de Córdoba, la fecha de siembra adecuada de un lote para producir semillas va a depender de las características del cultivar. Los genotipos de ciclo más corto con patrón de ramificación más concentrado (secuencial) pueden sembrarse en diferentes fechas sin una disminución significativa en la calidad fisiológica de las semillas, en cambio los de ciclo más largo con un patrón de ramificación alterna están limitados por la estación de crecimiento principalmente en las fechas de siembra tardías, por lo que para la producción de semillas se deben priorizar las fechas de siembras tempranas (Arnosio *et al*., 2013).

Densidad y Distribución de plantas

En la región manisera, General Cabrera (Córdoba), no se ha observado efecto de la densidad de plantas sembrados a 70 cm entre hileras (Casini y Haro, 2001) como así tampoco por la distribución de plantas (surcos a 70 cm *vs* 70 x 20 cm) (Pérez *et al*., 2007).

Utilización de Fungicidas

La aplicación de fungicidas es una práctica recomendada por el ISTA (2008) para la conducción del TPG. Se ha observado que esta práctica tiene mayor efecto sobre las semillas de menor calidad incrementando relativamente más el PG y el vigor medido por el tamaño de las plántulas; un lote de alta calidad mejora un 20% mientras que uno de baja calidad lo mejora un 72%. Sin embargo, las semillas de mejor calidad generan plántulas de mayor tamaño (103 mg/pl) comparativamente con uno de baja calidad (61 mg/pl) que no es alcanzado por la aplicación de un fungicida (Pérez *et al*., 2008). Las siembras tempranas favorecen el desarrollo de enfermedades como *Fusarium solani* y el uso de fungicidas efectivos mejoran el comportamiento de lotes de mediana calidad (Oddino *et al*., 2006).

A campo, se han observado diferencias en el efecto de los productos utilizados como curasemilla (Marinelli *et al.,* 2009). Además, se ha registrado que es necesario el conocimiento de la carga fúngica de la semilla para la elección de los principios activos a utilizar como terápicos y que la aplicación de un fungicida protector mejora el control de otros productos curasemilla (Zuza *et al*., 2008).

La práctica común de aplicación de fungicida implica la utilización de agua y aceite como vehículo. Esta técnica, en el caso del maní favorece el “pelado” –pérdida del tegumento- perjudicando el proceso de imbibición y en consecuencia la germinación. Para evitar este efecto se implementa

una técnica que consiste en el recubrimiento de la semilla con una delgada capa de revestimiento uniforme con polímero que forma una matríz porosa de liberación lenta y gradual al medio, al cual se le adicionan principios activos entre ellos fungicidas. Fue observado que se puede reducir el número de semillas para la siembra con la utilización de polímeros con fungicidas (Pedellini y Monetti, 2009).

Condiciones predisponente durante la cosecha y poscosecha

Daño mecánico

La semilla utilizada para la siembra debe tener intacta su estructura, porque los daños internos y externos interfieren negativamente en el proceso de imbibición, afectando el desarrollo de las plántulas que determinan la germinación.

La calidad de la semilla se altera cuando los frutos y/o las semillas sufren deterioro causado por daños de insectos y/o provocados por el manipuleo mecánico durante el proceso de arrancado, descascarado y acondicionamiento; por lo cual, se aconseja minimizar las acciones que exponen a los frutos y semillas a daños que favorecen el deterioro, a fin de contribuir al mantenimiento de la calidad de la semilla (Guerke, 2005).

Las semillas desprovistas de su protección natural, se tornan muy susceptibles a sufrir daños debido al tamaño de los cotiledones y a la exposición del extremo de la radícula, pudiendo experimentar fácilmente magulladuras causadas por las fuerzas de impacto durante el manipuleo, afectando la región meristemática de la radícula (Guerke, 2005). También, puede dañarse con facilidad el punto de unión entre los cotiledones y el embrión; las semillas de mayor tamaño frecuentemente son dañadas en esta zona, principalmente si han perdido el tegumento por un secado rápido. Daños en esta región, afectan la conexión entre los cotiledones y el embrión durante la germinación y los estados iniciales del desarrollo de las plántulas (Ketring y Reid, 1995), provocando un retraso o atrofia del desarrollo y emergencia de la plántula. Se crean también sitios potenciales para el crecimiento de microorganismos, debido a los solutos liberados por las células (Guerke, 2005).

Momento de Arrancado

Al momento de la recolección las semillas de maní tienen un alto contenido de humedad debido al crecimiento subterráneo de los frutos, que obliga a realizar la faena de arrancado para favorecer la pérdida de agua y manipular las semillas con menor riesgo de deterioro durante la recolección a campo (descapotado). Además, es necesario considerar que debido al crecimiento indeterminado de este cultivo al momento de arrancar existen frutos y semillas en diferentes estados de desarrollo, en la planta y en el lote; sólo una proporción de estas semillas ha alcanzado la madurez.

El atraso en la fecha de arrancado disminuye la calidad de las semillas de maní (Cavallo *et al.,* 2005; Fernandez *et al.,* 2015b). Se ha observado, en un año particular, que la germinación cae drásticamente en un periodo corto de tiempo, especialmente en abril cuando las condiciones ambientales no siempre son adecuadas para el crecimiento del cultivo; los valores de germinación de las semillas cosechadas a los 180 DDS cayeron por debajo del valor base de referencia para la comercialización de semilla identificada (75%), debido principalmente a la presencia de semillas muertas (~ 9%). Esto demuestra que la calidad fisiológica de las semillas es rápidamente reducida cuando el cultivo, al finalizar el ciclo, es expuesto a condiciones ambientales desfavorables (bajas temperaturas y aumento temporario de la humedad del suelo por precipitaciones), aún por un período corto de tiempo (10 días) (Fernandez *et al.,* 2015b). Además, estas condiciones ambientales favorecen el aumento de la carga fúngica, principalmente con el atraso del arrancado (Cavallo *et al.,* 2005).

Haciendo un análisis pormenorizado del comportamiento de las semillas en diferentes momentos de arrancado, se observa que el adelanto de esta operación (160 DDS, en ese año en particular) presenta una mayor proporción de semillas durmientes (3,2%), debido principalmente a las semillas frescas (3%), que posiblemente no completaron su crecimiento-desarrollo. En esa condición, el vigor fue reducido con el atraso del arrancado (180 DDS), evaluado con la energía germinativa, las plántulas vigorosas y la conductividad eléctrica, siguiendo la misma tendencia que los resultados del poder germinativo (Fernandez *et al.,* 2015b).

El efecto que tiene el momento de arrancado del cultivo que le dio origen sobre la emergencia de las plántulas está relacionado con el tamaño de las semillas. Fue registrado un amplio rango de valores considerados mínimos (28%: Z9-180 DDS) y máximos (63%: 38/42-170 DDS). Además, las semillas que presentaron el mejor comportamiento a campo fueron las provenientes del arrancado a los 170 DDS -principalmente las de granometría 38/42-, juntamente con la Z9 de la primera fecha de arrancado. El atraso de esta operación (180 DDS), que expone al cultivo a condiciones de temperaturas desfavorables (<12°C), afecta negativamente la implantación del próximo cultivo, principalmente el proveniente de semillas de mayor tamaño (38/42 y 40/50). Estas semillas sufrieron un proceso de deterioro, por lo que se encontraban en un estado denominado comúnmente como “sobre maduración”; este efecto se produjo por la permanencia de las semillas en la planta madre (previo al arrancado) en condiciones de alta humedad en el suelo que aceleraron este proceso, que inicia luego de alcanzar la madurez fisiológica (McDonald, 1985).

El momento de cosecha, según Pérez *et al.* (2005), es el principal factor que determina la capacidad de conservación de un lote de semillas de maní, luego sigue la protección natural de la semilla (pericarpio o “caja”) y, por último, la protección química.

Curado (o secado natural)

El curado -tiempo que permanece el maní en la andana después de arrancado- debe ser el mínimo posible para reducir la exposición a alta humedad relativa y temperatura que favorecen el desarrollo de patógenos. Estos factores aumentan la tasa de deterioro y, consecuentemente, reducen la calidad fisiológica de la semilla (Fernandez *et al.,* 1997).

Inmediatamente después de arrancado, cuando las semillas tienen alto contenido de humedad (entre 30 y 50%, valores correspondientes a la categoría de agua libre), la ocurrencia de heladas produce daños en los cotiledones, alteración en la coloración del tegumento y en los procesos metabólicos, reduciendo el PG, el vigor y la emergencia a campo (Ketring y Reid, 1995). También, las bajas temperaturas, que no llegan a producir heladas (0,9-1,6 ºC durante tres noches consecutivas), provocan daños en las semillas inmediatamente después del arrancado, que se detectan por el incremento de la conductividad eléctrica; siendo el efecto mayor en las de menor tamaño. Este efecto se adjudica a las alteraciones en la estructura de las membranas celulares (Singleton y Pattee, 1989).

También, ha sido observado como punto crítico el tiempo de permanencia en el campo (entre arrancado y recolección), en el que la semilla de maní pierde agua (de 40–30 % hasta 13–18 %) para poder ser recolectada, el proceso continúa (hasta 9 %) para ser almacenado. Durante este período de deshidratación, las semillas están expuestas a temperaturas extremas y/o variaciones de humedad por lluvias o lloviznas durante el curado que afectan la pérdida de agua constante y homogénea que afectan su estructura y, consecuentemente, su comportamiento como simiente (Fernandez *et al.,* 1997).

Secado artificial

En lotes destinados a semilla, la temperatura de secado no debe superar los 38 °C (Nautiyal y Zala, 1991); aunque fue observado que temperaturas superiores a 35 °C favorecen los daños (Rogers y Brusewitz, 1977). Considerando que el acondicionamiento de las semillas –muchas veces tiene el mismo circuito que los granos destinados al consumo, es importante conocer que la temperatura de secado de los lotes destinados para maní confitería no debe exceder los 24 °C porque se afecta el sabor (Bragachini y Bongiovanni, 1994). Estos valores expresados precedentemente son considerados como los máximos que puede soportar el producto vegetal (semillas y grano) y deben estar en relación con las variaciones de temperatura a las que están expuestos durante el proceso de secado porque los equipos tienen variación en los valores de temperatura.

El secado de semillas con alto contenido de humedad, reduce su calidad debido a la pérdida rápida de agua, que provoca daños internos o externos de la semilla (Fernandez, 1996).

Acondicionamiento en las Plantas de Procesamiento

En las Plantas Seleccionadoras de maní para exportación también seleccionan granos para obtener semillas, a éstas se las denomina “plantas largas”, debido al alto número de acciones a las que se somete la “futura semilla” (Pahud, *com. per.*). La semilla es un órgano vivo, y específicamente la de maní que tiene un tegumento muy delgado y la radícula expuesta, lo que la hace vulnerable al tratamiento agresivo al que es expuesta durante el manipuleo en la Planta Seleccionadora. El manipuleo de las semillas en la poscosecha es un punto crítico en el sistema de producción de semillas, pues se reduce drásticamente la calidad fisiológica.

Ha sido observado que se producen daños mecánicos en las semillas durante el acondicionamiento en la planta seleccionadora, que son comparativamente mayores que la trilla manual, que incrementan la carga fúngica total (García *et al.,* 2010), y reducen el PG (Ketring y Reid, 1995; García *et al.,* 2010), principalmente en condiciones adversas. Específicamente, fue constatado que el descascarado es la primera etapa del procesamiento en la que se reduce el PG, debido al aumento de las plántulas anormales -además se reduce la calidad porque aumentan las plántulas débiles-. Estas semillas deterioradas continúan el procesamiento y durante la selección gravimétrica y tamañado nuevamente se produce daño, de tal magnitud que las semillas de mayor tamaño mueren cuando son expuestas a situaciones de estrés, como es el Test de Frío y de Envejecimiento Acelerado (Cerolini *et al.*, 2015; Fernandez *et al.*, 2015c). Considerando estos efectos durante el acondicionamiento es necesario minimizarlos a través de una adecuada calibración y operación del equipamiento (Ketring y Reid, 1995).

Almacenamiento

Las condiciones de humedad relativa (HR) y temperatura del ambiente donde se almacenan las semillas, como la calidad con que las mismas inician el período de almacenamiento, son determinantes de la calidad del producto al finalizar el mismo.

Las semillas de menor calidad tendrán menor capacidad de almacenamiento, así como también menor capacidad de soportar condiciones estresantes, tales como las proporcionadas por ambientes de 20 ºC y 75% de HR, ó de 3 ºC y 80% de HR. Las condiciones de alta HR reducen la producción de etileno -hormona que regula la germinación en maní- y con ello la germinación. Como regla, se pueden considerar adecuadas temperaturas entre 2-8 ºC y HR entre 55-65% (Ketring y Reid, 1995).

Las semillas destinadas a la siembra de la próxima campaña, se pueden mantener en cajas o descascaradas. Según Guerke (2005), es conveniente almacenar en caja hasta la siembra, pero Pérez *et al.* (2005) han constatado que el descascarado se puede realizar con antelación, siempre y cuando la calidad inicial del lote de semillas sea elevada. Además, la conservación de semillas sin pericarpio con tratamiento fungicida, resulta una alternativa de manejo que permitiría usar más eficientemente el espacio destinado al almacenaje y ejecutar las tareas de acondicionamiento de los lotes con más tiempo y precisión.

Las semillas en cajas pueden mantener altos porcentajes de germinación (90%) por un período de 6 meses cuando son almacenadas a 15 ºC con 8% de humedad; con temperaturas más elevadas (26 ºC), se debe reducir el contenido de humedad de las mismas (Navarro *et al*., 1989). En la región de Córdoba, los inviernos son secos y las temperaturas relativamente bajas; y las semillas de maní alcanzan valores de humedad de equilibrio próximos al 6% ± 0,5, siendo posible mantener la calidad obtenida a la cosecha hasta la campaña siguiente.

Acondicionamiento de la semilla para la siembra

El acondicionamiento de semillas es una expresión utilizada para caracterizar un conjunto de técnicas destinadas a realzar la calidad o mejorar el desempeño de lotes de semillas y/o de las plántulas producidas. Entre ellos, hay procedimientos disponibles para favorecer la germinación, la sanidad, y desarrollo de las plántulas, interferir en las relaciones semilla/ambiente, mejorar las características físicas de lote y facilitar la incorporación de materiales o sustancias a las semillas antes de la siembra (Marcos Filho, 2015).

Polímeros

La tecnología de recubrimiento de semillas se ha desarrollado rápidamente en las últimas tres décadas para favorecer su manejo. Estos revestimientos, con polímeros naturales o sintéticos, han sido aceptados rápidamente por la industria de semillas porque es un método seguro para el tratamiento de semillas, ya que se pueden aplicar conjuntamente productos como fungicida, insecticida, o micronutrientes entre otros. Las capas de recubrimientos son extremadamente finas, lo que permite múltiples capas sobre la semilla incrementando su peso entre un 1 al 10%. La película de recubrimiento proporciona un aspecto uniforme. Permite la aplicación de productos químicos en forma precisa a tasas mucho más bajas que los sistemas de tratamiento de semillas tradicionales y ofrece la oportunidad de añadir muchas capas, según sea necesario para mejorar el rendimiento. En otros países se han desarrollado polímeros que responden a características específica de afinidad a la humedad y/o temperatura del suelo, entre otros (TeKrony, 2006).

Recientemente, en Córdoba se han realizado estudios con el objeto de evaluar el uso de polímeros, que aplicados en capa delgada sobre la superficie de las semillas de maní, reducen el pelado (pérdida del tegumento) (Montoya *et al.,* 2015), facilitan la absorción de agua y oxígeno, brindan protección fitosanitaria y permiten una siembra de precisión (Illa *et al.,* 2015).

En la Universidad Nacional de Córdoba se está estudiando el recubrimiento comestible y biodegradable basado en polímeros de origen natural de gran disponibilidad y económicos tales como almidón de maíz y de mandioca que una vez aplicado actúa como una capa protectora que favorezca el intercambio de nutrientes, humedad y oxigeno necesarios para la sobrevivencia en el almacenaje, germinación y emergencia. Estos productos se aplican con fungicida de amplio espectro (Barbeito *et al*., 2014). Por su parte, Illa *et al.* (2014 y 2015) han realizado estudios sobre la aplicación de polímeros con fungicidas e inoculantes.

Illa *et al.* (2015) observaron que disminuye el ingreso de agua a la semilla sin impedir su absorción por el uso de polímeros, mientras que Montoya *et al.* (2015) infieren (por menor tiempo de emisión de radícula) un incremento debido al tipo de insumo utilizado (almidón de mandioca). Por su parte Sharma *et al.* (2015), en su revisión, manifiesta que el revestimiento con polimérico tiene la función de retardar la tasa de imbibición cuando las semillas se siembran en suelo húmedo, principalmente semillas grandes de leguminosas para evitar daño por imbibición en siembras con baja temperatura

A la fecha se ha observado que los biopolímeros obtenidos (a partir de almidón de mandioca y de maíz) y el proceso aplicado mejoran el comportamiento mecánico (porcentaje de daño y ángulo de reposo) sin afectar el desempeño de la semilla de maní (Barbeito *et al*., 2014).

Esta técnica ha venido a satisfacer una necesidad en la gestión de la siembra del cultivo de maní, ya que durante el acondicionamiento se produce daño mecánico (Cerolini *et al*., 2015) que luego en condiciones de siembra conduce a la muerte de plántulas y semillas, reduciendo el PG y el vigor del lote de semillas (Cerolini *et al*., 2015; Fernandez *et al*., 2015c).

En consonancia con lo manifestado por Marcos Filho (2015) la calidad fisiológica de un lote de semillas no mejora con los tratamientos sino que el acondicionamiento le ofrece un mejor ambiente para que el lote de semilla pueda expresar su calidad (Illia *et al*., 2015). Estos autores expresan que estos tratamientos se deben realizar en semillas de buena calidad para que puedan reactivarse los mecanismos necesarios para ingresar la cantidad de agua necesaria para desencadenar el proceso de germinación.

Los polímeros son utilizados conjuntamente con fungicidas e insecticidas, entre otros productos, que pueden ser aplicados en cantidades relativamente altas sin tener efecto fitotóxico sobre las semillas (Sharma *et al*., 2015). También favorece el manipuleo de las semillas.

La limitación de esta tecnología es el hecho de que las empresas que realizan el proceso guardan secretamente los materiales y los procesos (Sharma *et al*., 2015).

Bioestimulantes

Los bioestimulantes son productos que inducen respuestas fisiológicas positivas de los cultivos, con impacto sobre la nutrición vegetal, en situaciones de estrés abiótico (hídrico, variaciones y valores de temperaturas, entre otros) con respuestas a enfermedades, crecimiento y desarrollo de plantas (EBIC, 2016).

Los componentes de los bioestimulantes son muy comunes en la naturaleza, como aminoácidos, algas, ácidos húmicos, azúcares, vitaminas, microorganismos del suelo, ácidos orgánicos, polímeros, entre otros. Estos productos tienen mecanismos diferentes al de los fertilizantes, independientemente de la presencia de nutrientes en los productos. También difieren de los productos fitosanitarios, ya que actúan únicamente sobre el vigor de la planta y no tienen las acciones directas contra las plagas o enfermedades. Considerándolos complementarios a la nutrición y protección de los cultivos (Castillo López, 2016).

En ensayos realizados localmente, utilizando bioestimulante conformados por hormonas (ácido indolbutírico (AIB) - auxina + ácido giberelico + citocinina = Stimulate) aumentó el porcentaje de germinación y el vigor de las plántulas medido con la energía germinativa (Cerioni *et al*., 2011), la

longitud de la raíz y el número de raíces secundarias y de hojas (Kearney *et al*., 2011). Este conjunto de hormonas aplicadas a las semilla incrementa el rendimiento del cultivo originado a partir de ellas (Cerioni *et al*., 2011; Kearney *et al*.; 2011; Morla *et al*.; 2013; Cerioni *et al*., 2014). La aplicación de otro bioestimulante, constituido por nutrientes (N + K), aumentó el número de raíces secundarias, la longitud del tallo y el número de hojas a los 20 días después de la siembra (DDS) y a cosecha se registró mayor número de plantas, mayor peso seco aéreo y mayor número de frutos (Cerioni *et al*., 2014).

Alguna recomendaciones

Para la producción de semillas

- Evitar estrés ambientales durante el desarrollo del cultivo de la planta madre para lograr semillas completamente formadas.
- Evitar daño mecánico durante la cosecha y poscosecha.
- Evitar retrasos en el arrancado y reducir el tiempo de exposición en la hilera.

Para la siembra

- Utilizar semillas retenidas en zarandas de 7,5 u 8,0 mm, en caso de conocer la procedencia de las semillas.
- Utilizar semillas de tamaño 7 mm, en caso de no conocer la procedencia de las semillas.
- Analizar las semillas antes de la siembra con el TPG y algunos de los test de vigor, principalmente el Test de Frío y Conductividad eléctrica, que permitan identificar lotes de semillas, principalmente en siembras tempranas.

Bibliografía Citada

Arnosio, N.M. 2013. *Efecto del ambiente sobre la calidad de semilla de maní*. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 47 p

Arnosio, N.M., F.D. Morla, O. Giayetto, G.A. Cerioni, M.I.T. Kearney y E.M. Fernandez. 2013. Efecto del ambiente sobre la calidad de semillas de cultivares de maní. *XXVIII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba (AR). 19/09/13. 12-13. *VI Jornada Científico – Técnicas Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Río Cuarto 14/11/13. p. 121-122.

Bandyopadhyay, A.; P.C. Nautiyal; T. Radhakrishnan y H.K. Gor. 1999. Role of testa, cotyledons and embryonic axis in seed dormancy of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Agron. Crop Sci*. 182(1): 37-41.

Barbeito, C.; N. Caneto; P. Montoya; D. DaRiva; V. Alvarez; S. Hayipanteli; L. Rindertsma y J. Cosiansi. 2014. Estudio de biopolímeros como recubrimiento protector en semillas de maní (*Arachis hypogaea*). *XXIX Jornada de maní*. Gral. Cabrera – Cba. 18/09/14. p: 26-27.

Bell, D.K. 1974. Effects of mechanical injury, fungi, and soil temperature of peanut seed decay in soil. *Phytopathology*. 64: 241-243.

Bittencourt, S.R.M. y R.D. Vieira. 1999. Metodologia do teste de tetrazolio em sementes de amendoim. En: Krzyzanowski, F.C., R.D. Vieira y J.B. França Neto. *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina – PR, Brasil. Cap. 8.2. p: 8.2.1-8.2.8.

Bongiovanni, R.; L. Trilo y R. Pedellini. 2012. *Buenas prácticas agrícolas para la producción de maní*. INTA. EEA Manfredi – Cba. 67 p.

Bragachini, M. y R. Bongiovanni. 1994. Secado de maní para calidad. En: Bragachini, M. *Maní. Implantación, Cuidados Culturales, Cosecha, Secado y Almacenaje.* p: 129-138.

Carvalho, N.M. 1994. *A secagem de sementes.* FUNEP. Jaboticabal – SP, Brasil. 165 p.

Cavallo, A. 2005. Sanidad de semillas. En: March, G.J. y A.D. Marinelli. *Enfermedades del maní en Argentina*. Fundación Maní Argentino. Cap. 5. p: 97-102.

Cavallo, A.; M.A. Pérez; M. Conles; F. Ongaro y M. Heredia. 2005. Calidad fisiológica y sanitaria de nuevas variedades de maní provenientes de diferentes áreas productoras según el momento de arrancado. *XX Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 22/09/05. p: 8-11.

Casini, C. y R. Haro. 2001. Efecto de la siembra directa de maní, dentro de un sistema de labranza cero de soja y maíz, sobre la producción y calidad del grano apto para alimento humano. *XVI Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 27/09/01. p: 8-11.

Casini, C. y M. Sagadín. 1998. Estudio del tamaño de la semilla sobre el rendimiento y la calidad del maní. *XIII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 24/09/98. p: 6-7.

Castillo López, J.I. 2016. Los bioestimulantes agrícolas. En: www.bioestimulantesagricolas .net/ los-bioestimulantes-agrícolas. Consultados. 20/02/16.

Cerioni., G.A. 2003. *Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (Arachis hypogaea L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis MSc. FAV-UNRC. Río Cuarto – Cba. 95 p.

Cerioni, G.; M. Kearney; D. Della Mea; E. Fernandez; F. Morla y O. Giayetto. 2010. Disminución del stand de plantas en el cultivo de maní y su incidencia sobre el rendimiento y calidad. *XXV Jornada Nacional de maní* – Gral. Cabrera – Cba. 16/09/10. p: 40-42.

Cerioni, G.A.; F.D. Morla; M.I.T. Kearney; F. Mattana; S. Bassino; A. Pironello; O. Giayetto; E.M. Fernandez; D. Righi y R. Stefani. 2014. Efecto de bioestimulantes e inoculante sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maní. *XXIX Jornada Nacional de maní*, 18/09/2014.

Cerioni G.A; R. Stefani; F. Morla; O. Giayetto; M. Kearney y J. Della Mea. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre la emergencia y el rendimiento. *Brazilian Journal of Plant Physiology***,** 23 Sup. p: 164.

Cerolini, F.; Fernandez, E.M.; Pahud, D.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A.; Morla, F.A.; Rosso, M.B. 2015. El proceso de selección y clasificación del maní y la calidad fisiológica de semillas. *XXX Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera – Cba. 17/09/15. p: 48 y 49.

Cox, F.R. y P.H. Reid. 1964. Calcium-boro nutrition as related to cancelled damage in peanuts. *Agron. J.* 56: 173-176.

Cox, F.R.; G.A. Sullivan y C.K. Martin. 1976. Effect of calcium and irrigation treatments on peanut yield, grade, and seed quality. *Peanut Sci.* 3: 81-85.

Delouche, J.C. 1963. Seed deterioration. *Seed World*, 92(4): 14-15.

EBIC. 2016. Bioestimulants. En: www.biostimulants.eu. Consultado: 21/02/16.

Faye, I.; O. Ndoye y T.A. Diop. 2009. Evaluation of fresh seed dormancy on seven peanut (*Arachis hypogaea* L.) lines derived from crosses between Spanish varieties: variability on intensity and duration. *Journal of Applied Science Research*, 5(7): 853-857.

Fernandez, E.M. 1996. *Produtividade e qualidade de amendoim (Arachis hypogaea L) em função da calagem e do método de secagem*. Tesis Doctorado en Agronomía, AC. Agricultura. FCA - UNESP, Botucatu-SP, Brasil. 123 p.

Fernandez, E.M. 2004 a. Condición hídrica de la planta madre y tamaño de la semilla: Emergencia de plántulas. *XIX Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 44-45.

Fernandez, E.M. 2004 b. Condición hídrica de la planta madre y tamaño de la semilla: Rendimiento y granometría. *XIX Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 47-48.

Fernandez, E.M. 2005. Condiciones sub-óptimas en la germinación de cultivares de maní. *XIV Congresso Brasileiro de Sementes.* Foz do Iguazú-PR, Brasil, 22-26/08/05. ABRATES, 01: 026.

Fernandez, E.M.; Aguirre, L.; Ledesma, M.C.; Arnosio, N.; Cerioni, G.A.; Morla, F.D.; Giayetto, O. ; Rosso, M.B. 2015 a. Germinación de semillas de genotipos de maní (*Arachis hypogaea*) a baja temperatura. *XIX Congresso Brasileiro de Sementes*. Foz de Iguaçu PR – Brasil. 14 – 17/09/15.

Fernandez, E.M.; N. Arnosio; F.D. Morla; O. Giayetto; G. Cerioni. 2013. Environmental conditions of the mother plant and the peanut seeds quality. *Biocell*. 37(3): A 123.

Fernandez, E.M.; Cerolini, F.; Pahud, D.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A.; Morla, F.D.; Rosso, M.B. 2015c. Pérdida de la calidad fisiológica de la semilla de maní (*Arachis hypogaea*) durante el procesamiento poscosecha. *XIX Congresso Brasileiro de Sementes*. Foz de Iguaçu PR – Brasil. 14 – 17/09/15.

Fernandez, E.M.; E. Bonadeo e I.S. Moreno. 1999a. Relação entre níveis de precipitação e de cálcio na qualidade de sementes de amendoim. *XI Congresso Brasileiro de Sementes,* Foz de Iguaçu – PR – Brasil, 22 al 27/08/99. Informativo ABRATES. 9(1/2): 68.

Fernandez, E.M.; E. Bonadeo; I. Moreno; E. Hampp y R. Marzari. 1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. *13ra. Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 21/09/98. p: 18-19.

Fernandez, E.M.; G.A. Cerioni y O. Giayetto. 1999b. Relación entre el estrés hídrico y el tamaño sobre la calidad de las semillas de maní. *14º Jornada Nacional del Maní.* Gral Cabrera - Cba. 30/09/99. p: 31-32.

Fernandez, E.M.; G.A. Cerioni; O. Giayetto; C. Silva; E. Bonadeo e I. Moreno. 2001. Calcium and drought stress on seed quality: Germination and fatty acid. *New Milenium International Groundnut Workshop*. Quindao – China, 04-07/09/01. p: 101.

Fernandez, E.M.; Ghio, I.; Lühning, F.H.; Morichetti, S.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A.; Morla, F.D.; Rosso, M.B. 2015b. Calidad fisiológica de maní según el momento de arrancado y tamaño de la semilla. *XXX Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera – Cba. 17/09/15. p: 50 y 51.

Fernandez, E.; Giayetto, O.; Cerioni, G.; Gastaldi, S.; Bessone, A.; Girardi, V.; Morla, F.; Kearney, M.; Rosso; M. 2012. Granometría de maní en diferentes genotipos y ambientes. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales* (INTA). 1(3): 271-280. *VI Jornada Científico – Técnicas Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Río Cuarto 14/11/13. p. 140.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem; A.C. Maringoni y D.M.T. Oliveira. 1997 a. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. *Field Crop Res.,* 52: 9-15.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem y J. Nakagawa. 1997 b. Produtividade e qualidade de sementes de amendoim (*Arachias hypogaea* L.) em função da calagem e do método de secagem. *Rev. Bras. Sementes*. 19(1): 34-40.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem y D.M.T Oliveira. 2000. Peanut seed teguments are affected by liming and drying method. *Seed Science and Technology,* 27: 185-192.

Fernandez, E.M. y L.F. Tomaselli. 2006. Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) influenciada por la aplicación foliar de calcio y boro. *Vº Encuentro Internacional de especialistas en Arachis*. Rio Cuarto, 04-07/04/06. s/p

García, J.; C. Oddino; G. March; L. Tarditi; S. Ferrari; I. Cavigliasso; V. Ponzio; D. Di Fiore; L. D'Eramo y A. Marinelli. 2010. Deterioro de la semilla de maní en el proceso de obtención de grano a semilla. *XXV Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 16/09/10. p: 75-76.

Giambastiani, G. 1998. *Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre*. Tesis MSc. FCA – UNC. Córdoba.

Giambastiani G. 2000. Rendimiento de dos cultivares de maní de distinto ciclo en diferentes épocas de siembra. *XV Jornada Nacional de maní*. Gral Cabrera – Córdoba. p. 56.

Giayetto O., E Fernandez y G.A. Cerioni. 2006. Cap IX: Fechas y modelos de siembra. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto. *El Cultivo de maní en Córdoba*.. Ed. UNRC. Cap. 9. p:157-169.

Guerke, W.R. 2005. Evaluating peanut (*Arachis hypogaea* L) seed vigor. *Seed Technol*. 27(1): 121-126.

Hampton, J.G. y D.M. TeKrony. 1995. *Handbook of vigor test methods*. ISTA. Zurich. Suiza. 116 p.

Illa, C.; R. Novo; S. Kopp; A. Olivo; E. Montaño Gonzalez y M.A. Pérez. 2014. Evaluación en laboratorio y campo de diferentes tratamientos profesionales aplicados en semillas de maní. *XXIX Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. 18/09/14. p: 67-68.

Illa, C.; A. Olivo; A. Uliarte; S. Kopp; y M.A. Pérez. 2015. Germinación de semillas de maní con polímeros:

evaluación de la absorción de agua en dos condiciones hídricas. *XXX Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera – Cba. 17/09/15. p: 55 y 56.

INASE. 2015. Resolución SAGyP Nº 580/00. Tolerancias para la semilla de maní. En: www.inase.gov.ar/index.php?option=com_remository&Itemid=102&func=startdown&id=481. Consultado: 27/11/15.

ISTA. 2008. *Internacional Rules for Seed Testing. Rules 2008*. Zurich. Switzerland.

ISTA. 2010. *ISTA Handbook on Seedling Evaluation*. Third Edition with Amendments 2009. ISTA Zurich. Suiza. p/cap.

Kearney, M.I.T.; G.A. Cerioni; R. Stefani; F.D. Morla; O. Giayetto; M.B. Rosso y J. Della Mea. 2011. Bioestimulante aplicado a la semilla de maní sobre la emergencia, el rendimiento y la calidad. *XXVI Jornada Nacional de Maní,* 15/09/11, Gral. Cabrera, Córdoba. p: 90-92.

Ketring, D.L. 1991. Physiology of oil seed. IX. Effects of water deficit on peanut seed quality. *Crop Sci.* 31: 459-463.

Ketring, D.L. y P.W. Morgan. 1971. Physiology of oilseed. II. Dormancy release in Virginia-type peanut seeds by plant growth regulators. *Plant Physiol.* 47: 488-492.

Ketring, D.L. y P.W. Morgan. 1972. Physiology of oilseed. IV. Role of endogenous ethylene and inhibitory regulators during natural and induced after-ripening of dormant Virginia-type peanut seeds. *Plant Physiol.* 50: 382-387.

Ketring, D.L. y J.L. Reid. 1995. Peanut growth and development. En: Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanut Health Mangement*. APS Press. EE.UU. Cap. 3. p: 11-18.

Marchetti, C.S. 2011. *Calidad de la semilla de cultivares de maní (Arachis hypogaea L.) según granometría.* Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 26 p.

Marchetti, C.S.; G.A.Cerioni; M.I.T. Kearney; O. Giayetto; F.D. Morla y E.M. Fernandez. 2011. Calidad de semillas de diferentes granometrías y cultivares de maní según condiciones ambientales durante su desarrollo. *XXVI Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera-Cba. 15/09/11.

Marcos Filho, J. 2005. *Fisiologia de sementes de plantas cultivadas*. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ. Piracicaba –SP, Brasil. 495 p.

Marcos Filho, J. 2015. *Fisiologia das sementes das plantas cultivadas*. 2da Ed. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. Londrina – PR, Brasil. 659 p.

Marinelli, A.; C. Oddino y J. García. 2009. Efecto de fungicidas curasemillas sobre el poder germinativo, la carga fúngica y la emergencia de maní. Campaña 2008/09. *XXIV Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera-Cba. 24/09/09. p: 40 y 42.

McDonald Jr., M.B. 1985. Physical seed quality of soybean. *Seed Sci. Technol.* 3: 601-628.

Montoya, P.; J. Cosiansi y M. Melciorre. 2015. Tecnología innovadora para biofertilización en maní: uso de biopolímeros. *XXX Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. 17/09/15. p: 52 y 54.

Morla, F.D.; Giayetto, O.; Fernandez, E.M.; Cerioni, G.A.; Kearney, M.I.T. y C. Cerliani. 2014. Respuesta del rendimiento de maní a la densidad de plantas en la zona manisera de Córdoba, Argentina. *XXIX Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. 18/09/14.

Morla, F.D.; M.I.T. Kearney; G.A. Cerioni; O. Giayetto; E. Romero; R. Stefani y E.M. Fernandez. Use of biostimulants in crops. II Peanut. *Biocell,* 37(3) - A 125.

Murata, M.R.; G.E. Zharare y P.S. Hammes. 2009. Interactions of pod-zone pH and Ca concentrations on reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. UC Davis. En: escholarship.org/uc/item/665345ts. Consultado: 01/10/15.

Nakagawa, J. 1999. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. En: Krzyzanowski, F.C.; R.D. Vieira y J.B. França Neto. *Vigor de sementes: Conceitos e testes*. Londrina – PR, Brasil. Cap. 2. p: 2.1-2.24.

Nakamura, K. y A.M. Nishimura. 1974. Fungos associados à má germinação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L). *Rev. Bras. Sementes*. 2(2): 257.

Nautiyal, P.C.; S. Vasantha; S.K. Suneja y A.N. Thakkar. 1991. Moisture stress and subsequent seed viability physiological and biochemical basis for viability differences in Spanish groundnut in response to soil moisture stress. *Oléagineaux*. 46(4): 153-158.

Nautiyal, P.C. y P.V. Zala. 1991. Effect of drying method on seed viability and seedling vigour in Spanish groundnut (*Arachis hypogaea* L). *Oléagineaux*. 43(12): 451-459.

Navarro, S.; E. Donahaye; R. Kleinerman y H. Haham. 1989. The influence of temperature and moisture content on the germination of peanut seeds. *Peanut Sci.* 16(1): 6-9.

Oddino, C.; A. Marinelli; M. Zuza; J. García; G. Mach y S. Vargas Gil. 2006. Efecto de fungicidas curasemillas sobre la carga fúngica de la semilla, la emergencia y la incidencia de la podredumbre parda de la raíz del maní – Campaña 2005/06. *XXI Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. 21/09/06. p: 12 – 14.

Pandey, M.K.; E. Monyo; P. Ozias-Akins; X. Liang; P. Guimarães; S.N. Nigam; H.D. Upadhyaya; P. Janila; X. Zhang; B. Guo y D.R. Cook. 2012. Advances in Arachis genomics for peanut improvement. *Biotechnology Advances*, 30: 639–651.

Pasluosta, C.; P. Martín; G. Bringas; M. Gateu y C. Oddino. 2015. Carga fúngica de las semillas de maní: una herramienta para la toma de decisiones. *XXX Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. 17/09/15. p: 46 – 47.

Pedellini, R. 2013. *Maní. Guía práctica para su cultivo*. Fundación Maní Argentino. Boletín de Divulgación Técnica N° 2.

Pedellini, R. y B. Ackermann. 2012. *Guía de buenas prácticas de higiene y agrícolas para la producción de maní destinado al consumo humano*. Fundación maní Argentino. En: www.fundacionmani.org.ar/descargas/BPHA-FMA.pdf. Consultado: 27/11/15.

Pedellini, R. y R. Diaz. 1990. Efecto del tamaño de semillas sobre el comportamiento del maní tipo "Runner". *V Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 09/90. Resúmenes. p: 32-33.

Pedellini, R. y M. Monetti. 2009. Evaluación tratamientos de semillas de maní. *XXIV Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 24/09/2009. Resúmenes. p: 44-45.

Pérez, M.A. y A. Cavallo. 1997. Relevamiento preliminar de la calidad de las semillas de maní de las áreas productoras de la provincia de Córdoba. *XII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 28/08/97. p: 15-16.

Pérez, M.A.; A. Cavallo y R. Pedellini. 2004. Indicadores de madurez en frutos de maní (Arachis hypogaea L.) cv. Florman para la producción de semillas en Córdoba, Argentina. *Agriscientia*, XXI (2): 77-83.

Pérez, M.A.; A. Cavallo; R. Pedellini; M. Heredia y F. Ongaro. 2005. Relación entre la tasa de deterioro de la semilla de maní cv ASEM 485 y su calidad fisio-sanitaria., de acuerdo a diferentes manejos poscosecha. *XX Jornada Nacional de Maní*. Gral.Cabrera - Cba. 22/09/05. p: 12-15.

Pérez, M.A.; A. Cavallo; R. Pedellini; S. Kopp; M. Heredia y P. Quinteros. 2007. Calidad de fitosanitaria de semillas de maní. Efecto de la distribución espacial de las plantas en el cultivo. *XVII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 20/09/07. p: 45-46.

Pérez, M.A.; A. Cavallo; R. Pedellini; G. Ponzetti y P. Quinteros. 2001. Calidad de semillas: Estudio preliminar para la estimación del momento óptimo de arrancado a través de indicadores de madurez en frutos de maní. *XVI Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 27/09/01. p: 43-44.

Pérez, M.A.; O. Del Longo y J.A. Arguello. 1991. Nuevas evaluaciones para determinar la calidad de semillas de maní. *V Jornada Nacional de Maní*. Gral.Cabrera – Cba. 09/01. p: 31.

Pérez, M.A.; A.S. Kopp; A.R. Cavallo; R. Pedellini y M. Heredia. 2008. Efecto de la aplicación combinada de fungicida más inoculante en semillas de maní de diferente calidad fitosanitaria. *XVIII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 18/09/08. p: 45-46.

Roberts, E.H. y R.H. Ellis. 1980. Seed physiology and seed quality in soybean. En: Summerfield, R.J. y A.H. Bunting. *Advances in Legumes Science*. p: 297-311.

Rogers, R.A. y G.H. Brusewitz. 1977. Drying Spanish peanut pods with short duration, high temperature air cycled daily. *Peanut Sci.* 40(1): 12-16.

Sharma, K.K.; U.S. Singh; P. Sharma; A. Kumar y L. Sharma. 2015. Seed treatments for sustainable agriculture-A review. *Journal of Applied and Natural Science,* 7 (1): 521 – 539.

SIIA. 2015. Maní. En: www.siia.gov.ar/_apps/siia/estimaciones/estima2.php. Consultado: 27/11/15.

Singleton, J.A. y H.E. Pattee. 1989. Effect of chilling injury on windrowed peanuts. *Peanut Sci.* 16(1): 51-54.

Sullivan, G.A.; G.L. Jones y R.P. Moore. 1974. Effects of dolomitic limestone, gypsum, and potassium on yield

and seed quality of peanuts. *Peanut Sci.* 1: 73-77.

TeKrony, D.M. 2006. Seeds: The delivery system for crop science. *Crop Science,* 46: 2263 – 2269.

TeKrony, D.M. y D.B. Egli. 1991. Relationship of seed vigour to crop yield: a review. *Crop Sci.* 31: 816-822.

Tomaselli, L. 2005. *Respuesta del maní a la aplicación de calcio y boro.* Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 24 p.

Upadhyaya, H.D. y S.N. Nigam. 1999. Inheritance of Fresh Seed Dormancy in Peanut. *Crop Sci*., 39:98–101

Vanzolini, S. y J. Nakagawa. 1999a. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de temperatura e de período de embebeção. *Rev. Bras. Sementes*. 21(1): 41-45.

Vanzolini, S. y J. Nakagawa. 1999b. Teste de condutividade elétrica em sementes de amendoim: efeitos de teor de água inicial e de período de embebeção. *Rev. Bras. Sementes*. 21(1): 46-52.

Walliyar, 1986. Etude comparative de l'évaluation de la mycoflora rhizosphérique de deux variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) au Senegal. II Analyse de l'évolution qualitative de la micoflore rhispherique. Oleagineux, 41(4): 189 – 194.

Zambettakis, C. 1975. Etude de la contamination de qualques variétés dárachide par *Asperguillus favus.* Oleagineux, 30(4): 161 – 167.

Zharare, G.E.; C.J. Asher y P.F.C. Blamey. 2009. Some observations on reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in simplified nutrient solutions. The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI. UC Davis. En: escholarship.org/uc/ipnc_xvi. Consultado: 01/10/15.

Zuza, M.; C. Odino; A. Marinelli y G. March. 2005. La semilla de maní como fuente de inóculo primario de la podredumbre parda de la raíz y el Tizón del maní. *XX Jornada Nacional del maní.* Gral. Cabrera - Cba. 22/09/05. p: 43-44.

Zuza, M.; C. Odino; A. Marinelli¸ G. March y J. García. 2008. Importancia de la carga fúngica para la elección de la semilla de maní y el fungicida curasemilla a utilizar. *XXIII Jornada Nacional del maní.* Gral. Cabrera - Cba. 18/09/08. p: 14 y 16.

Capítulo 10. Fecha de siembra

Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Elena M. Fernandez y Guillermo A. Cerioni

La fecha en la que se va a realizar la siembra del cultivo de maní es una práctica de manejo que ejerce una influencia significativa en la interacción genotipo-ambiente. Ella actúa regulando el grado de ajuste entre los atributos y requerimientos del genotipo y los factores del ambiente asociados a los procesos de crecimiento y desarrollo, posibilitando maximizar o hacer más eficiente el uso de los recursos disponibles para el cultivo con la finalidad de alcanzar mayor rendimiento y mejor calidad del producto cosechado. La jerarquía que guarda en relación con otras prácticas de manejo, se atribuye a su rol de "configurar" diferentes escenarios ambientales para la interacción entre el genotipo y los factores reguladores del crecimiento y desarrollo vegetal (radiación, temperatura, fotoperíodo, lluvias, entre otras).

La elección de la fecha de siembra (FS) tiene como objetivo maximizar el rendimiento y la calidad del producto, procurando ofrecerle al cultivo las condiciones fototermales más favorables para la expresión máxima del potencial genético. Posee una alta influencia sobre el crecimiento, definición del rendimiento y la calidad comercial del grano, porque permite, además, contrarrestar los efectos adversos del estrés ambiental como sequías, temperaturas tanto extremas por defecto (heladas) como sub o supra-óptimas.

La temperatura y la humedad del suelo son los factores abióticos críticos más importantes en la determinación del momento de siembra más apropiado para el maní. Frecuentemente, la siembra debe ser retrasada debido a condiciones ambientales desfavorables para la germinación y el establecimiento del cultivo, especialmente temperatura baja y/o humedad deficiente en el suelo.

La calidad de la semilla también puede condicionar la FS o *viceversa*. En siembras tempranas, con temperaturas subóptimas en la cama de siembra, el tiempo para alcanzar el número de plantas esperado es mayor, y se incrementa aún más con semillas de bajo vigor (Ketring y Reid, 1995; Cerioni *et al*., 2012). Otro efecto negativo es la reducción del número de plantas logradas que, en algunas situaciones, puede llegar a la pérdida total de la siembra (Cerioni *et al*., 2012).

En general, se recomienda realizar la siembra cuando la temperatura del suelo alcanza, como mínimo, los 18ºC a 10 cm de profundidad, durante 3 días consecutivos como mínimo (Pedelini, 2014). Condición que permite una rápida germinación y emergencia del cultivo (Sholar *et al*., 1995). En la zona de producción de maní en la provincia de Córdoba, ese requerimiento se presenta, generalmente, en la tercera década del mes de octubre, estabilizándose hacia la primera de noviembre (Seiler *et al.*, 1995). Sin embargo, una característica particular de esta región es la ocurrencia de eventos climáticos cambiantes (frentes fríos procedentes del sector sur) que hacen disminuir bruscamente la temperatura del suelo por debajo del promedio de las series históricas, durante varios días. Si se ha realizado la siembra previamente a esta situación ambiental, ese cambio puede alterar sensiblemente el proceso de germinación y de emergencia *(ver Capítulo 3)*. Por lo que es recomendable que las

siembras no se realicen si existen pronósticos de frentes fríos o lluvias intensas que puedan provocar enfriamientos temporarios de la cama de siembra.

Por ello, las temperaturas del suelo inferiores a las recomendadas es un aspecto a considerar, en particular por la tendencia dominante de siembras en grandes superficies que realizan las empresas dedicadas a este cultivo *(ver Capítulo 19)*, las cuales por razones operativas, comienzan en la primera década de octubre, siempre que el suelo presente condiciones de humedad adecuada y la temperatura a los 5 cm de profundidad no sea inferior a 12°C, medida a las 8-9 hs y de 20-22ºC entre las 14-15 hs, lo que determina un valor promedio de 16-17ºC.

Giambastiani (2000) señala que en años con buenas condiciones hidrológicas hay una tendencia a sembrar temprano con el riesgo de que las condiciones ambientales cambien (por descensos bruscos de temperatura asociados a frentes fríos) y se malogre el establecimiento del cultivo (emergencia demorada y pérdida de plantas). A ello debe agregarse la ocurrencia frecuente de precipitaciones en el otoño y un descenso concomitante de la radiación incidente y temperatura, que interfieren negativamente con el llenado de los frutos y dificultan las tareas de recolección (labores de arrancado y descapotado) con reducción de la calidad comercial (principalmente granometría y relación grano/caja) del producto.

En este sentido, Cavigliasso (2012) y Morla *et al.* (2013a) señalan que la exposición de las semillas a bajas temperaturas del suelo, propias de las fechas de siembra tempranas, resulta en un mayor tiempo de emergencia y una menor cantidad de plántulas establecidas; sin embargo, estos autores remarcan que aún con esas limitaciones se obtienen los mayores rendimientos en FS tempranas.

Los requerimientos hídricos de maní al momento de la siembra son altos, pues la semilla, para germinar, requiere absorber una cantidad de agua equivalente al 60% de su peso (Gaurielit-Gelmont citado por Cholaky, 1984). A ello se agrega que, en general, son de mayor tamaño y peso que las semillas de otras especies cultivadas, como por ejemplo la semilla de soja que, en promedio, es 2,5 veces más liviana que la de maní, aunque existen diferencias entre genotipos. Las semillas pequeñas tienen menores requerimientos hídricos en función de su peso pero, al mismo tiempo, poseen menor desarrollo radicular, lo que restringe su capacidad de crecer en profundidad y absorber agua desde horizontes con mayor disponibilidad hídrica. Esta consideración es particularmente importante en los suelos donde actualmente se cultiva maní en la provincia de Córdoba *(ver Capítulo 8)*; ya que poseen baja capacidad de almacenaje y retención de agua y alta probabilidad de pérdidas por evaporación en los primeros centímetros del suelo.

Superada la etapa de siembra-emergencia, los otros aspectos a considerar en la planificación de la FS, son las condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo, principalmente la temperatura y radiación, que regulan las tasas de crecimiento y desarrollo; y la disponibilidad de agua. Con la FS, la respuesta esperada del cultivar seleccionado y el conocimiento de las variables climáticas, resulta posible "programar" la ocurrencia de las etapas fenológicas para que transcurran en los momentos con la mejor oferta ambiental, según los requerimientos de cada una de ellas *(ver Capítulo 3)*. En el caso de este cultivo, hay que considerar, además, las condiciones ambientales que puedan presentarse durante la faena de cosecha (arrancado y posterior descapotado) *(ver Capítulo 12)*.

En el maní se ha constatado interacción entre FS x año, FS x cultivar y FS x localidad, lo cual hace compleja la determinación de la mejor fecha de siembra (Nanja Reddy *et al.,* 1995; Sholar *et al.,* 1995; Ahmad *et al.,* 2007), de allí la importancia de los estudios a nivel regional.

En climas templados, como es el caso de la región manisera de la provincia de Córdoba, los factores ambientales a los que se expone al cultivo varían mucho durante la estación de crecimiento

(Padmalatha *et al.,* 2006; Haro *et al.,* 2007a), y también con la longitud del ciclo del cultivar (Bell *et al.,* 1991; Nanja Reddi *et al.,* 1995), la fecha de siembra (Bell, 1986; Canavar y Kaynak 2010), y todas sus interacciones (Nanja Reddi *et al.,* 1995; Chandrika *et al.,* 2008; Prathima *et al.,* 2012).

A nivel local Giayetto *et al*. (2012) describen que la variación en las fechas de siembra (Temprana: 10/10, Media: 10/11 y Tardía: 10/12) para dos genotipos de diferente longitud de ciclo (Utre 145 días y Granoleico 160 días), configuran diferentes escenarios de temperatura y radiación a los que se expone el cultivo durante su ciclo de crecimiento (Figura 1).

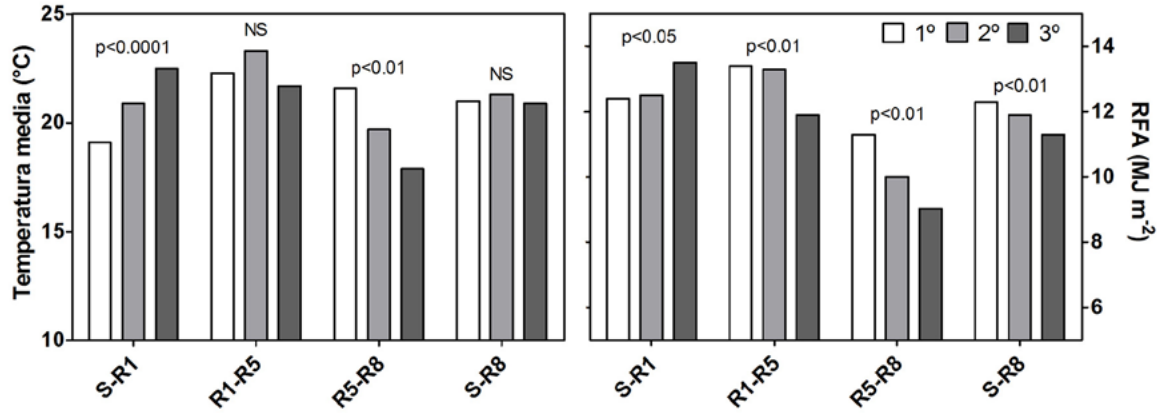


Figura 1. *Temperatura media (°C) y radiación fotosintéticamente activa incidente (Mj m^{-2} d^{-1}) en tres fechas de siembra (primeras décadas de octubre: 1°; de noviembre: 2° y de diciembre: 3°) para los períodos siembra-floración (S-R1), floración-inicio de llenado de granos (R1-R5), llenado de granos (R5-R8) y ciclo total (S-R8) promedio para los cultivares Utre y Granoleico y los ciclos 2009/10 y 2010/11. Fuente: Giayetto et al. (2012)*

Se han encontrado diferencias entre los genotipos en la temperatura media principalmente en la etapa final del ciclo (R5-R8), en la que Utre estuvo expuesto a mayores temperaturas medias (20,3°C) debido a su menor longitud de ciclo que posicionó esa etapa en momentos de mayor temperatura respecto a Granoleico (19,2°C) que posee un ciclo 30 días más largo (Morla, 2016). También,se observaron diferencias entre estos cultivares en la radiación fotosintéticamente activa incidente, donde Granoleico recibió mayor cantidad que Utre (1828 y 1738 MJ m^{-2}, respectivamente) debido a su mayor longitud de ciclo (Morla, *et al.,* 2013b).

Haro *et al.* (2007a) evaluaron dos fechas de siembra, 27/10/06 (temprana) y 6/12/06 (tardía) en Manfredi (Córdoba) con el cv. Florman INTA. En la fecha temprana el cultivo de maní recibió menos radiación y temperatura durante las etapas iniciales del ciclo las que aumentaron desde el comienzo de llenado de granos hasta la cosecha (R5 a R8).

En la región manisera de Córdoba son escasos los estudios sobre fechas de siembra de maní y su influencia sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo. Las causas posibles pueden deberse a la adopción generalizada de genotipos tipo *runner* de ciclos largos (>150 días) a partir de 1980, y a los requerimientos de temperatura para germinar, que dejan poco margen para diversificar la FS, sin exponer el cultivo a posibles daños por heladas en las etapas finales del ciclo.

Estas restricciones ambientales generan un conjunto de cuestionamientos sobre la necesidad de elucidar en detalle las interacciones genotipo x FS que expliciten las ventajas y los riegos de las combinaciones posibles de esta práctica de manejo en la región.

La elección del cultivar es, junto con la FS, otra práctica de manejo importante para hacer más eficiente la oferta ambiental. En Argentina, se dispone de una oferta poco amplia de cultivares con diferentes atributos que contrasta con la situación de otros cultivos como por ejemplo soja. En ese contexto, una particularidad es la casi nula diferencia en la longitud de ciclo de los cultivares disponibles actualmente (~150 días entre siembra y madurez de arrancado). En otras palabras, la base genética disponible en los cultivares comerciales es estrecha. Como, en general, no resulta factible anticipar la FS a la primera década de octubre por falta de condiciones adecuadas, el ciclo de esos materiales se completa entre fines de marzo-mediados de abril con riesgo frecuente de exposición a daños por bajas temperaturas (heladas tempranas).

En este sentido, se han incorporado al mercado algunos cultivares que podrían tener un comportamiento diferente, tanto por sus requerimientos de temperatura para germinar como por la longitud de ciclo. Son ejemplo de esto los materiales Pronto (Soave *et al*., 2004) y Utre-UNRC (Fernandez *et al.,* 2009).

Con el atraso de la fecha de siembra, el desarrollo fenológico del cultivo se acelera en respuesta a las mayores temperaturas que se registran durante las etapas iniciales. Haro *et al*, (2007a) describen una reducción de 14 días en una siembra de fines de noviembre respecto a otra de mediados de octubre realizadas en Manfredi (Córdoba) con un cultivar tipo runner (Florman INTA); también Canavar y Kaynak (2010) encontraron diferencias entre fechas de siembra con valores de 169, 157, 148 y 143 días de ciclo en un cultivo de maní tipo runner sembrado a intervalos de 14 días entre sí desde una fecha de siembra definida como temprana para la región del estudio.

En ese sentido, Morla (2016) encontró que el ciclo desde siembra (S) a madurez (R8) tuvo una duración de 159, 152 y 137 días para la 1°, 2° y 3° fecha de siembra, respectivamente y que la mayor proporción de ese acortamiento (~65%) se produjo en la etapa S-R1, al igual que lo encontrado por Bell *et al.* (1991) y Haro *et al.* (2007a).

Haro *et al.* (2007a) y Morla (2016) señalan que la fenología, expresada en tiempo térmico, presenta una menor variación ante cambios en la FS, lo que indicaría, para las condiciones en las que se realizaron estos estudios, ausencia de efecto de la duración del día (fotoperíodo). A tal efecto, Bell (1986) señala que maní puede ser considerada una planta de día neutral cuando las temperaturas diarias del aire son de 25-27ºC o menores.

Es bien conocido que el crecimiento del cultivo y su rendimiento son afectados por el ambiente, diversos autores lo adjudican principalmente a la radiación (Bell *et al.,* 1991; Collino *et al*., 2000; Kiniry *et al*., 2005; Haro *et al.,* 2007a) y la temperatura (Cox, 1979; Craufurd *et al.,* 2002; Padmalatha *et al,* 2006; Kumar *et al.,* 2012).

A nivel local, la cantidad de RFA interceptada por el cultivo (cultivar Granoleico tipo runner), disminuyó entre 7 y 8% en una FS de noviembre y entre un 21 y 29% en una FS de diciembre respecto a una FS temprana de principios de octubre (Morla, *et al.,* 2013b). Sin embargo, el tiempo en alcanzar la máxima cobertura del canopeo (intercepción de la radiación >95%) se reduce con el atraso de la FS, indicando un mayor crecimiento vegetativo inicial en la siembra tardía (Morla, *et al.,* 2013b), y una mayor asignación de asimilados a estructuras vegetativas en respuesta, principalmente, a las mayores temperaturas a las que se expone el cultivo en las etapas tempranas de crecimiento.

A nivel local, los resultados obtenidos por Giayetto *et al*. (2012), Morla (2016) (Figura 2) y Haro *et al.* (2007b) indican que tanto el rendimiento como sus componentes son significativamente influenciados por la fecha de siembra.

El atraso en la FS desplaza el periodo reproductivo del cultivo a condiciones declinantes de radiación y temperatura que inciden negativamente en los procesos involucrados en la definición del rendimiento en grano (Kumar *et al*., 2012).

Giayetto *et al.* (2012) indican, para las condiciones locales, que el retraso en la fecha de siembra produjo una disminución significativa del peso individual del fruto, al igual que lo hallado por otros autores (Ahmad *et al.,* 2007; Sardana y Kandhola, 2007; Chandrika *et al.,* 2008; Prathima *et al*., 2012); pero, a diferencia de lo señalado en la literatura, no detectaron cambios significativos en el número de frutos maduros por planta.

En otro estudio similar, Haro *et al.* (2007b) involucrando otros ambientes de la región manisera de Córdoba y dos genotipos tipo runner (ASEM 485 y Florman INTA), corroboraron la relación estrecha entre número de granos y rendimiento; componente que, a su vez, depende de las tasas de crecimiento del cultivo (TCC) y de los frutos (TCF) durante el período crítico de su determinación (R3-R6,5). Además, ambas tasas se relacionaron con la radiación interceptada. Así, las distintas FS modificaron la dinámica de la radiación respecto de las etapas fenológicas del cultivo, siendo las siembras tardías (21/12) las que recibieron menos radiación durante el período reproductivo. También detectaron que en esas siembras disminuyó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) concluyendo que la misma se debía a un cambio en la relación fuente-destino causada por un menor número de frutos, y no a cambios en la temperatura. En otro estudio a nivel local no se observó influencia de la FS sobre la EUR en los cultivares Granoleico y Utre (Morla *et al*., 2013b), en coincidencia con otros autores que señalan que la EUR del cultivo de maní es relativamente estable en un amplio rango de variables ambientales y de manejo (Kiniry *et al.,* 2005).

En un estudio realizado en Turquía con otras condiciones ambientales y una estación de cultivo más prolongada, Caliskan *et al.* (2008) observaron que las fechas de siembra consideradas óptimas (entre 15 de mayo y 1 de junio) tuvieron mayor rendimiento (número y peso de granos) que siembras tempranas o tardías. En esas fechas intermedias el cultivo estuvo expuesto a un régimen de temperaturas adecuado durante el crecimiento vegetativo y reproductivo y recibió más radiación solar en todo su ciclo.

Morla (2016) encontró, además, diferentes respuestas genotípicas durante dos ciclos experimentales (2009/10 y 2010/11). El cultivar Granoleico redujo 55,4 kg de frutos ha^{-1} por cada día de atraso en la siembra respecto al 10 de octubre (1°FS) (Figura 2). En Utre, esa caída del rendimiento se produjo sólo hacia la 3°FS mientras que la fecha de siembra óptima fue en los primeros días de noviembre (2°FS).

Resultados similares fueron encontrados por Giambastiani (2000), que evaluó, en la región central de Córdoba y durante dos años, tres FS, temprana (1º década de octubre), intermedia (1º década de noviembre) y tardía (1º década de diciembre) y obtuvo menor rendimiento en la siembra tardía respecto a la temprana e intermedia pero sin diferencias entre éstas últimas.

A su vez, Haro *et al.* (2007a) describen la respuesta al retraso en la FS de dos cultivares tipo runner sembrados en Manfredi (Córdoba) el 17 de octubre (temprana) y el 29 de noviembre (tardía), y reportaron disminuciones del rendimiento en grano de 37,9 y 15,1 kg ha^{-1} por día de retraso en Florman INTA y ASEM 485, respectivamente.

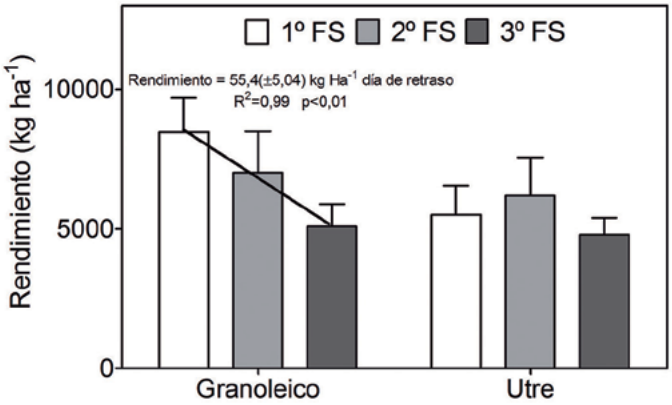


Figura 2. *Rendimiento de frutos de los cultivares de maní Granoleico y Utre, promedio de los ciclos 2009/10 y 2010/11 en función de la fecha de siembra (1°FS: 10/10, 2°FS: 10/11 y 3°FS: 10/12). Fuente: Morla (2016)*

Entre las variables fisiológicas que explican esta disminución del rendimiento en siembras tardías, se destacan la duración del ciclo y la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) (Morla, 2016). Ambas disminuyen con el atraso de la siembra (comienzos de noviembre y diciembre) debido a la respuesta de la tasa de desarrollo del cultivo a la temperatura, particularmente notoria en la última FS.

Además, la partición de fotoasimilados a órganos reproductivos o índice de cosecha se reduce marcadamente en estos ambientes. Morla *et al.* (2013b) indican que el índice de cosecha no cambia en las FS tempranas a normales, pero que disminuye significativamente en fechas tardías; respuesta que se encuentra documentada en numerosos trabajos (Bell *et al.,* 1991; Padmalatha *et al.,* 2006; Caliskan *et al.,* 2008). En este sentido se observaron mayores valores iniciales de TCC a medida que se retrasa la FS (Morla *et al.,* 2013c), mostrando que, en general, la curva de evolución de la TCC presenta una alta correlación con la temperatura al inicio del ciclo del cultivo.

El retraso en la fecha de siembra también provoca una disminución en la calidad comercial del maní. Giayetto *et al.* (2012) encontraron que la disminución del rendimiento confitería, ajustó a un modelo lineal con una caída de 0,3 a 0,58 puntos porcentuales por cada día de retraso respecto a la 1ºFS (principios de octubre) para los cultivares evaluados en ese trabajo. Un resultado similar fue obtenido por Haro *et al.* (2007b), quienes encontraron en la siembra temprana el mayor porcentaje de la fracción maní confitería que fue asociado a mayores tasas de crecimiento del cultivo y de los frutos durante el periodo de llenado de granos.

La FS también influye sobre la calidad del aceite que se acumula en las semillas (Andersen y Gorbet, 2002). A nivel local, Chialvo *et al.* (2006) evaluaron tres fechas de siembra 10/10, 6/11 y 02/12, en el ciclo 2005/06, y hallaron que el porcentaje de ácido oleico disminuyó, el de linoleico aumentó y, en consecuencia, la relación O/L también disminuyó en la siembra tardía. También hallaron que las semillas más grandes (más maduras) tuvieron mayor contenido de ácido oleico.

Bibliografía citada

Ahmad, N., M. Rahim and U. Khan. 2007. Evaluation of various sowings dates for groundnut varieties under agro-ecological conditions of Malakand division. *Gomal University Journal of Research*, 23 (2), 1-4.

Andersen, P.C. and D.W. Gorbet. 2002. Influence of year and planting date on fatty acid chemistry of high oleic acid and normal peanut genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(5), 1298-1305.

Bell, M.J. 1986. Effect of sowing date on growth and development of irrigated peanuts (*Arachis hypogaea* L. cv. Early Bunch) in a monsoonal tropical environment.*Australian Journal of Agricultural Research*. 37(4) 361 - 373.

Bell, M.J., R. Shorter and R. Mayer. 1991. Cultivar and environmental effects on growth and development of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). II. Reproductive development. *Field Crops Research*, 27(1–2): 35–49.

Caliskan, S., M.E. Caliskana, M. Arslan and H. Arioglu. 2008. Effects of sowing date and growth duration on growth and yield of groundnut in a Mediterranean-type environment in Turkey. *Field Crops Research*.105, 131–140.

Canavar, O. and M.A. Kaynak. 2010. Effect of Different Planting Dates on Yield and Yield Components of Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Turk J AgricFor.* 32: 521-528.

Cavigliasso, M.D. 2012. *Interacción de la temperatura del suelo y la emergencia en cultivo de maní*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía y Veterinaria – UNRC. 34 p.

Cerioni, G.A., Morla F.D., Kearney M.I.T., Della Mea D. O., Fernandez, E.L., Giayetto O., Rosso M.B. y E.M. Fernandez. 2012. Disminución de la densidad de plantas en el cultivo de maní ¿cuál es el límite? *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 211 - 216.

Chandrika, V., Parameswari, P., y G. Sreenivas. 2008. Effect of sowing time and rainfall distribution on yield of rainfed groundnut (*Arachis hypogea* L.) in southern agro-climatic zone of Andhra Pradesh. *Legume Research-An International Journal*, 31(1), 54-56.

Chialvo, C., R. Sandrini, A. Moresi y J. Soave 2006. Influencia de la fecha de siembra y de la madurez en los contenidos de ácido oleico y linoleico en maníes de alto Oleico. *XXI Jornada Nacional del Maní*, Gral. Cabrera (Córdoba), p.40-42.

Cholaky, L. 1984. *Maní. Influencia de los factores climáticos sobre el crecimiento-desarrollo, morfología, fotosíntesis, componentes del rendimiento, composición ácido graso del aceite y producción*. Mimeo.125 p.

Collino, D.J., Dardanelli, J.L., Sereno, R., and Racca, R.W. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and water use efficiency. *Field Crops Research*, 68 (2), 133-142.

Cox, F. R. 1979.Effect of Temperature Treatment on Peanut Vegetative and Fruit Growth.*Peanut Science*, 6 (1), 14-17.

Craufurd, P.Q., P.V.V. Prasad and R.J. Summerfield. 2002. Dry matter production and rate of change of harvest index at high temperature in peanut. *Crop Sci.*, 42: 146-151.

Fernandez, E.M.; Cerioni, G.A.; Giayetto, O.; Birri, M.; Peiretti, E.G.; y M.A. Ibañez. 2009. Evaluación de nuevos genotipos de maní. *XXIV Jornada Nacional de Maní*, General Cabrera, Córdoba (AR). 62 p.

Giambastiani, G. 2000. Rendimiento de dos cultivares de maní de distinto ciclo en diferentes épocas de siembra. *XV Jornada Nacional de maní*. Gral Cabrera – Córdoba. Pag 56.

Giayetto, O., E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, F.D. Morla, M.B. Rosso, M.I.T. Kearney, M.G. Violante. 2012. Cambios en el rendimiento y la calidad comercial de dos cultivares de maní debido a variaciones de la fecha de siembra, temperatura y radiación. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*.3: 237 - 243.

Haro, R.H., C. Macedo, L. Gastaldi y C. Casini. 2007b. Efecto de labranza, cultivos antecesores y fechas de siembra sobre la producción y calidad de grano de maní. *XXII Jornada Nacional del maní*, Gral Cabrera. Córdoba. pág. 54-56.

Haro, R.J., M.E. Otegui, D.J. Collino and J.L. Dardanelli. 2007a. Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: Links with radiation use efficiency and crop growth rate. *Field Crops Research,* 103(3): 217-228.

Ketring, D.L. y J.L. Reid. 1995. Peanut growth and development. En: Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanut Health Mangement*. The American Phytopathologis. EE.UU. Cap. 3. p.11-18.

Kiniry, J.R.; C.E. Simpson, A.M. Schubert and J.D. Reed. 2005. Peanut leaf area index, light interception, radiation use efficiency, and harvest index at three sites in Texas. *Field Crop Research*, 91: 297-306.

Kumar, U., Singh, P., and K. J. Boote. 2012. Effect of Climate Change Factors on Processes of Crop Growth and Development and Yield of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Advances in Agronomy*, *116*, 41.

Morla, F.D., Cerioni, G.A., Cavigliasso M.D., Giayetto, O., Fernandez, E.M., Kearney, M.I.T. y I. Prack McCormick. 2013a. Fecha de siembra y temperatura del suelo, sobre la emergencia, rendimiento y calidad de maní. *XXVIII Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Córdoba. Resúmenes. p: 6-8.

Morla, F.D.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A.; Fernandez, E.M. y M.I.T. Kearney. 2013b. Fecha de siembra en maní: I. Intercepción, eficiencia de uso de la radiación y partición de materia seca. *II Workshop Internacional de Ecofisiología de Cultivos*. Mar del Plata, Bs.As. Argentina.

Morla, F.D.; Giayetto, O.; Cerioni, G.A.; Fernandez, E.M. y M.I.T. Kearney. 2013c. Fecha de siembra en maní: II. Tasa de crecimiento, Rendimiento y Calidad Comercial. *II Workshop Internacional de Ecofisiología de Cultivos*. Mar del Plata, Bs.As. Argentina.

Morla, F.D. 2016. *Dinámica temporal y espacial de la partición de biomasa en genotipos de maní de diferente patrón de ramificación y porte*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, físico-Químicas y Naturales – UNRC. 185 p.

Nanja, Reddy, Y. A., Udaya Kumar, M., Prasad, T. G., and S. C. Aswathnarayana. 1995. Flowering Behaviour and Yield Attributes of Alternate and Sequential Types of Groundnut in Relation to Date of Sowing. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, *8*(2): 210-213.

Padmalatha, Y., S. Rami Reddy and T. Yellamanda Reddy. 2006. The relationship between weather parameters during developmental phase and fruit attributes and yield of peanut. *Peanut Science*, 33: 118–124.

Pedelini, R. 2014. Maní. Guía práctica para su cultivo. Boletín de Divulgación Técnica Nº 2. 3° Edición. Ediciones INTA. 20 p.

Prathima, T., T. YellamandaReddy, K.M. Dakshina Murthy, T. Murali Krishna, K. Devaki, K. V. Naga Madhuri and P. Parameswari. 2012. Influence of sowing date and crop variety on phenology, Growth and yield of rainfed groundnut (*Arachis hypogaea* L.) In Southern zone of Andhra Pradesh, India. *International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology.* 3(1): 26-39.

Sardana, V. and S.S. Kandhola. 2007. Productivity of semi-spreading and bunch type varieties of groundnut as influenced by sowing dates. *Journal of SAT Agricultural Research*, 5(1): 1-3.

Seiler, R.A.; R.A. Fabricius; V.H. Rotondo y M.G. Vinocur. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto 1997/1993. Cátedra de Agrometeorología. FAV – UNRC. v. I. 68 p.

Sholar, J.R., R.W. Mozingo y J.P. Beasley, Jr. 1995. Peanut cultural practices. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. 1995. *Advances in Peanut Science*. APRES.cStillwater - OK, EE.UU. Cap. 10. p: 354-418.

Soave, J. H.; C. A. Bianco y T. A. Kraus.2004. Descripción de dos nuevos cultivares de maní *Arachis hypogaea* Subsp. *hypogaea* var. *hypogaea*. *Agriscientia*, XXI (2): 85-88.

Capítulo 11. Arreglo espacial y densidad de plantas

Federico D. Morla, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Elena M. Fernandez

El rendimiento de los cultivos está determinado por la eficiencia con que la población de plantas utiliza los recursos ambientales disponibles para el crecimiento. Una de las prácticas de manejo que permite hacer un uso eficiente de los mismos, es el número de plantas por superficie y su distribución espacial (distancias entre y sobre la línea de siembra). Con esta técnica, se procura alcanzar un punto de equilibrio entre la oferta de recursos y la competencia intraespecífica. Para cada especie entran en juego las características del crecimiento de los genotipos que permitan hacer un uso más eficiente de la radiación solar, la temperatura, el agua y los nutrientes, además de la capacidad de compensación del crecimiento vegetativo (estructura del canopeo, producción y senescencia foliar) y reproductivo (estructuras reproductivas, cuajado).

En maní, existen cultivares de diferente duración de ciclo, distinto grado de indeterminación en su hábito de crecimiento y variados patrones de ramificación y arquitectura de planta tales como los tipos erectos y de ramificación secuencial (*Arachis hypogaea* L. sub.sp *fastigiata*), y los tipos semierectos y de porte rastrero con ramificación alterna (*Arachis hypogaea* L. sub.sp *hypogaea*) (Krapovickas y Gregory, 1994) *(para más detalles ver capítulo 1)*.

Experiencias de siembras con diferentes cultivares y configuradas espacialmente en forma de diamante, han mostrado un efecto altamente significativo sobre el rendimiento en siembras más densas (15,2 x 15,2 cm) con respecto a otras configuradas en modelos más distanciados (45,7 x 45,7 cm), variando la respuesta según el cultivar utilizado (Mozingo y Wright, 1994).

Considerando la distribución rectangular, que es la más comúnmente usada en EE.UU., se ha observado que las hileras más estrechas tienen un efecto positivo sobre el crecimiento independientemente del hábito de crecimiento del genotipo utilizado. En las menores distancias entre hileras (0,46 x 0,15 m) y en las hileras apareadas [(0,69-0,23) x 0,15 m], comparativamente con las distancias comúnmente usadas en ese país (0,91 x 0,08 m), se halló un cierre anticipado del canopeo, mayor IAF e intercepción de la luz, y aumentos del ritmo de crecimiento del cultivo, de la materia seca total y del rendimiento (Jaaffar y Gardner, 1988).

En la región productora de maní en Argentina, las siembras se realizan principalmente a 0,70 m entre surcos con diferentes tamaños de semillas que implican distintas cantidades por kilogramo (Cuadro 1). Según Pedellini (1998), en la siembra de los cultivares tipo runner, se recomienda emplear entre 14-16 semillas por metro lineal para obtener entre 11-13 plantas m^{-1} y para genotipos tipo Valencia –plantas de menor desarrollo y porte erecto- se indican entre 16-18 semillas m^{-1} para obtener entre 13-15 pl m^{-1}; lo que implica usar un 20 a 25% más de semillas sembradas que de plantas logradas por hectárea.

Cuadro 1. *Requerimientos de semillas (kg ha^{-1}) para la siembra de maní con cultivares tipo runner, según la densidad por metro de surco y la granometría (tamaño de semilla)*

Tamaño de semilla (granos onza^{-1})*	**Número de semillas** kg^{-1}	**Nº semillas cv tipo *runner* por metro lineal de surco a 0,70 m**						
		12	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**
		kg semillas ha^{-1}						
38/42	1400	122	133	143	153	164	174	184
40/50	1600	107	116	125	134	143	152	161
50/60	1950	88	95	103	110	117	125	132
60/70	2300	74	81	87	93	100	106	112
70/80	2650	65	70	75	81	86	92	97
80/100	3200	53	58	63	67	72	76	80

* Onza= 28,35 g. Fuente: Adaptado de Pedellini (1998).

En estudios sobre modelos de distribución de plantas, los diseños casi cuadrangulares (0,35 x 0,30 m), han mostrado un efecto positivo sobre el crecimiento, tanto para cultivares de porte erecto como rastrero (Pronto y Florunner, respectivamente), respecto a los modelos rectangulares (0,70 x 0,15 m y 1,05 x 0,10 m), con igual densidad de plantas. En esa condición, se incrementa la acumulación de materia seca total y los valores de IAF, que favorecen una mayor intercepción de la radiación en las etapas iniciales del crecimiento e impactan, a su vez, en una tasa de crecimiento relativa más elevada. Se ha constatado, también, un aumento del rendimiento de frutos y granos (Gardner y Auma, 1989).

A nivel local, evaluaciones sobre la distribución espacial de las plantas con cultivares de porte diferente, han mostrado que, la modificación del patrón espacial y el número de plantas por superficie, producen cambios en el crecimiento y el rendimiento de frutos y granos (Giayetto *et al*., 1993; 1994; 1995 a y b; 1998 y 2003), como ocurre en otros ambientes.

La distribución espacial ni la densidad de plantas afectan el desarrollo fenológico de maní, siendo las diferencias entre cultivares debidas a sus atributos genéticos en longitud del ciclo (Giayetto *et al*., 2003). Sin embargo, se observan efectos sobre la acumulación de materia seca por planta, independientemente de la arquitectura característica de cada cultivar (Yayock, 1979; Giri y Saran, 1985; Pedelini *et al.,* 1986; Giayetto *et al*., 1993; 1994; 1995 a y b; 1998 y 2003; Della Mea, 2010). Estas respuestas se expresan en una menor acumulación de biomasa vegetativa (hojas+tallos) y de frutos por planta en las densidades altas (~56 pl m^{-2} a 0,30 x 0,06 m), en comparación con las densidades recomendadas (~17 pl m^{-2} a 0,70 x 0,08 ó ~12 pl m^{-2} a 0,70 x 0,12 m) (Giayetto *et al*., 1993; 1994; 1995 a y b; y 1998).

Las figuras 1 y 2, ilustran esos resultados combinando las respuestas de dos cultivares de diferente porte (Colorado Irradiado, erecto y Florman INTA, rastrero) sometidos al acortamiento de las distancias entre hileras (de 0,70 a 0,30 m) y entre plantas (de 0,12 a 0,06 m) y el consecuente aumento de la densidad de plantas (de 12 a 56 plantas m^{-2}). Analizando los resultados en función de esta última variable, se observa que las densidades de 12 y 18 pl m^{-2} (0,70 x 0,12 m y 0,50 x 0,12 m, respectivamente) se diferencian de las densidades mayores 24 a 56 pl m^{-2}; aunque bajo condiciones hidrológicas más favorables (*ej*.: ciclo 1995/96), el crecimiento del cultivar de porte rastrero con 18 pl m^{-2} (0,50 x 0,12 m) fue semejante al observado a densidades más altas (24 a 56 pl m^{-2}). Por su parte, la condición hídrica limitante del ciclo 1994/95 redujo la cantidad de biomasa acumulada, siendo mayor el efecto en el cultivar de ciclo más largo (Florman INTA).

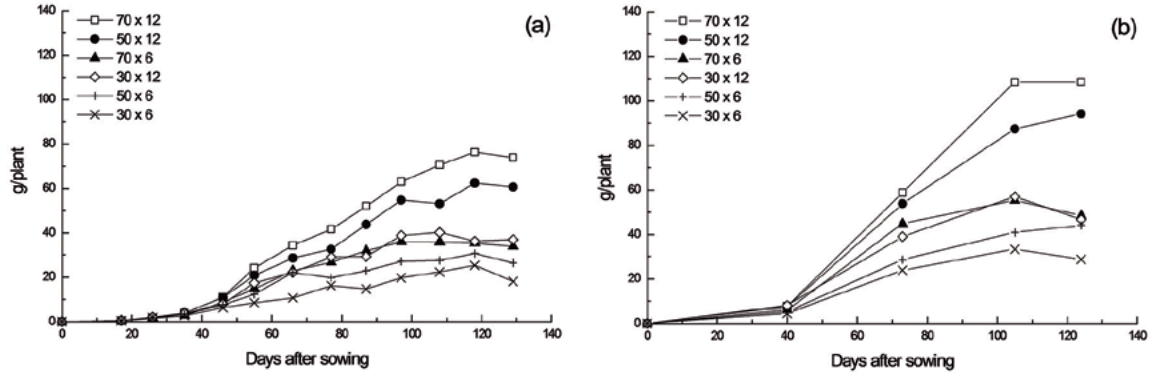


Figura 1. *Materia seca por planta para los distintos diseños de siembra en función de la edad del cultivo (días después de siembra, DDS) del cv. Colorado Irradiado: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

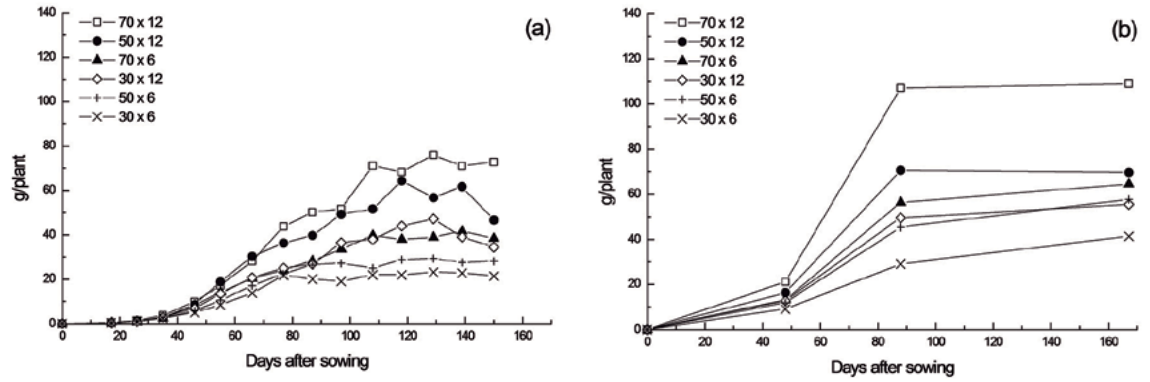


Figura 2. *Materia seca por planta para los distintos diseños de siembra en función de la edad del cultivo (días después de siembra, DDS) del cv. Florman INTA: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

Cuando el análisis se realiza a escala de población, las respuestas son inversas; es decir, los diseños más compactos y densos producen y acumulan mayor cantidad de biomasa por superficie (Yayok, 1979; Giayetto *et al.*, 1995 a y b; 1998 y 2003). Mientras que, la distribución de la materia seca en los diferentes órganos no es afectada por los modelos ni la densidad de siembra (Giayetto *et al.*, 1995 a y b; y 2003; Della Mea, 2010).

De manera similar a lo descripto para la biomasa vegetativa (hojas + tallos), la superficie foliar por planta disminuye con el incremento de la densidad desde 12-18 pl m^{-2} (0,70 x 0,12 m y 0,50 x 0,12 m, respectivamente) hasta 33-56 pl m^{-2} (0,50 x 0,06 m y 0,30 x 0,06 m, respectivamente), independientemente del genotipo (Figuras 3 y 4) (Giayetto *et al.*, 1998).

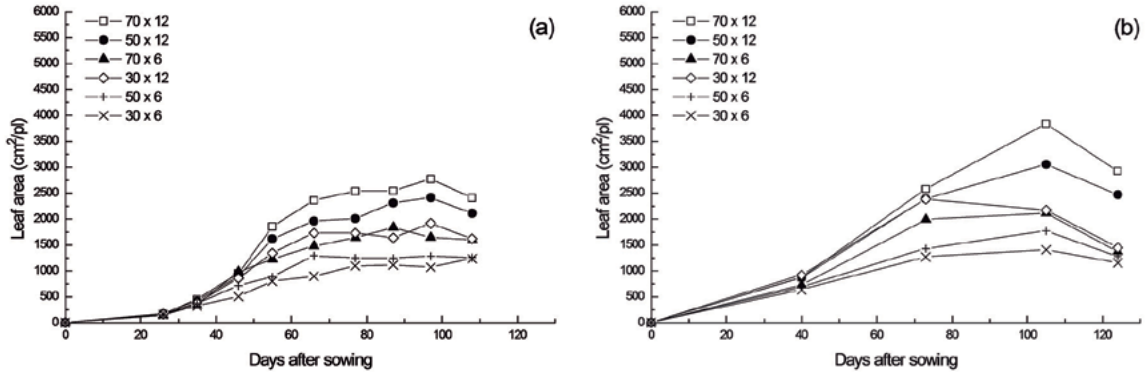


Figura 3. *Área foliar (cm² pl⁻¹) durante la ontogenia del cultivo (días después de la siembra, DDS) del cv Colorado Irradiado: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

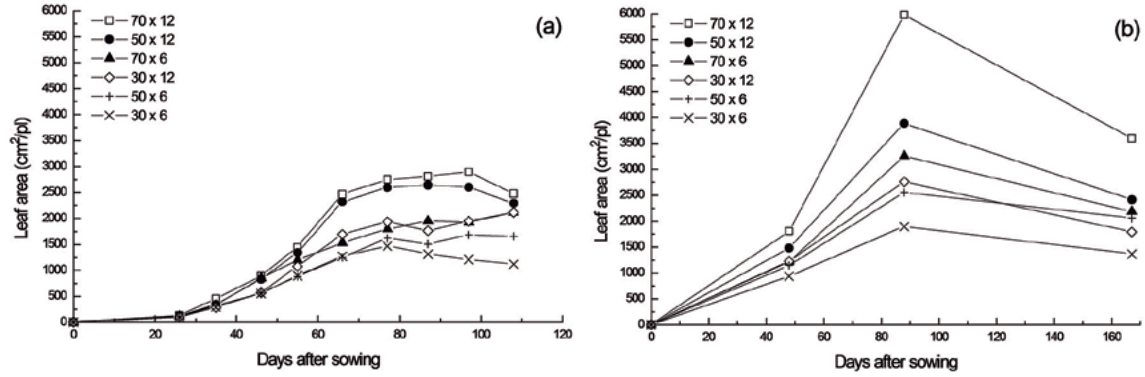


Figura 4. *Área foliar (cm² pl⁻¹) durante la ontogenia del cultivo (días después de la siembra, DDS) del cv Florman INTA: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

Los cambios en el área foliar por planta se traducen en modificaciones del IAF, con diferencias entre cultivares (Yayock, 1979; Giayetto *et al.*, 1998). Las figuras 5 y 6 muestran el incremento del IAF con la densidad de plantas desde 12 pl m^{-2} (0,70 x 0,12 m) a 56 pl m^{-2} (0,30 x 0,06 m), independientemente del porte de la planta, aunque en el cultivar rastrero no hay diferencias entre 12 y 18 pl m^{-2} (0,70 x 0,12 m y 0,50 x 0,12 m). Además, este genotipo, de ciclo más largo y ramificación alterna, alcanza valores de IAF más elevados con una mayor duración del área foliar (DAF), particularmente en las densidades más altas y diseños compactos (33 y 56 pl m^{-2}; 0,50 x 0,06 m y 0,30 x 0,06 m, respectivamente) (Giayetto *et al.*, 1998).

El mayor IAF en los diseños más compactos, se relaciona en forma inversa con el tiempo requerido para alcanzar una cobertura del suelo igual o superior al 90%. En las siembras a 0,30 y 0,50 m entre hileras, dicha condición se alcanza en las etapas R2 y R3, registradas a los 46 y 60 DDS, para Colorado Irradiado y Florman INTA, respectivamente; mientras que en los diseños con 0,70 m entre surcos, la cobertura del suelo ocurre a los 66 y 87 DDS, siendo mayor el tiempo para el genotipo de

porte erecto. Similares resultados fueron descriptos por Salvay (2009) que observó que el IAF alcanzado por un arreglo cuadrangular (0,23 x 0,23 m) fue en todo el ciclo del cultivo mayor al del modelo convencional (0,70 x 0,075 m). Por otro lado, no se registró efecto de la distancia entre plantas dentro de la hilera sobre la velocidad de cobertura del suelo (Giayetto *et al.*, 1998).

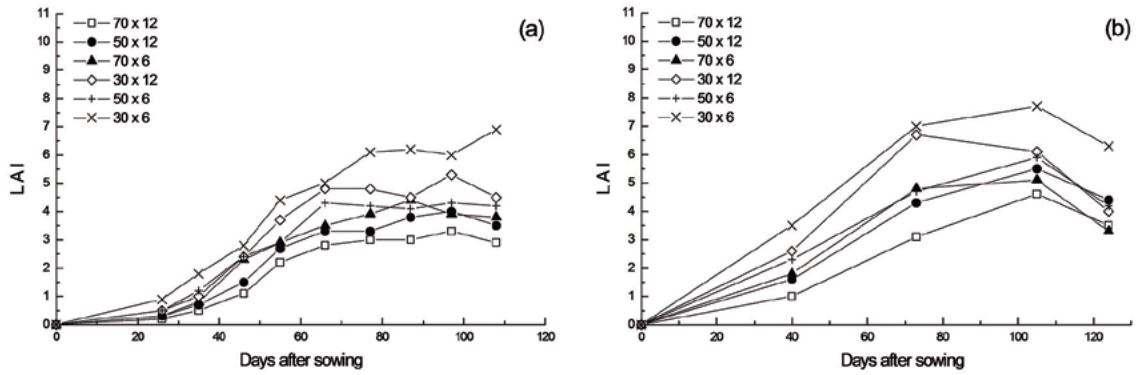


Figura 5. *Índice de área foliar (IAF) durante la ontogenia del cultivo (días después de la siembra, DDS) del cv Colorado: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

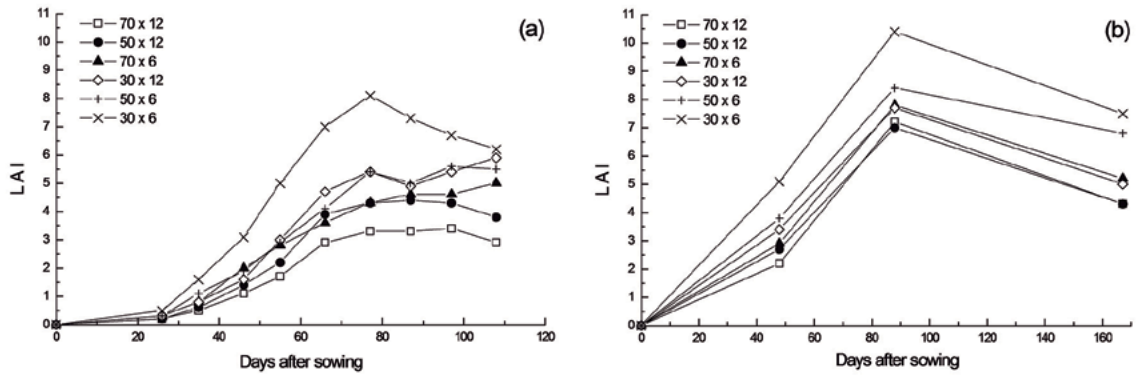


Figura 6. *Índice de área foliar (IAF) durante la ontogenia del cultivo (días después de la siembra, DDS) del cv Florman INTA: (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

El número de ramas por planta disminuye con el aumento de la densidad (Yayock, 1979; Giayetto *et al.*, 2003). Este efecto se ilustra en la figura 7, donde también se observa que la magnitud del mismo varía con el cultivar; los genotipos de ramificación alterna -que tienen mayor potencial de ramificación (hasta *n*+3)- y porte rastrero (Florman INTA, en este estudio), experimentan mayores reducciones que los de porte erecto con menor grado de ramificación (*n*+1 / *n*+2) (Colorado Irradiado, tipo Valencia) (Giayetto *et al.*, 2003).

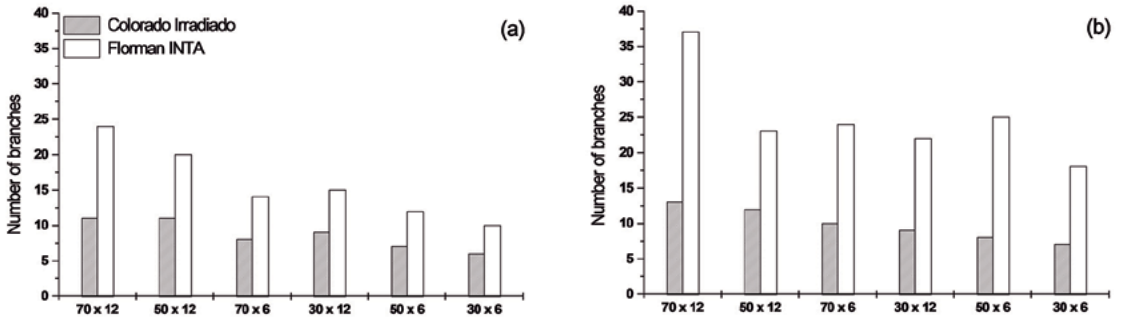


Figura 7. *Número de ramas por planta en dos cultivares (Colorado Irradiado y Florman INTA), según diferentes espaciamientos (distancias entre y sobre la línea) de siembra. (a) 1994/95 y (b) 1995/96. Fuente: Giayetto et al. (1998)*

La elección de la densidad de siembra debe tener como objetivo el mayor y más eficiente aprovechamiento de los recursos, pero el aumento de la captura de recursos, particularmente en etapas tempranas del cultivo, no necesariamente maximiza el rendimiento. Por ejemplo, en condiciones de secano, una elevada densidad de plantas puede provocar un exceso de consumo de agua en una etapa temprana reduciendo la disponibilidad de este recurso durante el periodo crítico del cultivo (Vega y Andrade, 2000).

Considerando la oferta de los recursos -principalmente el agua en agricultura de secano- y su disponibilidad para el sistema productivo, la evapotranspiración (ET) o agua usada por el cultivo está influenciada por muchos factores que se pueden clasificar en efectos sobre el desarrollo del canopeo y el déficit de agua del suelo (Boote *et al.*, 1982; Wright *et al.*, 1991). Así también, prácticas de manejo como el diseño de siembra y la densidad de plantas -que interfieren en la pérdida relativa de agua por evaporación desde el suelo (E_s) y por transpiración desde la planta (T)- pueden afectar la eficiencia de uso del agua (EUA), con escaso efecto sobre la eficiencia transpiratoria (ETr), aunque existen diferencias entre genotipos (Wright *et al.*, 1994).

Giayetto *et al.* (2005) muestran que la ET acumulada durante el ciclo del maní, no varía con los diferentes modelos de siembra empleados, pero sí cambian sus componentes evaporación del suelo y transpiración (Cuadros 2 y 3); siendo la distancia entre hileras el componente del diseño de siembra que más incidencia tiene sobre esa variación relativa, debido a su influencia sobre la velocidad de cierre del canopeo.

La EUA (rendimiento de frutos/ET) responde sensiblemente a la influencia de los modelos de siembra, independientemente del cultivar (Cuadros 2 y 3). Los diseños más abiertos (0,70 x 0,12 m) tienen menores valores de EUA, la que se incrementa a medida que aquellos se tornan más compactos hasta alcanzar los valores máximos en el modelo de 0,30 x 0,06 m (Giayetto *et al.*, 2005).

Cuadro 2. *Evapotranspiración (ET), transpiración (T), evaporación del suelo (Es), eficiencia de uso del agua (EUA) y eficiencia transpiratoria (ETr) para diferentes diseños de siembra, cultivar Colorado Irradiado. Fuente: Giayetto et al. (2005)*

Diseño de siembra	**ET**(1)	**Es**	**T** (2)	**Peso de frutos** (3)	**EUA** (3/1)	**ETr** (3/2)
	mm			kg ha^{-1}	kg ha^{-1} mm^{-1}	
0,70 x 0,12 m	516	206	310	4896	9,5	15,8
0,50 x 0,12 m	517	141	376	5665	11,0	15,1
0,70 x 0,06 m	517	169	348	5747	11,1	16,5
0,30 x 0,12 m	517	84	433	6231	12,1	14,4
0,50 x 0,06 m	517	119	398	7083	13,7	17,8
0,30 x 0,06 m	517	72	445	7271	14,1	16,3
Promedio	***517***	***132***	***385***	***6149***	***11,9***	***16,0***

Cuadro 3. *Evapotranspiración (ET), transpiración (T), evaporación del suelo (Es), eficiencia de uso del agua (EUA) y eficiencia transpiratoria (ETr) para diferentes diseños de siembra, cultivar Florman INTA. Fuente: Giayetto et al. (2005)*

Diseño de siembra	**ET**(1)	**Es**	**T** (2)	**Peso de frutos** (3)	**EUA** (3/1)	**ETr** (3/2)
	mm			kg ha^{-1}	kg ha^{-1} mm^{-1}	
0,70 x 0,12 m	583	145	434	5373	9,2	12,4
0,50 x 0,12 m	584	118	466	5554	9,5	11,9
0,70 x 0,06 m	593	135	456	7081	11,9	15,5
0,30 x 0,12 m	582	88	492	8126	14,0	16,5
0,50 x 0,06 m	588	96	491	8881	15,1	18,1
0,30 x 0,06 m	559	72	487	10526	18,8	21,6
Promedio	***581***	***109***	***472***	***7591***	***13,1***	***16,1***

Por su parte, la ETr (relación entre el rendimiento de frutos y el agua transpirada) depende del cultivar. En el genotipo de porte erecto (Colorado Irradiado), la ETr no presenta grandes variaciones entre los diferentes modelos de siembra, manteniéndose aproximadamente en 16 kg ha^{-1} mm^{-1}; mientras que en el cultivar rastrero (Florman INTA), la ETr aumenta con la densidad de siembra de 12,4 a 21,6 kg ha^{-1} mm^{-1}, de manera similar a lo señalado para la EUA (Giayetto *et al.* (2005).

Es esperable que la eficiencia de uso de la radiación (EUR; g MJ^{-1} de radiación fotosintéticamente activa interceptada) se incremente ante un aumento de la densidad, debido a una mayor proporción de radiación difusa y una menor saturación lumínica en el canopeo (Vega y Andrade, 2000). Para maní, Suprapto *et al.* (2013) señalan que la EUR de dos genotipos (uno tipo Valencia y otro tipo Español) disminuye proporcionalmente al disminuir la densidad de plantas desde 44 a 8,1 pl m^{-2}.

Como consecuencia de la mayor cantidad de biomasa acumulada y del número de ramas por superficie, del incremento del IAF y la cobertura anticipada, los diseños de siembra más compactos producen mayores rendimientos de frutos y granos por hectárea que los modelos menos densos (Cahaner y Ashiri, 1974; Giri y Saran, 1985; Giayetto *et al*., 1993; 1994; 1998 y 2003; Salvay, 2009; Suprapto *et al.,* 2013; Haro *et al.,* 2014).

A diferencia de lo constatado en otros ambientes (Jaaffar y Gardner, 1988; Gardner y Auma, 1989), localmente se ha observado, para un rango de rectangularidad (relación de la DEP/DEH) entre 0,1 y 0,4, un mayor efecto de la densidad sobre el crecimiento y rendimiento de maní que del diseño de siembra (Giayetto *et al.,* 2003).

Sin embargo, el cultivo de maní está considerado como relativamente insensible a la variación de la densidad de plantas en un amplio rango de valores (Pedelini *et al*., 1986; Casini *et al*., 1999; Cerioni *et al*., 2012). Estos últimos, encontraron un valor de 9 pl m^{-1} (*i.e.* 12,9 pl m^{-2}) distribuidas uniformemente, como umbral mínimo para decidir sobre la continuidad del cultivo de maní tipo runner. De manera similar Pedelini *et al*. (1986) estimaron que una cantidad de 8 pl m^{-1} (*i.e.* 11,4 pl m^{-2}) sería la mínima para alcanzar rendimientos máximos.

En un trabajo reciente basado en la recopilación y análisis de datos generados sobre diferentes densidad y modelos de siembra en la zona manisera de Córdoba, Morla *et al*. (2014) examinaron 11 campañas agrícolas (desde 1983 a 2014), 4 cultivares tipo runner, 4 DEH y densidades que variaron entre 2,8 y 56 plantas m^{-2}, condiciones de secano y riego complementario, y encontraron que los rendimiento máximos normalizados se alcanzaron en un rango de 12,8 a 34,9 pl m^{-2} (*i.e.* 8,9 y 24,4 pl m^{-1}) (Figura 8A).

Así, la densidad a la que se produjeron los máximos rendimientos relativos para el conjunto de los datos analizados, según el ajuste al modelo de Mitscherlich (ley de los rendimientos decrecientes), fue determinada en 23,6 pl m^{-2} (Figura 8B), que equivale a unas 16,5 pl por metro lineal en siembras de 0,7 m entre surcos.

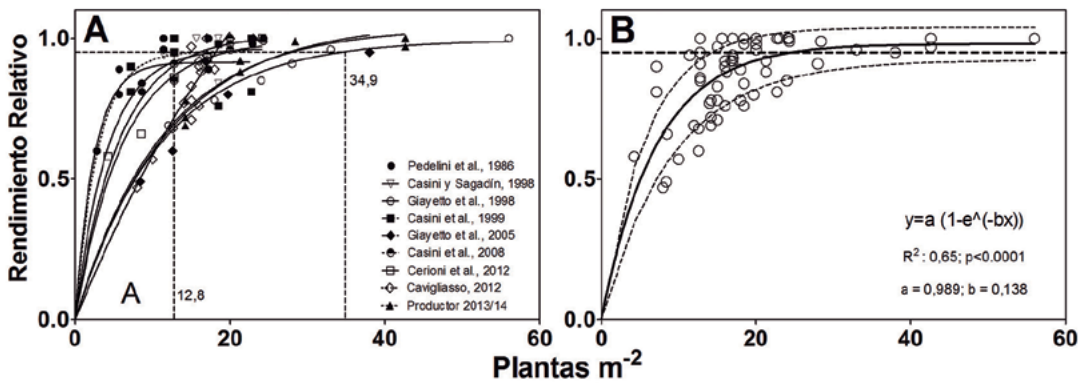


Figura 8. *Rendimiento relativo de maní en función de la densidad de plantas logradas a cosecha en diferentes trabajos realizados en la región manisera de Córdoba (A), y ajuste al modelo de rendimientos decrecientes al conjunto de los datos analizados (B). Fuente: Morla et al. (2014)*

Por otro lado, la amplia diversidad morfológica observada entre los genotipos de maní cultivados presenta diferencias en la respuesta a la densidad de plantas, y la estructura del canopeo propio de los distintos tipos botánicos afecta estas respuestas (Tarimo y Blarney, 1999). Howlader *et al.* (2009) encontraron que cultivares de diferentes hábitos de crecimiento requieren diferentes modelos de siembra y densidades para lograr sus máximos rendimientos.

La granometría es un parámetro de calidad que se evalúa en la comercialización del producto y se ha observado que puede variar en respuesta a la densidad de plantas. En algunas experiencias el incremento de la población de plantas (densidad) causó un aumento del número de granos de tamaños grandes (Kvien y Bergmark, 1987) o el peso de 100 granos (Nakawaga *et al.*, 2000); incremento en el tamaño de los granos que se atribuye a la disminución de la longitud de las ramificaciones, por efecto de la mayor densidad de plantas, y el consecuente menor número de frutos procedentes de las primeras flores (Kvien y Bergmark, 1987).

Similares resultados fueron encontrados a nivel local por Cerioni *et al*. (2012), quienes observaron un aumento en el número de frutos maduros por superficie y una disminución concomitante de los frutos inmaduros (Figura 9). Este menor grado de inmadurez encontrado en las densidades altas (9, 12 y 17 pl m^{-1}) se relaciona con un acortamiento de la longitud de las ramas y un menor número de nudos reproductivos que concentran la floración y el crecimiento de los frutos en la base de la planta (Kvien y Bergmark, 1987). Esta respuesta fisiológica de reducción del crecimiento de las ramas ha sido ampliamente descripta en otros cultivos de hábito de crecimiento indeterminado, similar a maní. En soja, por ejemplo, se ha observado que las altas densidades producen una disminución del peso y longitud de las ramificaciones por efecto de cambios en la relación rojo/rojo lejano (Vega y Andrade, 2000).

Al respecto Bell *et al.* (1987) sugieren que los aumentos de rendimiento en modelos de siembra más compactos y de mayor densidad, son explicados por cambios en la partición de fotoasimilados caracterizados por una menor asignación de éstos a las ramificaciones.

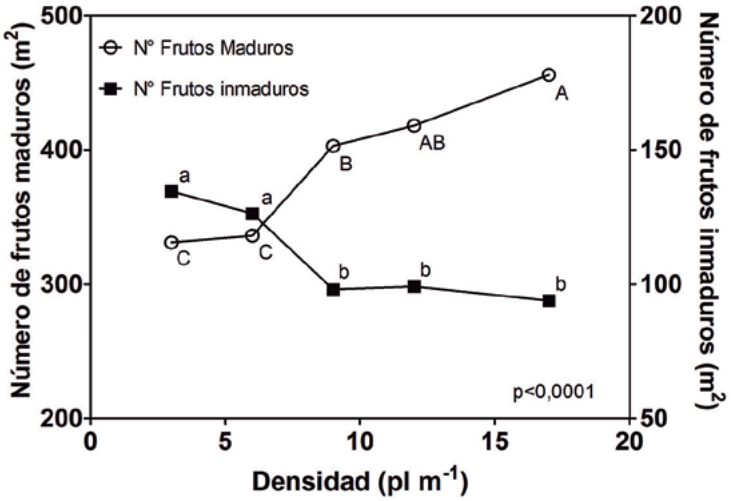


Figura 9. *Número de frutos maduros e inmaduros m^{-2} en función del número de plantas por metro lineal. Letras mayúsculas (frutos maduros) y minúsculas (frutos inmaduros) distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Duncan (p<0,05). Fuente: Cerioni et al. (2012)*

Asociado a estos cambios en el grado de indeterminación del cultivo y de madurez de los frutos causados por variaciones en la densidad de plantas, se producen cambios en la granometría de los granos (Kvien y Bergmark, 1987; Cerioni *et al*., 2012). Al respecto, algunos autores han observado un incremento de los granos extra grandes (Yoder, 2003); mientras que otros no han constatado cambios en el tamaño como así tampoco en la proporción de granos maduros (Lanier, 2004).

En la figura 10 se observa la distribución porcentual en peso de los tamaños granométricos de los granos y el rendimiento confitería para distintas densidades de plantas a cosecha (Cerioni *et al.*, 2012). Estos autores señalan que las modificaciones de estos parámetros de calidad comercial fueron debidas a la inmadurez de los frutos asociada a las estructuras de cultivo con bajas densidades. Las densidades altas (17 y 12 pl m^{-1}) tuvieron significativamente mayor proporción en peso de granos en los tamaños granométricos 8 y 9 mm respecto a las bajas densidades (3 y 6 pl m^{-1}), en las que la respuesta fue inversa con mayor proporción de granos pequeños (7; 6,5; 6 y <6 mm). En la zaranda de 7,5 mm todos los tratamientos tuvieron un porcentaje similar.

En otras experiencias, no se observó ese efecto (Giayetto *et al*., 1994) e, inclusive, se produjo un efecto inverso (Cassini *et al*., 1999), posiblemente debido a que el rango de densidades en esta experiencia fue más estrecho que las evaluadas en los trabajos citados anteriormente.

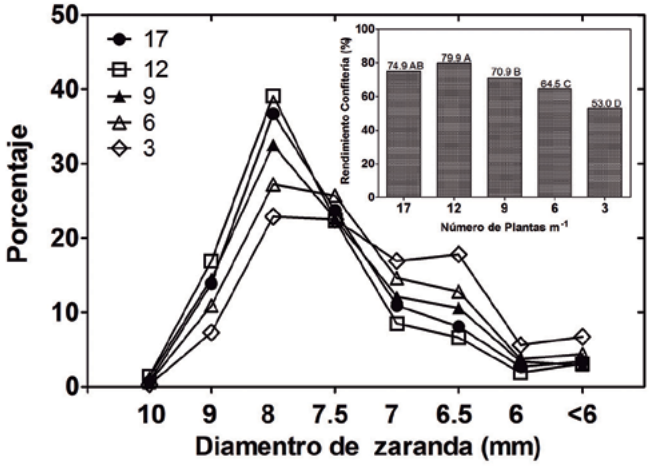


Figura 10. *Distribución porcentual de los granos de maní según el diámetro de las zarandas de tajo (en mm) y rendimiento confitería en función del número de plantas por metro lineal de surco. Fuente: Cerioni et al. (2012)*

Considerando el manejo poscosecha y la comercialización de maní, no se han observado efectos de los diseños (Giayetto *et al*., 2005) y densidad de siembra (Tarimo y Blarney, 1999) sobre la relación grano/caja, aunque Cerioni *et al*. (2012) encontraron que esta relación fue significativamente menor en las densidades bajas (3 y 6 pl m^{-1}) y mayor en las altas (9, 12 y 17 pl m^{-1}) como consecuencia de la menor inmadurez de los frutos en éstas últimas. Nakagawa *et al*. (2000) reportaron resultados similares.

Además del efecto sobre el rendimiento, las siembras en hileras apareadas (0,18 x 0,91 m y 0,18 x 0,46 m), comparativamente con la siembra tradicional en EE.UU. (hileras a 0,91 m), reducen la presencia del virus TSWV y mejoran el control de malezas, independientemente del tratamiento pre y post emergencia, por la cobertura rápida del entresurco (Lanier, 2004). Esta influencia sobre el desarrollo de las malezas, reduce los costos de control (por la disminución de las aplicaciones y/o de las dosis de herbicidas) y disminuye también los daños producidos por algunos herbicidas sobre la

planta cuando se utilizan dosis altas aunque existen diferencias entre genotipos (Willingham, 2004). La cobertura total del suelo por el cultivo, dependiente de la densidad y modelo de siembra, inhibe la germinación de semillas de malezas y reduce la necesidad de control. Un cierre temprano del canopeo limita el crecimiento de las malezas y reduce la competencia entre éstas y el cultivo, especialmente por los nutrientes y el agua del suelo (Konlan, 2010).

Muchos de los cultivares disponibles en el mercado alcanzan gran desarrollo aéreo en condiciones de alta disponibilidad hídrica (riego), y en ambientes con presencia de inóculos de *Sclerotium rolfsii* y/o *Sclerotinia sclerotiorum* en el suelo, la mayor densidad de plantas puede tener un efecto negativo sobre el rendimiento (Sholar *et al*., 1995; March *et al.,* 1998) *(ver Capítulo 14)*. Estos mismos resultados son reportados en EE.UU. cuando se adopta el modelo de siembra de surcos apareados (Nuti *et al*., 2008). Al respecto, actualmente se han desarrollado nuevos cultivares de ciclos más cortos y porte más erecto que presentan una marcada tolerancia a tizón causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Soave *et al*., 2008).

Bibliografía citada

Bell, M.J., Muchow, R.C., and G.L. Wilson. 1987. The effect of plant population on peanuts (*Arachis hypogaea*) in a monsoonal tropical environment. *Field Crops Research*, 17(2), 91-107.

Boote, K.J.; J.R. Stansell; A.M. Schubert and J.F. Stone. 1982. Irrigation, water use and water relations. In: Pattee, H.E. y C.T. Young. *Peanut Science and Technology*. APRES. Stillwater - OK, EE.UU. Cap. 7 p: 164-205.

Cahaner, A. and A. Ashiri.1974.Vegetative and reproductive development of Virginia-type peanut varieties in different stand densities.*Crop Sci*. 14: 412-416.

Casini, C. y M. Sagadín. 1998. Estudio del efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del maní. XIII *Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera (Córdoba). p: 42-44.

Casini, C., Haro R. y R. Rolando. 1999. Efecto de la densidad de siembra sobre la calidad y el rendimiento del maní: tres años de experiencia. XIV *Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera (Córdoba.). p: 35-36.

Casini, C., Rolando R., Haro R. y M.R. Yacci. 2008. Efecto de la densidad de siembra, sobre el rendimiento y la calidad del maní (*Arachis hypogaea* L.) apto para alimento humano. *IDIA XXI Cultivos Industriales*. 10: 95-98.

Cerioni, G.A., Morla F.D., Kearney M.I.T., Della Mea D.O., Fernandez, E.L., Giayetto O., Rosso M.B. y E.M. Fernandez. 2012. Disminución de la densidad de plantas en el cultivo de maní ¿cuál es el límite? *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*. 3: 211 - 216.

Della Mea, D. O. 2010. Densidad de plantas establecidas en maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre la biomasa y la calidad comercial. Tesis de Grado. FAV-UNRC, 27p.

Gardner, F.P. and E.O. Auma. 1989. Canopy structure, light interception, and yield and market quality of peanut genotypes as influenced by planting pattern and planting date. *Field Crops Res*. 20: 13-29.

Giayetto, O.; W.E. Asnal; G.A. Cerioni y C.A. Demo. 1993. Respuesta del maní a diferentes modelos de siembra en la región de Río Cuarto (Córdoba). *VIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba. p: 20-21.

Giayetto, O.; W.E. Asnal y G.A. Cerioni. 1994. Respuesta del maní a diferentes modelos de siembra en la región de Río Cuarto (Córdoba) ciclo 1993/94. *IX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba. p: 26 - 27.

Giayetto, O.; W.E. Asnal y G.A. Cerioni. 1995a. Respuesta del Maní (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes modelos de siembra en Córdoba, Argentina. I Congreso Nacional de Soja y II Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino (Bs As), Tomo II: 46-53.

Giayetto, O.; W.E. Asnal; G.A. Cerioni y M.S. Amín. 1995b. Respuesta del maní (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes modelos de siembra en la región centro - sur de Córdoba. X Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera, Córdoba. p: 6 - 7.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni and W.E. Asnal. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production and peanut pod yield. *Peanut Sci*. 25: 86-92.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni and S.A. Amín. 2003. Use of asymptotic model to obtain optimum plant density in peanut *(Arachis hypogaea* L.*). J. Peanut Sci.* (China). 32(1): 1-6.

Giayetto, O; G.A. Cerioni and M.S. Amín. 2005. Water use, growth and pod yield of two peanut cultivars under different interrow spacings. *J. Peanut Sci.* (China). 34(2): 5-13.

Giri, G. y G. Saran. 1985. Response of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) varieties to plant densities under semi-arid conditions. *Indian J. Agron*. 31(3): 264-268.

Haro R.J., I. Biasuzzi, D. Aguero y J.J. Baldessari. 2014. Distanciamiento entre hileras de plantas de maní: efectos sobre la producción de biomasa y su partición, y el rendimiento. *XXIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera. Córdoba. p: 12-13.

Howlader S.H., Bashar H.M.K., Islam M.S., Mamun M.H. and Jahan S.M.H. 2009. Effect of Plant Spacings on the Yield and Yield Attributes of Groundnut. *Int. J. Sustain. Crop Prod*. 4(1):41-44.

Jaaffar, Z. and F.P. Gardner.1988. Canopy development, yield, and market quality in peanut as affected by genotypes and planting pattern. *Crop Sci*. 28(2): 299-305.

Konlan, S. 2010. *Groundnut Varietal Response to Spacing in the Guinea Savannah and Forest zones of Ghana*. PhD Thesis. Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Renewable Natural Resources, Kwame Nkrumah University of Science and Technology. Kumasi, Ghana. 155p.

Krapovickas, A. y W.C. Gregory. 1994. Taxonomía del género *Arachis* (*Leguminosae*). *Bonplandia*. VIII (1-4): 1-186.

Kvien, C.S. and C.L. Bergmark. 1987. Growth and development of the Florunner peanut cultivar as influenced by population, planting date and water availability. *Peanut Sci*. 14(1): 11-16.

Lanier, J.E. 2004. *Peanut (Arachis hypogaea* L.*) response to cultural practices related to planting pattern, irrigation, and fertility.* Tesis. North Caroline State University. Raleigh - NC, EE.UU. 118 p.

March, G.J.; A. Marinelli; C. Cassini; A. Rago y S. Pastor. 1998. Incidencia del tizón del maní (*Sclerotinia sclerotiorum*) según forma de infección y densidad de siembra. *XIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba. p: 12 y 14.

Morla F.D., O. Giayetto, E.M. Fernandez, G.A. Cerioni, M.I. Kearney y C. Cerliani. 2014. Respuesta del rendimiento de maní a la densidad de plantas en la zona manisera de Córdoba. *XXIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba, p: 14-16.

Mozingo, R.W. and F.S. Wright. 1994. Diamond-shaped seeding of six peanut cultivars. *Peanut Sci.* 21(1): 5-9.

Nakagawa, J.; D. de Campos Lasca; G. de Souza Neves; J.P. de Souza Neves; M. Nunes da Silva; S. Veraguas Sanches; V. Barbosa; e C.A.V. Rossetto. 2000. Densidade de plantas e produção de amendoim. *Sci. Agric*. 57(1): 67-73.

Nuti, R.C., Faircloth, W.H., Lamb, M.C., Sorensen, R.B., Davidson, J.I. and T. B. Brenneman. 2008. Disease management and variable planting patterns in peanut. *Peanut science*, 35(1): 11-17.

Pedelini, R., R.C. Díaz y J. Viale. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) cv. "Florunner" en la provincia de Córdoba. *Revista Agronómica de Manfredi*. II (1): 51:54.

Pedelini, R. 1998. Densidad de siembra de maní tipo runner. En: Pedellini, R. y C. Cassini. *Manual de Maní 3º edición*. INTA EEA Manfredi. p: 12-13.

Salvay, E. E. 2009. Modelo de siembra cuadrangular versus modelo convencional en Maní (*Arachis hypogaea*). Tesis de Grado. FAV-UNRC, 33p.

Sholar, J.R., R.W. Mozingo and J.P. Beasley, Jr. 1995. Peanut cultural practices. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. 1995. *Advances in Peanut Science*. APRES. Stillwater - OK, EE.UU. Cap. 10 p: 354-418.

Soave, J.H., Oddino, C., Bianco, C., Soave, S., Moresi, A., y M.J. Buteler. 2008. PRONTO [AO] nueva variedad de maní alto oleico de ciclo corto tolerante a tizón (*Sclerotinia sclerotiorum*). *XXIII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba.

Suprapto A., Sugito Y., Sitompul and S.M., Sudaryono. 2013. Study of Growth, Yield and Radiation Energy Conversion Efficiency on Varieties and Different Plant Population of Peanut. *Procedia Environmental Sciences,* 17:37-45.

Tarimo J.P. and F. P. Blarney. 1999. Effects of plant population density and cultivar on growth, yield and yield components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *South African Journal of Plant and Soil*, 16:2, 74-78.

Vega, C.R. y F.H. Andrade. 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En: F.H. Andrade y V.O. Sadras (eds). Bases para el manejo del maíz, girasol y la soja. EEA INTA Balcarce-Facultad de Ciencias Agrarias UNMP. p: 97-133.

Willingham, S.D. 2004. Reduce herbicide inputs for weed management in Florida peanut *(Arachis hypogaea* L.*) production*. Tesis. University of Florida 111 p.

Wright, G.C.; K.T. Hubick and G.D. Farquhar. 1991. Physiological analysis of peanut cultivar response to timing and duration of drought stress. *Australian J. Agric. Res*. 42: 453-470.

Wright, G.C.; R.C. Nageswara Rao and G.D. Farquhar. 1994. Peanut cultivar variation in water use efficiency and carbon isotope discrimination under drought conditions in the field. *Crop Sci*. 34: 92-97.

Yayok, J.Y. 1979. Effects of varieties and spacing on growth, development and dry matter distribution in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) at two locations in Nigeria. *Expl. Agric*. 15: 339-351.

Yoder, D.C. 2003. Lead management and economic returns in peanut *(Arachis hypogaea L.)* under different row patterns and tillage regimes.Tesis.University of Florida 73p.

Capítulo 12. Madurez de arrancado

Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Federico D. Morla y Guillermo A. Cerioni

Definición y métodos para su determinación

La definición del momento de arrancado del maní es una práctica de manejo muy importante porque se relaciona estrechamente con la cantidad (rendimiento) y la calidad del producto cosechado. Esta última, hace referencia tanto al destino del grano para la industria de maní apto para consumo humano (confitería) como aquél que se reserva para semilla de la campaña siguiente.

Se trata de una decisión compleja que integra varios factores. Entre ellos, el hábito de crecimiento indeterminado, característico de este cultivo, que al momento de la cosecha, hace que la planta tenga frutos con diferente grado de madurez; heterogeneidad que depende del genotipo (mayor en cultivares de tipo Virginia por la disposición alternada de sus yemas reproductivas y el grado de ramificación que alcanza, hasta *n*+3). Como un aspecto particular de la producción de maní en la provincia de Córdoba, cabe mencionar que la mayoría de los cultivares disponibles en el mercado local tienen una longitud de ciclo que ocupa gran parte de la estación de crecimiento que ofrece esta región *(ver capítulo 3)* y que, en general, alcanzan la madurez de arrancado entre mediados de abril y comienzos de mayo. Esta particularidad, obliga a considerar, de un modo especial, las condiciones meteorológicas concurrentes y la cantidad de maquinaria (arrancadoras disponibles) requerida para realizar la faena.

Una situación relativamente frecuente es la posible exposición del cultivo a heladas tempranas. En Río Cuarto, la fecha media de primera helada es el 25/05 ± 14,3 días y la fecha extrema es el 29/04 (Seiler *et al.,* 1995), aunque generalmente ocurren heladas agronómicas (a nivel de suelo) antes de esa fecha como lo indican algunos registros del mes de marzo (Cerioni, 2003). La ocurrencia de estos eventos meteorológicos, generalmente condicionan un adelanto de la operación de arrancado para evitar pérdidas debidas al desprendimiento de los frutos, por debilitamiento de los ginóforos, y de otras posibles dificultades operativas por la reducción de la turgencia de los órganos aéreos de la planta e incluso la pérdida de hojas, que puede complicar el proceso de invertido de la planta.

En condiciones de cultivo a campo, el principal indicador para determinar el momento de arrancado, es la proporción de frutos maduros por planta, *i.e.* aquéllos frutos que hayan alcanzado la madurez fisiológica, para cuya determinación existen diferentes métodos. Uno de ellos es la apertura de la vaina, para permitir la observación interna del fruto (mesocarpo luego de la reabsorción del endocarpo) que experimenta un cambio de color del blanco homogéneo (fruto inmaduro) a manchas castañas o marrones (fruto maduro); además, los granos presentan el color del tegumento característico del cultivar. El otro método es el raspado superficial de la vaina y remoción del pericarpo, cuyo principio es similar al anterior (observación de la coloración del mesocarpo), pero en este caso localizada cerca del rostro de la legumbre (Pedellini*,* 1998).

El método de "raspado de caja" fue desarrollado por Williams y Drexler (1981) y, actualmente, es el más aceptado para determinar el grado y la proporción de madurez de los frutos de maní. Las diferentes "clases" de madurez se basan en los cambios de coloración y estructura del mesocarpo del fruto, y requieren la remoción del pericarpo de la caja de maní y su clasificación en clases específicas de color: (i) blanco: frutos no desarrollados; (ii) amarillo 1 y (iii) amarillo 2: frutos inmaduros de tamaño final; (iv) naranja: frutos a comienzo de madurez; (v) marrón: frutos maduros; y (vi) negro: frutos maduros a sobre-maduros. Esta clasificación permite calcular, según la proporción de frutos en cada categoría de madurez, la proyección de la fecha óptima de cosecha en aquellos ambientes donde esta metodología fue desarrollada.

Las limitaciones de la técnica han sido ampliamente documentadas en la literatura (Tollner *et al*., 1998; Shahin *et al*., 2000; Carley *et al*., 2008; Rowland *et al*., 2006; Rowland *et al*., 2008; Jordan, 2013), e incluyen: (1) la evaluación subjetiva y el juicio del observador en la separación de las categorías por color; (2) el tiempo y trabajo requeridos para eliminar el pericarpio (exocarpo); (3) el tiempo y el trabajo para clasificar las vainas en la pizarra del perfil de madurez; y (4) que el método puede ser o no aplicable a los cultivares de maduración tardía, como ocurre con cultivares tipo Virginia en EE.UU. y los cultivares tipo runner en las condiciones locales de cultivo. Es por esto, que una nueva versión de la pizarra del perfil de madurez del maní fue desarrollada para el maní tipo Virginia (Jordan, 2013). Recientemente se ha desarrollado un método basado en el análisis digital de imágenes de los frutos DIM (Digital Image Model) que sirve de soporte a la posible subjetividad de la clasificación visual de los frutos (Colvin *et al*., 2014).

Existen, además otros métodos de determinación de madurez referenciados en la literatura: la relación grano/caja (Pattee *et al*., 1977), el porcentaje de frutos llenos (percent pod-fill) (Hinds *et al*., 1992), el contenido de arginina o índice AMI (Arginine maturity index) (Fincher *et al*., 1980), extracción de metanol o índice ME (metanol extract) (Sanders *et al*., 1980), concentración total y composición relativa de compuestos flavonoides (Daigle *et al*., 1988), entre otros.

Recientemente, se han desarrollado nuevas técnicas para la determinación de la madurez y la definición del momento óptimo de arrancado como la espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) en frutos (Windham *et al*., 2010), o la teledetección como el índice verde NDVI y el índice verde normalizado GNDVI (Rowland *et al*, 2008; Carley *et al*, 2008), cuyos autores destacan la potencialidad de la utilización de índices espectrales obtenidos por teledetección como predictores de la madurez del cultivo.

Para las condiciones locales, y antes de realizar el arrancado, se recomienda efectuar observaciones de frutos con granos maduros en tres sectores del lote (aproximadamente 200 frutos) y considerar la proporción de maduros según el tipo botánico y condiciones de crecimiento del cultivo, incluida la fecha de siembra (Cuadro 1) (Bragachini y Peretti, 2006).

Cuadro 1. *Umbrales de madurez (proporción de frutos maduros) para iniciar la operación de arrancado según el tipo botánico (y cultivar), y la condición ambiental*

Tipo Botánico (cultivar)	Condición ambiental y fecha de siembra	Proporción de frutos maduros (%)
Valencia y Español (*Colorado Irradiado y Manfredi 68*)	Todas	65 a 70
Virginia runner (*Florman INTA y Florunner*)	Favorables	40 a 50
	Desfavorables	10 a 30

Corresponde aclarar aquí que los valores de proporción de frutos maduros sugeridos (Cuadro 1) son inferiores a los indicados en la clave fenológica del maní desarrollada por Boote (1982), quién señala 75% de frutos maduros para definir la etapa R8 (madurez de arrancado) en los cultivares tipo runner (cv. Florunner). Esta diferencia se debe a la condición de temperatura subóptima de la región manisera de Córdoba, que extiende la duración del ciclo del cultivo, posiciona las etapas de formación y llenado de los frutos en condiciones de radiación y temperatura en disminución (fines de marzo y abril), y aumenta el grado de indeterminación. Esta limitante ambiental, impide alcanzar una proporción de frutos maduros como la indicada por Boote (1982), de allí que las recomendaciones locales estén basadas en umbrales menores. Al respecto, Awal e Ikeda (2003) hallaron que la temperatura óptima para un desarrollo normal de frutos es de 27–32 °C, condición que no se presenta en esta región.

Según Sanders *et al.* (1995), algunos factores contribuyen a que los frutos no alcancen la coloración marrón, como por ejemplo estrés hídricos severos, temperaturas bajas que retrasan la maduración o temperaturas nocturnas ≤10ºC con las que llega virtualmente a la maduración pero el fruto no alcanza a cambiar el color. Estas condiciones ambientales son frecuentes en la región productora de maní de Córdoba, siendo posible encontrar al momento de arrancado, un porcentaje bajo de frutos con coloración marrón, aunque los granos hayan alcanzado la madurez fisiológica.

Otro indicador práctico empleado para determinar el momento de arrancado, es el número de días desde la siembra, que está relacionado con la acumulación de grados días (Sholar *et al.*, 1995). Localmente, puede no resultar muy preciso debido a la ocurrencia de estrés hídrico durante el ciclo del cultivo que provoca cambios fenológicos traducidos en atraso del desarrollo de los frutos *(ver capítulo 5)*; a siembras tardías y/o la utilización de cultivares de ciclos muy largos para esta condición ambiental. Por ejemplo, localmente se ha constatado que los cultivares tipo runner sembrados entre fines de octubre y comienzos de noviembre, alcanzan la madurez entre 150 y 167 días; mientras que los tipo Valencia cumplen su ciclo entre 120 y 130 días, dependiendo de la condición hídrica (Giayetto *et al.*, 1998; Giayetto *et al.*, 2003); pero que en siembras tardías (diciembre) los cultivares tipo runner pueden ver interrumpido su ciclo por efecto de heladas tempranas (Cholaky *et al.*, 1998; Morla *et al.,* 2013).

Rowland *et al*. (2006) demostraron que diferentes modelos de acumulación de tiempo térmico o grados día podrían ser exitosamente utilizados para predecir la madurez de diferentes cultivares de maní en las condiciones de producción del sureste de los EE.UU. Sin embargo, la posibilidad de emplearlos en la región manisera de Córdoba, depende de la disposición de datos meteorológicos regionales.

En el momento de arrancado, el contenido de humedad de los frutos varía entre 30 y 50%, dependiendo principalmente de la condición hídrica del suelo. Para proceder con la segunda etapa de la faena de cosecha (descapotado), la humedad de los frutos debe reducirse al 18-22% cuando se prevé emplear máquinas descapotadoras multicilíndricas de dientes flexibles, y al 13-14% si se usan máquinas descapotadoras monocilíndricas de dientes rígidos. Esa disminución de la humedad del fruto debería producirse en el menor tiempo posible y de forma homogénea; por eso el invertido de las plantas en la andana, como resultado del proceso de arrancado-invertido, debe superar el 85% (Bragachini y Peretti, 2006). La calidad de la operación de invertido de las plantas, es afectada por las condiciones generales del cultivo predominantes al finalizar el ciclo del mismo, la presencia de enfermedades *(ver Capítulo 14)*, la cantidad y tipo de malezas presentes en el lote (Bragachini, 1998) y la eficiencia de la propia labor de arrancado (Bragachini y Peretti, 2006).

Además de lo mencionado, la determinación adecuada del momento de madurez y definición de la operación de arrancado es una decisión de manejo importante porque afecta directamente el retorno neto por superficie (Sholar *et al.*, 1995). Según Bragachini y Peretti (2006) en Argentina se pierden ~434 kg ha^{-1} de frutos por deficiencia en los sistemas de arrancado y recolección, pudiendo producirse también pérdidas por merma de la calidad, que sólo son detectadas varios meses después de la cosecha y afectan la confiabilidad del producto exportado o consumido internamente.

Wright y Porter (1991), constataron que anticipar la fecha de arrancado es más perjudicial que su atraso, siendo las pérdidas del rendimiento y de la calidad comercial del producto (granometría) de 15-21% en fecha anticipada y de 5-6% con el arrancado posterior a la fecha adecuada. Para las condiciones de cultivo de EE.UU. se ha descripto que el maní puede aumentar el rendimiento de frutos entre 300 y 500 kg ha^{-1} y uno a dos puntos el rendimiento confitería durante el período de 10-14 días anteriores al momento óptimo de arrancado (Jordan*,* 2013); coincidiendo con Bragachini y Peretti (2006), quienes indican que durante los 10 días previos al momento óptimo de madurez, el maní puede incrementar de 300 a 500 kg ha^{-1} de vainas, de 2 a 3% la relación grano/vaina y de 4 a 5% la proporción de maní apto para selección. Recientemente, Gamba *et al*., (2013), reportaron aumentos entre 415-907 kg ha^{-1} (10-25,5%), cuando el retraso en la fecha de arrancado fue de 10 y 20 días para condiciones locales de producción.

En la provincia de Córdoba, también se han observado efectos del momento de arrancado sobre el rendimiento y la calidad del producto, evaluada a través de la proporción de granos grandes (retenidos en zarandas de 10 y 9 mm), la relación oleico/linoleico (O/L) del aceite y el índice de iodo (II) (Giandana *et al.*, 1993; Giandana *et al.,* 1994).

Según Bragachini y Peretti (2006), la reducción del rendimiento puede deberse a las pérdidas asociadas con demoras en el arrancado, presencia de enfermedades que afectan la eficiencia de la faena de arrancado y favorecen la caída de las vainas, desprendimiento de frutos durante el curado (secado) en la hilera, y disponibilidad y adecuada regulación de la maquinaria para el arrancado y descapotado.

La necesidad de conocer la proporción de frutos maduros al momento del arrancado, se debe, entre otras razones, a que los granos que no completan su desarrollo tienen diferente composición y humedad respecto de los maduros, lo que puede alterar el sabor y color después del procesado (Chiou *et al*., 1992) y porque, además, se deterioran más rápidamente. Aunque en los lotes de maní siempre existen mezclas, debido a los diferentes grados de madurez de los frutos al momento de la cosecha (inclusive dentro de los mismos tamaños de grano), la alta proporción de granos inmaduros deprecia el valor comercial del lote (Sanders *et al*., 1995).

La madurez afecta el sabor, la granometría, calidad industrial, y la vida útil del producto. No sólo los granos maduros tienen las características de calidad que los consumidores desean, sino que también tienen más valor para el productor.

La calidad del producto también puede ser afectada por las condiciones ambientales durante la permanencia del maní en la andana antes de ser recolectado (descapotado). Por ejemplo, la alta humedad relativa y/o lluvias frecuentes durante ese período (Fernandez *et al.*, 1997) incrementan el tiempo de secado y reducen la tasa de pérdida de agua de los granos. En esas condiciones, se mantiene alto el contenido de humedad de los mismos por un periodo prolongado favoreciendo su deterioro (Sanders *et al.*, 1995) y la posible contaminación con aflatoxina *(para más detalles ver capítulo 18)*.

También, la permanencia prolongada en el campo aumenta las pérdidas de cosecha debido el desprendimiento de los frutos (Fernández, 1996). Otro factor que puede afectar el rendimiento es la temperatura, tanto altas (Sanders *et al.*, 1990) como bajas (heladas). En las condiciones de cultivo (ambientales y de genotipos de ciclo relativamente largo) predominantes en la región manisera de Córdoba, es posible que al momento de arrancado o durante el curado se produzcan heladas. Si éstas se producen inmediatamente después del arrancado, cuando los granos tienen alto porcentaje de humedad (30-40%); es decir, cuando los granos están perdiendo agua libre, se pueden producir daños a nivel de las membranas celulares que se expresan en la pérdida de solutos del contenido celular (Kvien, 1995). Los granos pierden el aspecto brillante característico del tejido sano y se tornan opacos y “gomosos”, características que pueden ser detectadas en las plantas de comercialización, siendo motivo de rechazo de la mercadería, pues los granos deteriorados (helados) no pueden destinarse para el consumo directo. También se producen cambios en el sistema enzimático incrementando la concentración de alcohol y etanol pudiendo causar cambios en el sabor (Kvien, 1995). Estos efectos no sólo se visualizan en granos con alto contenido de humedad sino también en los de menor tamaño y en los inmaduros (Singleton y Pattee, 1992).

Otro aspecto asociado con la faena de recolección del maní que debe ser considerado, es la presencia de malezas que afectan la eficiencia del proceso de arrancado, reducen la tasa de pérdida de humedad del fruto durante el curado con los daños consecuentes sobre la calidad y el aumento de las pérdidas de frutos. Entre las malezas consideradas más perjudiciales se mencionan gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), eleusine (*Eleusine indica* (L.) Gaerth), sorgo de alepo (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) y malva (*Anoda cristata* (L.) Schltdl.) (Bragachini y Peretti, 2006).

Considerando el destino final del maní, consumo humano directo, es importante que los granos estén libres de toxinas y daños mecánicos, y que permanezcan con su protección natural (caja) antes de ser procesados. Es por eso que en la comercialización se penaliza cualquiera de estos defectos. La permanencia de los granos con altos tenores de humedad, tanto en la hilera como durante el almacenamiento, favorece el desarrollo de hongos (*Aspergillus* spp, *Penicillum* spp, *Rhizopus* spp, entre otros) y la contaminación con Aflatoxina (Fernandez *et al.*, 1997; Fernandez *et al.*, 2000). Los daños mecánicos y la presencia de granos sueltos son el resultado de la agresividad de funcionamiento de las máquinas de arrancado y/o descapotado debida a su incorrecta regulación (Bragachini y Peretti, 2006).

La calidad del producto a comercializar está definida, además, por la presencia de tierra y materiales extraños, que son influenciados por la humedad del suelo en el momento del arrancado, la regulación de la arrancadora, la uniformidad en el contenido de humedad de las plantas y los frutos, y por la eficiencia del descapotado, entre otros factores (Bragachini y Peretti, 2006).

Realizar el arrancado anticipado (antes de tener una alta proporción de frutos maduros) puede ser una estrategia en aquellos lotes que presentan infestaciones severas de enfermedades *(ver capítulo 14);* pues si se prolonga la permanencia del cultivo en esas condiciones, se afectará el proceso de arrancado o la sobrevivencia de las plantas y la consecuente pérdida del lote. Por ejemplo, Sholar y Jackson (1990) encontraron que en lotes con presencia de *Sclerotium rolfsii*, tanto en los cultivares tipo runner como en los tipo Español, los rendimientos eran mayores cuando se adelantaba el arrancado que si se esperaba alcanzar un mayor porcentaje de madurez.

Los métodos y estimadores de la madurez del cultivo de maní descriptos en este capítulo deben ser utilizados como una guía para determinar el momento de arrancado. Se recomienda, además, evaluar otros factores que también influyen en la decisión operativa:

Resistencia del clavo: ésta puede disminuir por sobre-maduración de los frutos, efecto de heladas o a causa del ataque de enfermedades del rizoplano como tizón o podredumbre *(ver capítulo 14)* y provocar desprendimiento de los frutos durante las labores.

Presión de enfermedades: en situaciones en que la presión de enfermedades no haga posible su control, se puede adelantar el arrancado del cultivo con fines de evitar pérdidas mayores por debilitamiento de clavos y ramas, o pérdida de hojas que provoca dificultades con el invertido y posterior secado de los frutos.

Condiciones meteorológicas: tener en cuenta el pronóstico de temporales de lloviznas o de ocurrencia de heladas.

Condiciones del suelo: tener en cuenta condiciones de humedad tanto por defecto (sequía) como por exceso.

Superficie a cosechar: cuando la superficie cultivada sea muy extensa, puede resultar conveniente adelantar la faena de arrancado en algunos lotes, teniendo en consideración la capacidad operativa de los equipos disponibles.

Finalmente, la metodología dedeterminación y análisis de pérdidas y regulación de la maquinaria (arrancadoras y descapotadoras) empleada en la faena de recolección del maní, se pueden consultar en Bragachini y Peretti (2006).

Bibliografía citada

Awal, M.A., and Ikeda, T. 2003. Controlling canopy formation, flowering, and yield in field-grown stands of peanut (*Arachis hypogaea* L.) with ambient and regulated soil temperature. *Field crops research*, 81(2), 121-132.

Boote, K. J. 1982. Growth Stages of Peanut (*Arachis hypogaea* L.) 1. *Peanut Science*, *9*(1), 35-40.

Bragachini, M. 1998. Arrancado. En: Pedellini, R. y C. Casini. *Manual de maní 3º edición*. INTA EEA Manfredi. p: 46-59.

Bragachini, M. y J. Peiretti. 2006. Eficiencia de cosecha de maní. INTA. PRECOP. Actualización Técnica Nº 28 p. 1-19.

Carley, D.S., D.L. Jordan, L.C. Dharmasri, T.B. Sutton, R.L. Brandenburg and M.G. Burton. 2008. Peanut response to planting date and potential of canopy reflectance as an indicator of pod maturity. *Agron. J.* 100(2): 376-380.

Cerioni., G.A. 2003. Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (*Arachis hypogaea* L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis MSc. FAV-UNRC. Río Cuarto - Córdoba 95 p.

Chiou, R.Y.-Y.; S. Ferng y Y.-F. Liu. 1992. Comparison of sound and shrivelled peanut kernels from sized commercial lots. *J. Food Sci.* 57: 1852-1856.

Cholaky, L.; O. Giayetto; E.M. Fernandez y W.E. Asnal. 1998. Análisis del crecimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) tipos Valencia, Español y Virginia. *Rev. UNRC.* 18(1): 5-23.

Colvin, B.C., Rowland, D. L., Ferrell, J. A., and Faircloth, W. H. 2014. Development of a Digital Analysis System to Evaluate Peanut Maturity. *Peanut Science*, *41*(1), 8-16.

Daigle, D.J., E.J. Conkerton, T.H. Sanders, and A.C. Mixon. 1988. Peanut hull flavonoids: their relationship with peanut maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.36 (6), 1179-1181.

Fernandez, E.M. 1996. Produtividade e qualidade de amendoim *(Arachis hypogaea* L.*)* em função da calagem e do método de secagem. Tesis. FCA-Campus de Botucatu-UNESP. Botucatu-SP, Brasil. 123 p.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem; A.C. Maringoni y D.M.T. Oliveira. 1997. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. *Field Crop Res.* 52: 9-15.

Fernandez, E.M.; C.A. Rosolem y D.M.T. Oliveira. 2000. Peanut seed teguments are affected by liming and drying method. *Seed Sci. Technol.* 27: 185-192.

Fincher, P.G., C.T. Young, J.C. Wynne, and A. Perry. 1980. Adaptability of the arginine maturity index method to Virginia type peanuts in North Carolina. *Peanut Sci.* 7:83-87.

Gamba, J.M., A.V. Chiavazza, J.H. Priotti, S.I. Rosso y S.A. Morichetti. 2013. Efecto de la fecha de arrancado sobre el rendimiento del maní. XXVIII Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera-Córdoba. 19/09/2003. Resúmenes, p: 16-18.

Giandana, E.; S. Castellano; R. Grosso y A. Lamarque. 1993. Efectos de la época de cosecha y el control de viruela (*Cercospora* spp) sobre los rendimientos cuanti y cualitativos. *8va Jornada Nacional de maní*. Gral Cabrera-Córdoba. 23/09/93. Resúmenes, p: 12.

Giandana, E.; R. Grosso; A. Lamarque y C. Guzmán. 1994. Efectos de tres fechas de cosecha sobre los rendimientos cuanti y cualitativos de maní cvs Florman INTA y Manfredi 393 INTA. *9naJornada Nacional de maní*. Gral Cabrera-Córdoba. 15/09/93. Actas, p.29.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni y W.E. Asnal. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production and peanut pod yield. *Peanut Sci.* 25: 86-92.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni y S. Amin 2003. Use of Asymptopic Model to Obtain Optimum Plant Density in Peanut. *J. Peanut Sci.* (China) 32 (1): 1-6.

Hinds, M.J., B. Singh, and J.C. Anderson. 1992. Determination of pod and crop maturity for peanuts using percent pod-fill. *Can. J. Plant Sci.* 72: 1057-1065

Jordan, D.L. 2013. Peanut production practices. En 2013 Peanut Information. Ser. AG-331. North Carolina Coop. Ext. Serv. Raleigh. p. 15–45.

Kvien, C. 1995. Physiology and environment. Disorders of peanut. En: Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanut Health Mangement*. EE.UU. APS Press. Cap. 6. p: 33-42.

Morla, F.D.; Cerioni G.A.; Cavigliasso M.D.; Giayetto O.; Fernandez E.M.; Kearney M.I.T. y Prack McCormick I. 2013. Fecha de siembra y temperatura del suelo, sobre la emergencia, rendimiento y calidad de maní. *XXVIII Jornada Nacional del Maní*. INTA - CIA Cabrera. Gral. Cabrera, Córdoba.

Pattee, H. E., Wynne, J. C., Young, J. H., and Cox, F. R. 1977. The Seed-Hull Weight Ratio as an Index of Peanut Maturity 1, 2. *Peanut Science*, *4*(2), 47-50.

Pedellini, R. 1998. Determinación del momento de arrancado. En: Pedellini, R. y C. Casini. *Manual de maní 3º edición*. INTA EEA Manfredi. p: 45-46.

Rowland, D.L., R.B. Sorensen, C.L. Butts, and W.H. Faircloth. 2006. Determination of maturity and degree-day indices and their success in predicting peanut maturity. *Peanut Sci*. 33(2): 125-126.

Rowland, D.L., Sorensen, R.B., Butts, C.L., Faircloth, W.H., and Sullivan, D.G. 2008. Canopy characteristics and their ability to predict peanut maturity. *Journal Information*, *35*(1).

Sanders, T.H., Williams, E.J., Schubert, A.M., and Pattee, H.E. 1980. Peanut maturity method evaluations. I. Southeast. *Peanut Science*, *7*(2), 78-82.

Sanders, T.H.; H.E. Pattee; J.R. Vercellotti y K.L. Bett. 1995. Advances in peanut flavor quality. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*. APRES.Stillwater-OK, EE.UU. Cap. 16 p: 528-553.

Sanders, T.H.; P.B. Blankenship; J.R. Vercellotti y K.L. Crippen. 1990. Interaction of curing temperature and inherent maturity distribution in descriptive flavour of commercial grade size of Florunner peanuts. *Peanut Sci.* 17: 85-89.

Seiler, R.A.; R.A. Fabricius; V.H. Rotondo y M.G. Vinocur. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto 1997/1993. Cátedra de agrometeorología. FAV–UNRC. V. l. 68 p.

Shahin, M.A., B.P. Verma, and E.W. Tollner. 2000. Fuzzy logic model for predicting peanut maturity. *Trans. ASAE* 43(2): 483-490.

Sholar, J.R. y K.E. Jackson. 1990. Cultivar and harvest date effects on peanut yield and Sclerotinia blight incidence. *Proceeding APRES* 22: 61.

Sholar, J.R.; R.W. Mozingo y J.P. Beasley Jr. 1995. Peanut cultural practices. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*. APRES.Stillwater-OK, EE.UU.Cap. 10. p: 354-382.

Singleton, J.A. y H.E. Patte. 1992. Maturity and storage effect freeze damage in peanuts. *J. Food Sci.* 57: 579-581.

Tollner, E. W., V. Boudolf, R. W. McMlendon, and Y. C. Hung. 1998. Predicting peanut maturity with magnetic resonance. *Trans. ASAE* 41(4): 1199-1205.

Williams, E.J. and J.S. Drexler. 1981. A non-destructive method for determining peanut pod maturity. *Peanut Sci*. 8:134-141.

Windham, W. R., C. V. K. Kandala, J. Sundaram and R. C. Nuti. 2010. Determination of peanut pod maturity by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Trans. ASAE* 53(2): 491-495.

Wright, F.S. y D.M. Porter. 1991. Digging date and conservational tillage influence on peanut yield in Virginia. *Peanut Sci.* 13: 89-92.

Capítulo 13. Buenas prácticas agrícolas para el cultivo de maní

Rodolfo G. Bongiovanni, Liliana G. Troilo y Ricardo Pedelini

Este capítulo describe los principales temas que interesan tanto al productor como al consumidor, y que hacen a las buenas prácticas agrícolas (BPA), desde la elección del lote, la cosecha y post-cosecha; hasta una introducción a las normas que regulan la actividad en el país. La información se acompaña de ejemplos e ilustraciones para facilitar al usuario (productor, profesional, etc.) la transformación de los contenidos en herramientas útiles para el proceso de mejora continua de sus actividades.

Buenas prácticas agrícolas. *Definiciones*

Según FAO (2004), consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sustentable de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procuran la viabilidad económica y la estabilidad social.

La palabra "sustentable o sostenible" se comenzó a usar para referirse a las tecnologías agrícolas e industriales que reducían o prevenían la degradación ambiental asociada con una actividad económica, pero en 1987 el Informe Brundtland, de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de Naciones Unidas (WCED, 1987), definió claramente el desarrollo sustentable como "…*el destinado a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades*", integrando los impactos ecológicos, sociales y económicos de cualquier tipo de desarrollo (Figura 1).

Figura 1. *La sustentabilidad y sus tres pilares: ecológico, social y económico*

Aplicando el concepto de sustentabilidad a la agricultura, la Sociedad Estadounidense de Agronomía define a la agricultura sustentable como la que, en el largo plazo, mejora la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales de los que depende la agricultura; satisface las necesidades básicas de alimentación humana y de fibras; es económicamente viable; y mejora la calidad de vida de los productores y de la sociedad en general (ASA, 1989).

En el marco de la agricultura sustentable, las BPA comprometen al productor a "hacer las cosas bien" y "dar garantías de ello". Son normas de aseguramiento de calidad, que se deben aplicar durante la producción primaria, procesamiento y transporte de productos agrícolas, para asegurar la inocuidad de los alimentos, proteger el ambiente y al personal que trabaja en el campo y en plantas procesadoras (Figura 2).

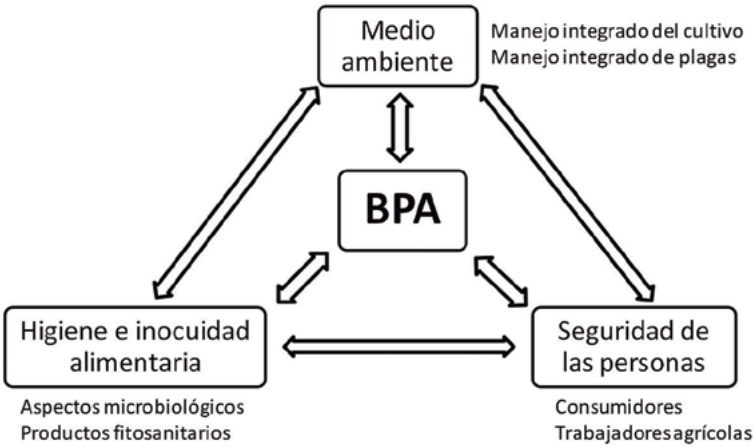


Figura 2. *Principios básicos de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)*

A pesar de que los principios básicos de las BPA son los mismos, hay una gran cantidad de estándares, normas y guías sobre las mismas, lo que puede resultar confuso. Sin embargo, es importante distinguir entre BPA (como guía agronómica para un buen cultivo) y protocolos BPA (estándares que organizan y codifican las prácticas que se deben observar durante el cultivo). En este último sentido, existen diferentes tipos de protocolos BPA, según los objetivos que se persigan y el punto de vista desde donde se lo analice (Poisot, 2005):

***Estándares genéricos*:** relacionados al *producto* (p.e., normas de la Organización Internacional para la Estandarización, ISO sobre atributos como gusto, nutracéutico, apariencia, seguridad, conveniencia, etc.) o al *proceso* (p.e., Guía práctica para el cultivo de maní del INTA, Manual de agricultura orgánica, Manual de Prevención de Riesgos Rurales de la Fundación para la Promoción de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, FUSAT, etc.).

Las **leyes**, que constituyen los protocolos obligatorios en cada país.

Los ***acuerdos internacionales*** son protocolos estipulados entre varias naciones, como p.e.: el Codex Alimentarius de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Los **estándares para estándares**. Ejemplo, estándares básicos de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánicos (IFOAM), que tiene un modelo para crear protocolos de agricultura orgánica.

Programas de **certificación de BPA** por una tercera parte (certificador), pero sin etiqueta. (p.e., GLOBALGAP, protocolo creado por varias cadenas europeas de supermercados y sus proveedores; y la norma IRAM 14110-1, entre otras.

***Etiquetado*:** información para el consumidor sobre las buenas prácticas con las que se obtuvo el producto.

Las BPA brindan ventajas competitivas a los productores que diferencian su producto, a la vez que promueven la sustentabilidad ambiental, económica y social de la empresa agropecuaria. Su adopción se traduce en obtención de alimentos sanos. Incorporan un nivel superior a la "garantía mínima" otorgada por las normas oficiales, respecto a la inocuidad de los productos.

Son un desafío y una oportunidad para los productores de maní. El acceso de Argentina a los mercados de exportación de alimentos en general y del mundo desarrollado, depende de la capacidad de satisfacer los requisitos reglamentarios de los países importadores. Nuestra presencia en los mercados mundiales se basa en asegurar la confianza de los compradores en la calidad e inocuidad de nuestros productos y de nuestros sistemas de suministro.

Dado que la aplicación de este sistema de producción es de carácter *voluntario*, las BPA se asocian a una característica diferencial o a un atributo de valor en un alimento. El cumplimiento de las BPA permite resaltar las características que aportan a la diferenciación de los productos, como por ejemplo la designación "Maní de Córdoba".

Las BPA se constituyen en el núcleo de la agricultura moderna al integrar bajo un solo concepto las exigencias agronómicas y las del mercado. Más que un atributo, son un componente de competitividad, que permite al productor diferenciar su producto de los demás oferentes, con todas las implicancias económicas que ello hoy supone (mayor calidad, acceso a nuevos mercados, consolidación de los actuales, reducción de costos, entre otras) (Figueroa y Oyarzun, 2004; Izquierdo *et al.*, 2007).

La implementación de BPA por parte del productor sirve para demostrar en todo momento su compromiso para mantener la confianza del cliente y la seguridad del alimento que produce. Asimismo, contribuye a minimizar el impacto ambiental, reducir el empleo de agroquímicos, hacer más eficiente el uso de los recursos no renovables y reafirma una actitud responsable hacia la salud del productor, su familia y de todos quienes trabajan en la producción (Arévalo, 2008).

Para eso, el productor debe mantener registros y documentos de respaldo, con los cuales demostrar que realmente realiza un seguimiento responsable, documentado, trazable y técnicamente auditable de todas sus labores. Estos registros, y documentos de respaldo, deben elaborarse principalmente para los catorce puntos de control enumerados a continuación.

En Argentina, según la CONAL (2008), para aplicar *Buenas Prácticas Agrícolas* se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Selección adecuada del lote de producción.
- Uso eficiente, seguro y racional del agua.
- Manejo de suelos en forma sustentable.

- Utilización de semillas con identidad y de calidad.
- Medidas de seguridad para proteger la salud de los trabajadores.
- Manejo de plagas y enfermedades en forma responsable, usando de manera racional, eficiente y segura los productos fitosanitarios, fertilizantes y enmiendas.
- Impedir el ingreso de animales a las áreas cultivadas y a las zonas de almacenaje.
- Instalaciones adecuadas del establecimiento según los procesos que se realicen.
- Señalización de las áreas donde exista un peligro potencial.
- Cosecha y postcosecha de forma higiénica y segura.
- Capacitación a los trabajadores.
- Documentación y registro de todas las actividades inherentes a la producción.
- Sistema de trazabilidad de la cosecha.
- Contar con un responsable de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas.

Selección adecuada del lote

Al elegir un lote, el productor debe demostrar que realizó una evaluación de riesgos que demuestre que el sitio elegido es adecuado para la producción en lo referente a seguridad alimentaria, laboral y ambiental, sea este propio o arrendado.

Los mejores lotes para la producción de maní son aquellos de buen drenaje, con suelos livianos, de textura franco-arenosa o arenoso-arcillosa, profundos, libre de sales, de reacción ligeramente ácida (pH 5,8 a 6,5). Debe evitarse la siembra en suelos susceptibles a erosión hídrica o eólica.

El maní no debe cultivarse en el mismo lote sino después de transcurridos *cuatro* (4) años, en un esquema de rotación que incluya cultivos resistentes a enfermedades que puedan afectar al maní. Los cultivos recomendados para la rotación son maíz, sorgo, trigo, cebada, centeno, colza-canola y pasturas perennes con alto porcentaje de gramíneas. Se debe evitar la siembra del maní inmediatamente después de soja o girasol, ya que pueden acarrear patógenos del suelo que afectan al maní.

La recomendación de sembrar maní cada cuatro años en el mismo lote está respaldada por los resultados promedios de tres años de ensayos de rotaciones realizados por el INTA, los que demuestran que el rendimiento de maní es un 25% superior después de una rotación sorgo-maíz, un 40% superior después de una rotación con una pradera de alfalfa, y un 56% mayor después de una rotación con pastura de gramíneas (Pedelini, 1998).

La duración de las rotaciones previas al cultivo de maní también es importante y respalda la recomendación de sembrar cada cuatro años. Los resultados obtenidos en la Universidad de Georgia, EE.UU. (Flowers, 2002), indican aumentos progresivos del rendimiento de maní con el paso del tiempo, respecto al monocultivo de maní (Cuadro 1).

Cuadro 1. *Efecto de las rotaciones sobre los rendimientos del maní en Georgia, EE.UU.*

Monocultivo maní		**Maní en rotación con**			
Rendimiento promedio kg ha^{-1}		**Maíz**	**Soja**	**Maíz**	**Soja**
		Rendimiento maní kg ha^{-1}		Aumento relativo del rendimiento	
1704	1 año	2074	2016	122%	118%
	2 años	2252	2132	132%	125%
	3 años	2561	2210	150%	130%

Salas (1993) informa los mismos resultados, obtenidos de los ensayos de larga duración realizados en INTA Manfredi. El cuadro 2 muestra los rendimientos absolutos y relativos de maní según rotaciones. A su vez, estos datos sugieren que los menores rendimientos se deben a una disminución del contenido de materia orgánica en el suelo (Cuadro 3).

Cuadro 2. *Efecto del monocultivo y las rotaciones sobre los rendimientos de maní en INTA Manfredi*

Sistema / Rotaciones	**Rendimiento maní en grano**	
	Absoluto kg ha^{-1}	**Relativo** %
Monocultivo maní	1500	100
Sorgo-maní	1880	125
Alfalfa-maní	2100	140
Gramíneas-maní	2350	156

Cuadro 3. *Efecto del monocultivo y las rotaciones sobre la materia orgánica (MO) en INTA Manfredi*

Sistema / Rotaciones	**Disminución MO** kg ha^{-1}
Monocultivo maní	9500
Soja-maní	6950
Girasol-maní	6200
Sorgo-maní	5100

Las rotaciones de largo plazo también tienen un resultado favorable desde el punto de vista económico. Los resultados obtenidos en un estudio de rotaciones de cinco años de duración, realizado por el INTA General Cabrera, demuestran que las rotaciones más rentables son las que incluyen el maní cada cuatro y cada cinco años, mientras que en algunos casos, el monocultivo de maní produjo márgenes negativos (Bongiovanni *et al*., 2008).

Una buena rotación mejora tanto el rendimiento como la calidad, reduciendo enfermedades, material extraño y residuos químicos. Las rotaciones de tres o más años generalmente reducen la severidad de las enfermedades del maní y, por lo tanto, permiten una producción más eficiente, disminuyendo las aplicaciones de pesticidas. La eficiencia en el control de malezas también mejora, debido a que muchas especies que son difíciles de controlar en maní pueden ser fácilmente controladas en los cultivos de la rotación. Esto reduce los problemas de malezas, permitiendo una cosecha más limpia, y disminuyendo el material extraño.

La fertilización en los cultivos de la rotación también disminuye la necesidad de fertilización directa en el maní. El sistema de raíz principal profunda de la planta de maní es muy eficiente en usar la fertilidad residual del suelo. Esta fertilización indirecta reduce el problema potencial de altas concentraciones de potasio en la zona de fructificación. Altos niveles de potasio interfiere con la absorción de calcio por parte de la planta de maní, lo que puede resultar en una menor calidad de grano, aumentar la podredumbre de raíz, y el número de cajas vacías.

Es importante que en el cálculo de los márgenes brutos se incorpore, dentro de los costos, el balance de nutrientes estimando la proporción de cada nutriente que se lleva el grano en la cosecha: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y azufre (S). De la diferencia entre la extracción y el aporte de nutrientes, ya sea en cultivos anteriores, o en el mismo cultivo, surge el déficit en el suelo (Bongiovanni *et al.*, 2010).

Al sembrar maní en un lote nuevo, el productor debe demostrar que realizó una evaluación de riesgo que indique que el lote es adecuado para la producción. Esta evaluación debe incluir un análisis de situación de cuatro aspectos:

Cultivos previos: contar con la historia de rotaciones del lote.

Suelos: planificar el manejo del suelo acorde a las rotaciones y sistemas de labranza recomendados, incluyendo la susceptibilidad a la erosión y el balance de nutrientes.

Agua: en caso de riego, determinar la calidad del agua en un laboratorio de referencia. Asimismo, la disponibilidad del agua en todo el ciclo del cultivo.

Impacto de la producción agrícola: identificar riesgos de voladura de suelos, contaminación por aguas contaminadas, insectos atraídos por el cultivo, residuos fitosanitarios o contaminación provenientes de instalaciones industriales cercanas. No se debe cultivar nunca en lotes contaminados. En caso de riesgo, realizar un análisis de metales pesados (plomo, mercurio, arsénico, cobre, etc.).

El objetivo de una buena elección del lote para cultivar maní es asegurarse que el suelo sea apto, que se cumpla con las reglamentaciones vigentes, que la producción obtenida sea inocua, y que se asegure la sustentabilidad de los recursos naturales, de modo que al final de cada campaña los mismos mejoren o mantengan sus características (SENASA, 2010a).

Cuaderno de campo

Los productores deben conservar registros actualizados y disponibles para demostrar que todas las actividades de producción cumplen con las buenas prácticas agrícolas descriptas y para ayudar a trazar la historia de los productos desde el establecimiento productivo hasta el siguiente eslabón de la cadena (planta procesadora, aceitera) o consumidor final.

Puede ser un cuaderno, libro, hojas o fichas sueltas que se coloquen en una carpeta que permita el movimiento de las mismas, pero que estén debidamente identificadas y numeradas a medida que se utilizan, para que la documentación registrada se conserve ordenada y siempre esté disponible. SENASA (2010) propone una serie de contenidos mínimos para el cuaderno de campo.

Todas las tareas relacionadas con el campo y las correspondientes con el proceso productivo deben ser documentadas bajo la forma de procedimientos e instructivos de trabajo, para que sea más fácil y evitar errores. Para mantener al día y ordenado el cuaderno, se debe designar un responsable quien deberá estar capacitado para velar por el correcto llenado y actualización de las distintas planillas. Además, se deben redactar instructivos de:

- Especificaciones y manejos de equipos.
- Procedimientos de manipulación y aplicación de productos químicos.
- Procedimientos de limpieza de las instalaciones y sectores de producción.
- Primeros auxilios.
- Almacenamiento de agroquímicos.
- Tratamiento de residuos sólidos y líquidos.
- Disposición final de envases vacíos de agroquímicos.

También se deben llevar otros registros de datos sobre:

- Monitoreo del agua.
- Datos climatológicos.
- Registros fenológicos.
- Monitoreo de plagas, enfermedades y organismos benéficos.
- Calibración de equipos pulverizadores y fertilizadores.
- Documentación que permita conocer cada lote de producción primaria (cultivo, cosecha) y transporte.
- Planillas pertinentes a la cosecha (cantidad, producción por lote, etc.).
- Fechas de tratamientos fitosanitarios realizados en cada lote, producto usado, dosis, etc.
- Capacitaciones impartidas.

Se debe asegurar que el personal esté instruido en los registros que deben llevarse a cabo en cualquier etapa del proceso productivo. Los instructivos deben redactarse siguiendo la secuencia lógica de los procedimientos o tareas.

Uso eficiente, seguro y racional del agua

El riego es una práctica de alto impacto productivo, aunque no riega el que quiere, sino el que puede, cuando se disponen de aguas y suelos de calidad. Los últimos datos disponibles del Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2002) indican que en el 2002 había 64.463 establecimientos agropecuarios con riego en todo el país, abarcando 1.355.600 ha. En la provincia de Córdoba, se relevaron 1.699 establecimientos agropecuarios con riego, con 93.835 ha. En el 2009, el área bajo riego suplementario fue de 106.545 ha, representando el 1,4% del área sembrada de Córdoba (Rampoldi *et al.*, 2010).

El maní es un cultivo relativamente tolerante a la sequía. Tiene varios mecanismos fisiológicos para evitar los efectos de la sequía y un sistema radicular muy extendido, que le permite la búsqueda de agua en profundidad. Sin embargo, para mantener el rendimiento y la calidad durante los años muy secos o cuando las lluvias son insuficientes en los periodos críticos del cultivo, el riego complementario es muy importante. Para lograr el máximo rendimiento, el maní requiere un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo. Sin embargo, algunos periodos del crecimiento y desarrollo son más críticos que otros (Pedelini, 2008) (Beasley *et al.*, 2002).

Hay tres periodos en el ciclo del cultivo en los que el estrés por sequía puede causar pérdidas significativas en el rendimiento o la calidad del maní producido (Beasley *et al.*, 2002):

- Germinación y crecimiento vegetativo inicial.
- 50 a 110 días después de la siembra (floración, clavado, formación de vainas y llenado de granos).
- Desde los 110 días hasta la cosecha disminuye la necesidad de agua, pero la combinación de sequía con altas temperaturas aumenta el riesgo por aflatoxinas.

Un buen nivel de humedad en la germinación favorece la implantación del cultivo y asegura el efecto de los herbicidas. Por otro lado, si en el desarrollo vegetativo falta algo de humedad, el maní la tolera sin problemas. No obstante, es fundamental que haya un correcto nivel de humedad durante el estadio de desarrollo reproductivo, el que comienza con la floración y sigue con el clavado, formación de vainas y de granos. La exigencia de agua es máxima durante este periodo, y mayor la respuesta al riego. Mientras tanto, en el periodo de madurez a cosecha, las exigencias de agua disminuyen. Pero una combinación de sequía con elevada temperatura en este periodo favorece la contaminación con aflatoxinas, afectando más la calidad que el rendimiento. Además, los lotes bajo riego deben contar con un buen programa de control de malezas y enfermedades, para prevenir pérdidas en rendimiento y calidad (Beasley *et al.*, 2002).

La cantidad de agua requerida por el maní durante todo el ciclo depende de las condiciones ambientales, incluyendo temperatura, lluvias, vientos y humedad relativa. Para que el maní pueda expresar todo su potencial de rendimiento, necesita 600 a 700 mm de agua bien distribuidos en el ciclo de cultivo (Pedelini, 2008).

Para regar el maní se debe emplear un sistema de riego eficiente y comercialmente práctico, que asegure el mejor uso del agua. A su vez, se debe contar con un plan de gestión del agua de riego, para optimizar su consumo y minimizar las pérdidas. Se debe monitorear permanentemente que la cantidad aplicada de riego sea la correcta. En los cálculos de los requerimientos de riego se debe considerar la predicción de las precipitaciones y la evapotranspiración del cultivo; por medio de sensores (por ejemplo: lisímetros, tensiómetros, pluviómetros, etc.). Es conveniente tener estandarizados el consumo de agua para cada estado del cultivo y condiciones climáticas.

Calidad del agua. La salinidad es un tema de preocupación en muchas zonas del área manisera. El uso de agua de calidad marginal puede producir daños al cultivo y pérdidas de rendimiento. Cada cultivo tiene su rango de susceptibilidad al agua salina, y el maní no es muy tolerante, por lo que se hace imperativo evaluar la calidad del agua antes de planificar maní bajo riego. La calidad del agua está determinada por la cantidad total de sales y por el tipo de sales presentes. El agua puede contener una amplia gama de sales, incluyendo cloruro de sodio, sulfato de sodio, cloruro de calcio, sulfato de calcio, cloruro de magnesio, etc. (Beasley *et al.*, 2002).

El riego con agua salina acarrea dos problemas principales: 1) riesgo de salinización y 2) riesgo de sodificación. Las sales compiten con las plantas por el agua. Aunque un suelo salino esté saturado con agua, las raíces no pueden absorber el agua y las plantas mostrarán signos de estrés. La aplicación de agua salina al canopeo puede causar marchitamiento de hojas, y en algunos casos severos, defoliación prematura y pérdida de rendimiento y calidad. El riesgo de sodificación está causado por altos niveles de sodio, el que puede ser tóxico para las plantas y dañar los suelos de textura media y fina. Cuando el nivel de sodio en un suelo es alto, pierde su estructura, se densifica y se forman costras en la superficie.

Para evaluar la calidad del agua, en una muestra de agua se deben analizar tres factores principales: sales solubles totales, riesgo de sodificación, e iones tóxicos. Para extraer muestras de agua se debe utilizar, en lo posible, botellas plásticas descartables que no hayan contenido materias tóxicas como lavandina, detergentes, etc. Enjuagar el envase varias veces con el agua a muestrear, llenarlo y etiquetarlo inmediatamente. Si el agua es de bombeo de perforación, hacer funcionar la bomba por lo menos durante dos horas antes de la extracción.

Las sales solubles totales indican el riesgo de salinidad, estimando los efectos combinados de todas las sales presentes en el agua. Se mide por la conductividad eléctrica (CE) del agua. El agua con sales conduce mejor la electricidad que el agua pura, y la CE aumenta a medida que la cantidad de sales también lo hace.

El riesgo de sodificación se basa en el cálculo de la relación de absorción de sodio (RAS). Este análisis es importante para determinar si los niveles de sodio son lo suficientemente altos como para dañar el suelo o si la concentración es demasiado elevada como para reducir el crecimiento de las plantas. A veces, se suele incluir un factor llamado porcentaje de sodio intercambiable; sin embargo, esta es una medida de la salinidad del suelo, no de la calidad del agua.

La determinación de iones tóxicos incluye elementos como cloruros, sulfatos, sodio y boro. A veces, aunque el nivel de sal no sea excesivo, uno o más de estos elementos pueden ser tóxicos para las plantas. Muchas plantas son sensibles al boro. En general, siempre es mejor exigir un análisis que mida las concentraciones de todos los principales cationes (calcio, magnesio, sodio, potasio) y aniones (cloruros, sulfatos, nitratos, boro) de forma tal que se pueda evaluar cuidadosamente el nivel combinado de todos los elementos (Cuadro 4) (McFarland & Lemon, 2002).

Cuadro 4. *Valores críticos de sales en agua de riego para maní*

Medición	**Valores críticos para maní**
Sales totales disueltas (CE)	2100 µmhos/cm = 2,1 mmhos/cm = 1344 ppm
Relación de Absorción de Sodio (RAS)	5 a 7 (no son unidades, sólo un número)
Boro	0,75 ppm
Cloruros	400 ppm
Sodio	400 ppm

Recuperar suelos salinos-sódicos es un proceso lento, aunque se dispone de la tecnología necesaria (cultivos adaptados, secuencias de cultivos, rotaciones, fertilizantes-enmiendas, etc.). También se dispone en el mercado de las maquinarias necesarias para realizar en tiempo y forma las labores (zondas, fertilizadoras, sembradoras de siembra directa, etc.), aunque esta recuperación es una inversión a largo plazo (Gambaudo, 2010).

En la provincia de Córdoba, hay un gran potencial de riego que está definido por la gran superficie de tierras aptas, las que coinciden con zonas donde es posible obtener aguas subterráneas con cantidad y calidad suficiente. Existe una norma que obliga a los usuarios a colocar en cada perforación un caudalímetro que mide el caudal instantáneo, el caudal acumulado y la conductividad eléctrica (CE). Dado que la información regional sobre calidad de agua es escasa e implica un riesgo, el Proyecto Nacional de Riego Suplementario en Cultivos Extensivos del INTA realiza relevamientos y análisis de la calidad de agua utilizada en riego suplementario. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que las aguas utilizadas en riego suplementario presentan un bajo riesgo de salinización y sodificación, debido a que por tratarse de riego suplementario, las precipitaciones permiten diluir la concentración de sales totales y de sodio. Además, el riego suplementario se realiza en planteos de siembra directa continua, que aporta rastrojos en superficie, mejora la estructura y porosidad de los suelos, aumenta el drenaje interno, disminuyendo el riesgo de salinización y sodificación del horizonte superficial (Rampoldi *et al.*, 2010).

Los objetivos del buen uso del agua son obtener una producción inocua y de calidad, evitar el derroche de agua, la contaminación de la producción, y la transmisión de enfermedades a la población (SENASA, 2010a).

Manejo de suelos en forma sustentable

El manejo sustentable del suelo busca mantener y mejorar sus características naturales a través de técnicas que aseguren la conservación del recurso, minimizando la contaminación, evitando la erosión, la compactación y la salinidad del mismo (SENASA, 2010a). Esto requiere del conocimiento sustancial de los suelos que intervienen en el proceso productivo, de sus propiedades, limitaciones y potencialidades.

El suelo es un sistema dinámico, en constante evolución y posee características físico-químicas y orgánicas particulares. Está compuesto por:

Componentes minerales (arena, arcilla, limo): son las partículas primarias derivadas de la roca madre.

Organismos vivos, como microorganismos (hongos, bacterias, algas) y macroorganismos como (semillas, insectos, lombrices, etc.) que están íntimamente asociados a la fracción orgánica del suelo que representa su alimento (la materia orgánica).

La *textura*, el *pH* (acidez) y las condiciones de *temperatura*, *humedad* y *oxigenación*.

Todas estas características y sus interrelaciones determinan la llamada *fertilidad del suelo*.

Para el cultivo del maní es esencial proporcionar condiciones de suelo óptimas para una rápida germinación, la buena penetración de raíces y el crecimiento y desarrollo continuo de la planta y la vaina. Para la preparación del suelo es recomendable utilizar sistemas conservacionistas, empleando cultivadores de campo, que dejan el rastrojo en superficie, para poder llegar a la siembra con un suelo removido en profundidad y con los residuos semienterrados. La labranza conservacionista permite reducir la erosión del suelo por el agua y el viento, disminuir el consumo de combustible y desgaste de la maquinaria, y aumentar la eficiencia en el uso de agua, ya que facilita la infiltración de agua de lluvia y disminuye la evaporación de agua acumulada.

La siembra directa también se puede usar en maní, pero para que tenga éxito se requieren condiciones especiales. Es necesario disponer de una sembradora apropiada, controlar correctamente las malezas, evitar sembrar en lotes con horizontes endurecidos o irregularidades del terreno.

La incorporación de tecnología debe contemplar estrategias claras de manejo de suelos y de tierras y una forma de conocer objetiva y cuantitativamente las tierras de una región a través de las Cartas de Suelos. Cada publicación que forma parte de la Serie Carta de Suelos de la República Argentina está compuesta por cuatro cartas a escala 1:50.000 impresas sobre fondo aerofotográfico (mosaicos) que cubren un área aproximada de 170.000 hectáreas entre las cuatro, más un texto o memoria explicativa. Cada una de estas hojas se corresponde con los mapas topográficos del Instituto Geográfico Militar (IGM) a la misma escala.

Las Cartas de Suelos incluyen un informe sobre las propiedades del suelo, tales como drenaje natural, permeabilidad, tasa de infiltración, peligro de inundación y/o anegamiento, profundidad de la capa freática, profundidad hasta la roca, erosión y susceptibilidad a la erosión, acidez y alcalinidad,

pendiente, contenido de arena, limo y arcilla, potencial de expansión/contracción, estructura del suelo y fertilidad potencial.

También se puede acceder a GeoINTA, http://geointa.inta.gov.ar/, un sistema de información de suelos del INTA que permite consultar mapas, sus bases de datos asociadas, imágenes y fotomosaicos de manera simple, desde Internet. Combina herramientas de visualización web, con bases de datos de recursos naturales, productivos y riesgo agropecuario, permitiendo la consulta por coordenadas geográficas y la combinación de diferentes mapas, generando análisis por *capas de información*.

Además, se disponen de diversas y modernas herramientas de mapeo para un manejo sustentable del suelo, que permiten administrar varias *capas de información* en forma simultánea, denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Bongiovanni *et al*., 2006) (Bongiovanni, 2008).

Cuando la información suministrada por las Cartas de Suelos es insuficiente para caracterizar determinadas condiciones locales donde, por razones de escala, no es posible mostrar la verdadera complejidad de los suelos, o cuando la planificación del uso requiere información puntual sobre un campo o lote determinado, puede hacerse necesario extraer muestras de suelos y agua para analizar en los laboratorios especializados.

Los objetivos del buen manejo del suelo son asegurar un adecuado manejo y conservación del mismo, evitar su contaminación y erosión, y mantener la fertilidad y productividad del mismo (SENASA, 2010a).

Utilización de semillas con identidad y de calidad

El maní es de origen sudamericano, sur de Bolivia y noroeste de Argentina, y comprende unas 50 especies diferentes. Botánicamente, *Arachis hypogaea* Linneo (1753) es una dicotiledónea, de la familia de las leguminosas, subfamilia papilionáceas, tribu hedisareas, género *Arachis* (Krapovickas y Gregory, 1994). A su vez, *Arachis hypogaea* L. se divide en dos subespecies y seis variedades *(para más detalle ver capítulo 1).*

En el mercado argentino, los cultivares de maní disponibles pertenecen en su totalidad al tipo rastrero (*runner*). De acuerdo al lugar y a la fecha de siembra es posible elegir entre cultivares de ciclo completo (150-160 días a cosecha) o de ciclo corto (140-150 días a cosecha). Actualmente se dispone de cultivares de alto oleico, una característica muy deseada por los mercados compradores, ya que la elevada relación oleico/linoleico otorga a estos maníes mayor duración de los caracteres organolépticos deseables (Pedelini, 2008) (Cuadro 5).

Cuadro 5. *Cultivares registrados y disponibles en el mercado*

Nombre	**Ciclo completo** (150-160 días)	**Ciclo corto** (140-150 días)	**Alto oleico**
Florman INTA	X		
Tegua*	X		
ASEM 485 INTA		X	
ASEM 484 INTA		X	
ASEM Pepe INTA	X		X
Granoleico*	X		X
EC 48 AO*	X		X
EC 12 *°	X		
° Tipo runner, para comercializar como “maní en caja”			
* Criadero El Carmen			

Para lograr un buen cultivo de maní es necesario utilizar semilla sana, madura, libre de enfermedades, de buen vigor, alto poder germinativo y elevada pureza. La semilla de calidad ayuda a superar condiciones adversas como bajas temperaturas del suelo, excesiva humedad de siembra o encostramiento superficial (Pedelini, 2008).

Las semillas de tamaño medio (granometría 50/60) tienen reservas suficientes que favorecen el rápido crecimiento inicial de las plantas. La mezcla de variedades es otro aspecto que afecta la calidad de la semilla. La presencia de otros cultivares perjudica tanto el manejo agronómico como el valor comercial del producto cosechado. La semilla de maní es muy susceptible a alteraciones, por lo que el manipuleo debe ser muy cuidadoso (Pedelini, 2008).

La semilla debe ser protegida con una película de fungicida para defenderla de los organismos patógenos presentes en el suelo. Cualquier curasemillas empleado debe ser aplicado procurando una eficiente cobertura uniforme del producto, y evitando los golpes mecánicos durante la operación de curado. El mejor curasemillas, aunque sea aplicado eficientemente, no sirve para mejorar la calidad de una mala semilla, sino que sólo la protege del ataque de agentes patógenos (Pedelini, 2008) (Cuadro 6).

Cuadro 6. *Fungicidas curasemillas recomendados para tratamiento de semilla de maní*

Principio activo	**Nombre comercial**	**Dosis***
Captan	Varios	0,18 - 0,28
Carbendazim 10% + Tiram 10%	Varios	0,5 - 0,6
Carboxim 20% + Tiram 20%	Vitavax Flo	0,25
Fludioxonil 2,5% + Metalaxil M 1%	Maxim XL	0,1 - 0,15
Fludioxonil 2,5% + Metalaxil M 3,75%	Apron Maxx	0,1 - 0,125
Ipconazole 2,5% + Metalaxil 2%	Dimension	0,1 - 0,125
*Dosis en litros de producto comercial cada 100 kg semilla		

En Argentina, el maní se siembra en hileras separadas a 0,70 m entre sí, con sembradoras convencionales de grano grueso. Para lograr una correcta distribución dentro de la hilera, es necesario

usar semillas de tamaño uniforme. Las semillas de granometría 50/60 se deterioran menos que las de mayor tamaño y cuentan con las suficientes reservas como para no afectar el vigor inicial. Para sembrar 18 semillas por metro lineal de surco de la granometría 50/60, asumiendo un 93% de semilla sana, con 85% de poder germinativo, y una eficiencia de nacimiento del 85%, se necesitan 132 kg/ha de semilla (Cuadro 7). La mejor densidad de siembra de los cultivares de maní tipo runner es la que permite obtener 10 a 12 plantas bien distribuidas por metro lineal de surco *(Pedelini, 2008) (para más detalles ver capítulo 11).*

Cuadro 7. *Kilogramos por hectárea de semilla de maní a sembrar, según tamaño*

Tamaño semilla*	Semillas por metro lineal de hilera						
	14	15	16	17	18	19	20
	kg semilla						
38/42	143	153	164	174	184	194	204
40/50	125	134	143	152	161	170	179
50/60	103	110	117	125	132	139	147
60/70	87	93	100	106	112	118	124
70/80	75	81	86	92	97	103	108
80/100	63	67	72	76	80	85	89

*Expresado como la cantidad de semillas en una onza (28,35 g).

Los suelos deben tener suficiente humedad y temperatura para una rápida emergencia. La profundidad de siembra se debe regular en función del tipo de suelo, temperatura, humedad y fecha de siembra. Si el suelo está muy seco, se debería regar antes de la siembra (en lugar de sembrar y después regar), para obtener una humedad favorable en el ambiente de la semilla (Beasley *et al*., 2002).

La selección adecuada de la semilla asegura, desde el comienzo de la actividad, la posibilidad de minimizar problemas sanitarios, de manejo y de contar con un producto final adecuado a los objetivos de producción, al destino del producto, y que esté adaptada a la zona de producción. Para ello, se deben tener en cuenta algunos criterios fundamentales al momento de elegir y seleccionar la semilla (SENASA, 2010):

La semilla debe estar debidamente fiscalizada y proceder de semilleros autorizados por el Instituto Nacional de Semillas (INASE). La Res. SAGyP 2270/93 establece tres tipos de semilla fiscalizada: a) Original, b) 1ra. Multiplicación (Registrada) y c) 2da. y 3ra. Multiplicación (Certificada). Las semillas obtenidas en el establecimiento propio deben contar con registros para cumplir con los requisitos de semillas Identificadas.

Tener certeza de la sanidad (libre de plagas, enfermedades y virus), de su pureza varietal (que responda a las características que dicen tener), de su estado general (limpieza, poder germinativo, sin semillas de malezas, etc.) y de la procedencia del material, marca o empresa vendedora.

Se debe conocer el año de cosecha y envasado, el poder germinativo (PG) y, opcionalmente, su energía germinativa (EG).

Prevenir deterioros por contaminación biológica o por mal conservación de las semillas.

Considerar el tiempo de vida que tiene la semilla desde que fue cosechada, ya que los valores de calidad van cambiando con el transcurso del tiempo y la forma de conservación.

Contar con la ficha técnica de la semilla antes de la siembra. Conocer los antecedentes de adaptación a la zona y las preferencias del mercado al que va destinada la producción.

En Argentina, el órgano de aplicación de la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas (20.247/73 y Decreto 2.183/91) es el INASE, creado por el Decreto 2.817/91. Tiene como objetivos principales: otorgar transparencia a los mercados de semillas nacionales o importadas, defender los derechos otorgados a los creadores de nuevas variedades, estimular el desarrollo del mejoramiento genético vegetal e impulsar las exportaciones de semillas.

Medidas de seguridad para proteger la salud de los trabajadores

Para producir maní de calidad es necesario cuidar los detalles en todas las etapas y con todos los actores del sistema productivo, desde la siembra, hasta el ingreso del producto a la planta procesadora. Los trabajadores son parte fundamental del proceso productivo, por lo que es fundamental que conozcan y cuenten con elementos que permitan un *ambiente de trabajo seguro y confortable*. Deben estar involucrados y comprometidos con la aplicación de cada uno de los 14 aspectos de las buenas prácticas agrícolas.

Se deben crear condiciones seguras y saludables para el productor, su familia, y el personal, para asegurar la sanidad e higiene tanto de los procesos productivos, como de su propia persona. Para ello se debe cumplir con un plan riguroso de control de la limpieza y la sanidad en todas las etapas del sistema: producción, cosecha, almacenamiento y transporte.

Higiene y cuidados personales. El personal debe contar con elementos que permitan su higiene personal (lavatorios, duchas y baños equipados) y espacios especiales para alimentarse, cambiarse y descansar con depósitos de agua potable para consumo. Los trabajadores deben observar buenos hábitos de conducta e higiene en el área de trabajo (lavado frecuente de manos, baños, lavado de ropa, espacios libres de desperdicios, comer en lugares especiales lejos de las zonas de producción y de los sanitarios), libres de polvo y sustancias contaminantes. Se debe disponer de agua potable para bebida del personal ubicada en los lugares destinados a tal fin y en los lugares de producción. El agua potable dedicada para bebida debe estar protegida y ser segura, para ello puede estar disponible en bidones limpios, tapados y con canilla para sacar el agua; a la sombra; sobre alguna estructura de material higiénico; y debe cambiarse periódicamente para asegurar la higiene.

Deben existir *baños* que cumplan con requisitos de higiene y seguridad. Pueden ser baños químicos, móviles o fijos, los que deben mantenerse limpios. No pueden estar ubicados directamente en las áreas de almacenaje, y deben contar con papel higiénico y cestos para residuos. Sus puertas deben estar en buen estado y con iluminación si van a ser utilizados de noche. Es importante que haya cartelera y señalización de lavado de manos. Cuando las labores se realicen a mucha distancia de los sanitarios, es conveniente contar con sanitarios móviles con agua potable o potabilizada contenida en un bidón de plástico cerrado con canilla para sacar agua; algún tipo de jabón líquido o alcohol en gel; elementos para secado de manos; cartelera y señalización de lavado de manos; y basurero con tapa.

El establecimiento debe contar con *espacios destinados a descanso, alimentación e higiene personal* que permitan asegurar el bienestar de los trabajadores. Los mismos deberán ser mantenidos en perfectas condiciones de orden y limpieza. Asimismo, es necesario que las máquinas y herramientas se almacenen en espacios prefijados, alejados de depósitos de la producción.

De acuerdo al tipo de tarea el personal debe utilizar los *elementos de seguridad y equipos protección* personal: mamelucos, botas de goma, guantes de nitrilo y máscaras de protección para el uso de productos fitosanitarios; equipos de protección respiratoria y visual si hay excesos de polvo en el ambiente; zapatos, guantes y ropas especiales para el trabajo con equipos o maquinarias, exposición prolongada al sol. En todos los casos, las prendas deberán ser lavadas o descartadas según corresponda.

Se debe evitar movimiento del personal desde un área a otra del establecimiento, ya que puede provocar contaminaciones cruzadas. Por ejemplo, en un establecimiento mixto (de ganadería y agricultura), el personal no debe trasladarse del sector de animales al de maquinaria y/o almacenamiento de maní por posible transporte de excrementos o de partículas contaminantes de un sector a otro.

Seguridad en el uso de maquinaria agrícola. Se debe prestar especial atención en el uso de equipos como tractores, pulverizadoras, arrancadoras, descapotadoras, etc. En todos los casos, el personal que los utilice debe estar adecuadamente capacitado para evitar riesgos en su salud, contaminaciones y optimizar el funcionamiento de los equipos. Las indicaciones técnicas pueden ser impartidas por técnicos capacitados, incluyendo los de las empresas fabricantes. En lo posible, se debe contar con los manuales originales de mantenimiento y uso de los equipos. Es importante llevar un registro detallado de todas las máquinas del establecimiento, donde figuren las normas básicas de operación, mantenimiento y seguridad. El registro debe incluir las tareas de calibración y mantenimiento con fecha, periodicidad y responsable de la operación, lo que puede evitar peligrosos accidentes y costos extra por reparaciones.

El establecimiento deberá organizarse para *prevenir accidentes* y organizar las actividades para evitar la realización de prácticas que puedan derivar en la aparición de enfermedades laborales. En caso que se produjera un accidente, debe existir un procedimiento o instructivo escrito de emergencias y accidentes que indique los teléfonos de emergencia, avisos y medidas a seguir (cartelera). Se deberá contar con direcciones y teléfonos a dónde dirigirse para trasladar a la persona accidentada (centro asistencial más cercano, profesional de la salud, etc.). Se sugiere registrar los accidentes y las ausencias por enfermedad; y anotar cuando el personal comunica algún problema de salud.

Los distintos *peligros* que se presenten en el predio deben estar claramente identificados (zanjas, pozos, depósitos de agroquímicos, salida de equipos, combustibles, etc.). Debe haber número proporcional de extinguidores de incendio de acuerdo al área a proteger. Los mismos deben estar señalizados y debe existir un número de trabajadores capacitados en su uso.

Se deben observar los plazos mínimos de seguridad para reingresar al cultivo tratado, tal como lo exige la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1993).

El establecimiento debe contar con un *botiquín de primeros auxilios* a disposición y con un responsable para su utilización. Al menos un trabajador del establecimiento debe estar capacitado y acreditado para intervenir en primeros auxilios ante situaciones de accidentes.

Se debe conocer el *marco legal* vigente en el país cumpliendo con las condiciones sanitarias, ambientales y laborales básicas en los lugares de trabajo. Cumplir con los temas reglamentarios de contrato de trabajo vigente; horario y jornada de trabajo. La reglamentación debe ser conocida y cumplida por todo el personal incluyendo también al provisorio; cuando se trabaja con contratistas; los mismos deben cumplir con las condiciones antes mencionadas.

Este personal debe ser formalmente contratado mediante el cumplimiento de las normas legales en vigencia entre las que se destaca el Decreto 617/97, que contiene el Reglamento de Higiene y

Seguridad para la Actividad Agraria, dependiente del Régimen Nacional de Trabajo Agrario (Ley Nº 22.248). Por su parte, la Ley 25.191/99 fija la obligatoriedad de uso de Libreta de trabajo expedida por el Registro Nacional de Trabajadores Rurales y Empleadores (RENATRE). Estas normas reglamentarias permiten y facilitan un gradual y progresivo mejoramiento de las condiciones de higiene y seguridad en la actividad agraria.

En Argentina, la Ley de Riesgos del Trabajo Nº 24.557 tiene como objetivos reducir la siniestralidad laboral a través de la prevención de los riesgos derivados del trabajo; reparar los daños derivados de accidentes de trabajo y de enfermedades profesionales, incluyendo la rehabilitación del trabajador damnificado; promover la recalificación y la recolocación de los trabajadores damnificados; promover la negociación colectiva laboral para la mejora de las medidas de prevención y de las prestaciones reparadoras. Asimismo, la Ley Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo Nº 19.587 / Dec. Reg. 351/79, comprende las normas técnicas y medidas sanitarias, precautorias, de tutela o de cualquier otra índole que tengan por objeto: proteger la vida, preservar y mantener la integridad psicofísica de los trabajadores; prevenir, reducir, eliminar o aislar los riesgos de los distintos centros o puestos de trabajo; estimular y desarrollar una actitud positiva respecto de la prevención de los accidentes o enfermedades que puedan derivarse de la actividad laboral.

Manejo de plagas y enfermedades en forma responsable, usando de manera racional, eficiente y segura los productos fitosanitarios, fertilizantes y enmiendas.

Protección del cultivo

Hay muchas plagas que reducen tanto el rendimiento como la calidad del maní. En la mayoría de los años, si estas plagas no se controlan a un nivel adecuado, afectan el sabor y las características del producto. Para ello, los productores deben utilizar fitosanitarios, prácticas culturales, control biológico y técnicas de manejo de cultivos para ayudar a prevenir que estas plagas impacten económicamente la calidad y el rendimiento. Los fitosanitarios a usarse deben estar registrados para maní en la RS SENASA 934/10, respetando las instrucciones del marbete (dosis, tiempos de carencia). Para asegurar la inocuidad de los alimentos, el SENASA y los organismos internacionales han establecido límites de residuos máximos de agroquímicos para maní (SENASA, 2010). Estas tolerancias se basan en un conjunto de estudios que tienen en cuenta una amplia gama de factores de seguridad alimenticia. También es importante considerar las aplicaciones de plaguicidas en los cultivos antecesores ya que pueden ser muy estables y permanecer en el suelo mucho tiempo.

El manejo integrado de plagas (MIP) es una alternativa efectiva para controlar las plagas, con empleo mínimo y adecuado de productos fitosanitarios. Su objetivo es manejar los métodos de control, de modo de reducir costos, mantener las plagas por debajo del nivel de daño económico, reducir el uso innecesario de plaguicida, resguardar la seguridad de los alimentos, y ayudar a los productores a producir cultivos lo más rentables posible. Se deben seguir las recomendaciones de estrategias para prevenir la resistencia, de modo que se asegure la efectividad de los fitosanitarios disponibles.

Para conocer los métodos y productos más recomendados para el control de plagas, se sugiere contactar a los profesionales del INTA más cercano, especialmente a los especialistas de la Oficina Técnica General Cabrera, y los de la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. La información práctica para el control de malezas, insectos y enfermedades del maní está publicada en el Boletín de Divulgación Técnica 2, Maní, guía práctica para su cultivo (Pedelini, 2008); y en libros específicos (March *et al*., 2010; March *et al*., 2005; Fernandez *et al*., 2006).

Control de malezas: el barbecho químico, realizado oportunamente con herbicidas que actúan en forma total, con el agregado o no de herbicidas residuales, ayuda a controlar las malezas y a almacenar agua en el suelo durante la primavera. El cuadro 8 muestra los herbicidas que se pueden utilizar (Pedelini, 2008), aunque esta lista se actualiza periódicamente.

Cuadro 8. *Herbicidas recomendados para barbechos químicos*

Principio activo	Nombre comercial	Dosis*
Glifosato 48%	Varios	2,5 - 5
Glifosato + Imazetapyr	Alteza	2 - 3
Glifosato + Diclosulam	Varios	2,5 + 0,02
Glifosato +2,4-D	Varios	2,5 + 0,5
*Dosis en litros/ha o kg/ha de producto comercial		

El control de malezas en el cultivo puede ser *preventivo* o *curativo*. Los tratamientos preventivos se aplican en presiembra o preemergencia, utilizando herbicidas residuales selectivos con herbicidas de acción total, que eliminan las malezas a la siembra (Cuadro 9). Los herbicidas residuales previenen el crecimiento de malezas durante la germinación y el crecimiento (Pedelini, 2008).

Cuadro 9. *Herbicidas recomendados para preemergencia*

Principio activo	Nombre comercial	Dosis*
Glifosato 48%	Varios	2,5 - 5
Glifosato + Imazetapyr	Alteza	2 - 3
S-Metalaclor 96%	Dual Gold	0,9 - 1,2
Acetoclor 90%	Varios	1,2 + 1,5
Imazapic 70%	Cadre	0,072 - 0,085
Imazetapyr 10%	Pivot	0,8 - 1
Diclosulam 84%	Spider	0,015 - 0,03
Clomazone 48%	Command	1,3 - 1,5
Sulfentrazone	Authority	0,3 + 0,4
*Dosis en litros/ha o kg/ha de producto comercial		

Los tratamientos curativos son los que se realizan después de que una población de malezas se estableció en el cultivo, pero antes de que ocurran pérdidas significativas por competencia. Las malezas controladas antes de las cuatro a seis semanas de emergencia del cultivo no afectan el rendimiento del maní. Por lo tanto, para asegurar la mayor efectividad, los tratamientos deben ser realizados cuando las malezas son pequeñas (Pedelini, 2008). El cuadro 10 detalla los herbicidas recomendados para el control de malezas en post-emergencia. *(Para mayores detalles sobre esta temática, ver el capítulo 16).*

Cuadro 10. *Herbicidas recomendados para el control de malezas en post-emergencia*

Principio activo	Nombre comercial	Dosis**
para malezas gramíneas		
Cletodim 24%	Select, Centurión, Arrow	0,4 - 0,7
Haloxifop r metil 12%	Galant R, Verdict R	0,35 - 0,5
Propaquizafop 10%	Agil	0,4 - 0,6
Quizafolop p tefuril 12%	Rango	0,5 - 1
Quizafolop p tefuril 3%	Pantera	2 - 4
para malezas de hoja ancha		
2,4-DB 100%	Varios	0,35 - 0,6
Bentazon	Basagran	0,5 - 1*
Diclosulam 84%	Spider	0,015 - 0,03*
Lactofen 24%	Cobra	0,3 - 0,35*
**Dosis en litros/ha o kg/ha de producto comercial.		
* Sólo o mezclado con 2,4-DB + coadyuvante al 0,15%		

Control de insectos: los insectos que causan daños al cultivo de maní se clasifican en dos grupos: los que se alimentan de la planta a nivel del suelo o inmediatamente debajo de la superficie, y los que se alimentan de la parte aérea. Por lo general, los insectos no representan una amenaza importante a los rendimientos o la calidad del maní; aunque en ciertas zonas y bajo determinadas condiciones climáticas, pueden representar un serio problema (Pedelini, 2008). Para el control de todos estos insectos se deben usar plaguicidas registrados para su uso en maní (Cuadro 11). *(Para mayores detalles sobre esta temática, ver el capítulo 17).*

Cuadro 11. *Insecticidas registrados para el control de plagas en maní*

Principio activo	Nombre comercial	Dosis***	Plaga
Aldicab 15%	Temik	2 - 2,5	Cotorrita (*Empoasca fabae*), Trips (*Caliothrips* sp.)
Cypermetrina 25%	Varios	0,075 - 0,1	Gusanos cortadores (*Agrotis* sp.)
Endosulfan** 35%	Varios	1,2 - 1,5	Gusanos cortadores (*Agrotis* sp.)
Cypermetrina 25%	Varios	0,08 - 0,15	Isocas defoliadoras varias
Deltametrina 5%	Varios	0,125	Gusano saltarín (*Elasmopalpus lignosellus*)
Fipronil*	Clap	0,02	Tucuras varias, hormigas

* No tiene registro para uso en maní

** La Resolución 511/2011 del SENASA prohibió la importación de Endosulfán a partir de julio de 2012 y la comercialización y uso a partir del 1 de julio de 2013

Control de enfermedades: la viruela temprana, *Cercospora arachidicola*, y la viruela tardía, *Cercosporidium personatum*, son las enfermedades foliares más comunes del cultivo de maní en la provincia de Córdoba. Producen defoliación, debilitamiento de tallos y de clavos, lo que produce una pérdida de rendimiento, especialmente cuando se demora el arrancado. En la mayoría de los años es imprescindible el uso de fungicidas, los que deben ser de efectividad comprobada, aplicando la dosis recomendada, con una buena cobertura del follaje, y respetando el intervalo entre aplicaciones (Pedelini, 2008).

Según su modo de acción, los fungicidas pueden ser de contacto o sistémicos. Los de contacto actúan como una barrera química a la infección desde el momento en que son aplicados. Los sistémicos son absorbidos por los tejidos vegetales y proveen una protección más uniforme. La aplicación del fungicida debe realizarse al observar los primeros síntomas, especialmente cuando se dan las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad. El intervalo entre aplicaciones debe ser entre dos y tres semanas, dependiendo del producto y las condiciones ambientales, según sean húmedas o secas, respectivamente. Por lo general, la primera aplicación de fungicidas coincide con la aplicación de herbicidas para malezas gramíneas. Se debe tener la precaución de no mezclar fungicidas del grupo estrobilurinas con herbicidas, porque produce daños por fitotoxicidad (Pedelini, 2008). El cuadro 12 muestra los fungicidas recomendados para el control de enfermedades foliares en maní.

Cuadro 12. *Fungicidas recomendados para el control de enfermedades foliares en maní*

Principio activo	Nombre comercial	Dosis**
Azoxistrobina 20% + Difenoconazole 12,5%	Amistar Top	0,4 - 0,5*
Clorotalonil 50%	Varios	1,7 - 2,5
Difenoconazole 25%	Bogard	0,4 - 0,5
Epoxiconazole 12,5% + Carbendazim 12,5%	Duett	0,75
Fenbuconazole 24%	Indar F	0,6
Flusilazole 12,5% + Carbendazim 25%	Fusión	0,5 - 0,6
Flutriafol 12,5%	Impact	0,5
Picoxistrobin 20% + Ciproconazole 8%	Stinger	0,35 - 0,45*
Pyraclostrobin 13,3% + Epoxiconazole 5%	Opera	0,75
Tebuconazole 25%	Folicur, Orius, otros	0,5
Trifloxistrobin 18,75% + Cyproconazole 8%	Sphere	0,45
**Dosis en litros/ha o kg/ha de producto comercial		
*Agregar 0,5 l/ha de aceite mineral refinado (Nimbus)		

Uso de plaguicidas: para asegurar la mayor efectividad del producto, evitar el desperdicio del mismo, y asegurar la aplicación en el objetivo, se deben calibrar las pulverizadoras y aplicadores para emplear la dosis recomendada de plaguicida por hectárea. Se deben verificar las pastillas y el sistema hidráulico para asegurarse de que funcionen correctamente. Hay que asegurarse que el plaguicida se aplique sólo en el área objetivo, evitando aplicaciones cuando hay vientos fuertes que pueden causar una deriva del producto hacia áreas no-objetivo.

Es importante identificar correctamente la plaga y seleccionar el método de control más eficiente. Leer las etiquetas cuidadosamente para evitar el impacto potencial sobre el ambiente. Existen productos de amplio espectro que pueden reducir el número total de aplicaciones o disminuir la dosis

aplicada, pero que a su vez pueden tener un efecto negativo sobre la fauna benéfica. Usar aditivos surfactantes o adhesivos para asegurar que el plaguicida no se lave ni tenga deriva hacia un área no deseada.

Aplicar los plaguicidas siguiendo cuidadosamente las instrucciones de la etiqueta del envase del producto antes de cada uso. Aplicarlos en las dosis especificadas, según el estadio del cultivo que corresponda.

Proteger el agua de napa, almacenando correctamente el plaguicida que no se usa, descartando los envases vacíos como se especifica en la etiqueta, y nunca mezclar los agroquímicos cerca de fuentes de agua, cunetas u otros cursos de agua que puedan ser contaminados por algún derrame.

Si se usan cultivadores de campo para el control mecánico de malezas, evitar desplazar suelo hacia la planta de maní, porque el mismo puede generar problemas de enfermedades, e inhibir el desarrollo normal de la floración y clavado, reduciendo la calidad y el rendimiento.

Se recomienda seguir las recomendaciones para el control de malezas, insectos, y enfermedades publicados en el Boletín de Divulgación Técnica: Maní. Guía práctica para su cultivo (Pedelini, 2008). Esta información debe ser complementada con el Boletín Agrometeorológico que publica el INTA General Cabrera (Pedelini, 2010).

En Córdoba, la Ley de Productos Químicos o Biológicos de uso Agropecuario N° 9164/2004 y su Decreto Reglamentario 132/2005, regulan la utilización de productos químicos y biológicos de uso agropecuario (agroquímicos). A su vez la Resolución 263/2005 de la Secretaría de Agricultura y Ganadería creó un registro de elaboradores, distribuidores, aplicadores, operarios, asesores fitosanitarios, y de plantas de destino final de los envases (Gobierno de Córdoba, 2005). La intervención de los ingenieros agrónomos capacitados es fundamental para el uso responsable de agroquímicos. Dicha ley requiere el uso de la Receta Fitosanitaria expedida por un Asesor Fitosanitario, el que debe estar habilitado y debe seguir determinados protocolos. Dichos trámites se deben realizar ante el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba y el Colegio de Ingenieros Agrónomos (http://www.ciacordoba.org.ar). El Centro de Ingenieros Agrónomos de General Cabrera y Zona tiene publicado en su página web un protocolo de calibración de equipo pulverizador terrestre, específicamente para el cultivo de maní (Leiva, 2008).

Aplicación y manejo de fitosanitarios: el mayor riesgo se registra al manipular el producto concentrado en la apertura de los envases, la carga y la preparación del caldo de aplicación. En esta etapa en particular y en todas las operaciones de aplicación se deben seguir las normas de seguridad que incluyen el uso de indumentaria de protección adecuada (guantes, máscaras, botas, ropa adecuada). Al finalizar las tareas el aplicador de productos fitosanitarios o fertilizantes, debe proceder a un cuidadoso lavado con agua y jabón a fin de eliminar toda posible contaminación y colocarse ropa limpia. Las aplicaciones y manipuleo de los productos deben ser realizados por personas idóneas y capacitadas, equipadas convenientemente. No se debe comer, fumar ni beber durante esas operaciones. Deben respetarse las dosis y condiciones adecuadas de empleo (condiciones climáticas, estado del cultivo y de la plaga, etc.), evitando derrames, haciendo el triple lavado y destruyendo los envases luego de utilizados (SENASA, 2010). Se debe tener la precaución de hacer un manejo correcto del agua de lavado de envases o equipos.

Solicitar análisis de residuos de productos fitosanitarios: La empresa procesadora debe poder demostrar que poseen información acerca del mercado en el que intenta comercializar su producto, así como de las restricciones de los Límites Máximos de Residuos (LMR) de pesticidas para ese mercado. Las tolerancias o límites máximos de residuos de plaguicidas en maní (mg/kg) para

Argentina se encuentran en la Res. SENASA 934/10 (http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/148029/norma.htm), para Estados Unidos en el United States Department of Agriculture (USDA, 2010) (http://www.mrldatabase.com) y en la Food and Drug Administration (FDA, 2008). Para la Unión Europea se pueden encontrar en el Directorate General for Health & Consumers (http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm).

La empresa procesadora debe contar con un procedimiento para la toma de muestras, en base a normas del Código Alimentario (FAO/OMS 2006, 2010; CODEX, 1979, 1995, 1999 a y b, y 2004). Los análisis de residuos deben ser trazables hasta el campo. Debe contarse con la lista actualizada de LMR, y tomar medidas cuando el LMR del país de destino sea más restrictivo. Ante el exceso del LMR, se debe contar con un procedimiento de contingencia. Los análisis deben ser realizados en un laboratorio acreditado bajo normas ISO 17025, o en algún estándar equivalente por alguna autoridad nacional competente.

Fertilización

El principal beneficio de un planteo de rotaciones efectivo es que el maní responde mejor a la fertilidad residual del suelo que a las aplicaciones directas de fertilizante. Tradicionalmente se considera que las prácticas de fertilización al cultivo inmediatamente precedente al maní son extremadamente importantes. No obstante, trabajos recientes realizados por el INTA indican que hay respuesta significativa a la fertilización del cultivo de maní durante la siembra con nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y calcio (Ca) (Boretto *et al.*, 2010; Haro *et al.*, 2010a; Boretto y Pedelini, 2011; Bonessi *et al.*, 2011).

El maní es una planta leguminosa que tiene capacidad para fijar el N del aire a través de bacterias que forman nódulos en sus raíces. La ausencia de bacterias específicas, la sequía, el anegamiento o el encostramiento que limite la aireación del suelo, perjudican la efectividad en la fijación del N. Cuando la disponibilidad de N no es suficiente, el follaje presenta un color verde claro a amarillento. Los primeros síntomas se presentan en las hojas inferiores. La falta de N generalmente no se observa durante el estado vegetativo, sino que los síntomas aparecen al inicio del estado reproductivo, debido al aumento en la demanda de N por la formación de los frutos y a la consecuente translocación desde las hojas. En los lotes donde nunca se ha sembrado maní previamente o donde hace muchos años que no se cultiva maní, es recomendable aplicar inoculantes que favorezcan la nodulación y la consecuente fijación de N. Estos nódulos son producidos por bacterias que infectan las raíces. En lotes donde se ha cultivado maní en varias ocasiones, suele haber una población establecida de bacterias, aunque ante la duda, es recomendable inocular con inoculantes líquidos sobre la línea, al momento de la siembra, o bien inoculando la semilla con inoculantes en base turba (Pedelini, 2008).

Para su uso, dichos inoculantes deben estar registrados en SENASA. En las últimas seis jornadas nacionales de maní, llevadas a cabo en General Cabrera, se han presentado por lo menos nueve trabajos que indican un incremento en el desarrollo radicular del cultivo y un aumento del rendimiento del maní por la inoculación (Cerioni *et al.*, 2007; Nutinez *et al.*, 2008; Pérez *et al.*, 2008; Valetti *et al.*, 2008; Chiavazza, 2009; Haro *et al.*, 2010b; Ferlini Micheli *et al.*, 2010; Monteleone *et al.*, 2011).

El maní es muy sensible a la falta de Ca. Este nutriente es absorbido por las raíces y circula en sentido ascendente por los tallos hasta las hojas, donde se deposita. Como resultado de esta inmovilidad, el Ca depositado en hojas no se traslada luego a los frutos, por lo que debe ser absorbido por las vainas directamente desde el suelo. En general, no se han observado deficiencias de P, K o Ca en los suelos de la región manisera de Córdoba (Pedelini, 2008).

Impedir el ingreso de animales al lote y a las zonas de almacenaje

La presencia de animales puede ser causa de contaminación del terreno, del agua y, principalmente, de la producción. Se deben extremar las precauciones y evitar su acceso al lote del cultivo, principalmente en épocas próximas a la cosecha.

Se debe impedir el acceso de animales domésticos a las instalaciones, para prevenir la contaminación del producto cosechado. Se deben extremar todas las medidas para evitar la presencia de pájaros y roedores en las instalaciones de almacenamiento ya que estos son importantes agentes de transmisión de enfermedades, causadas por hongos y bacterias, que afectan a los seres humanos.

Instalaciones adecuadas del establecimiento según los procesos que se realicen

La protección de los trabajadores, una de las bases fundamentales de las Buenas Prácticas Agrícolas, favorece la seguridad y la salud ocupacional, el bienestar del trabajador y, en consecuencia, la inocuidad de los alimentos producidos. Se deben determinar e identificar los requisitos de higiene y de instalaciones requeridos para cada establecimiento (SENASA, 2010).

Las instalaciones y mejoras tales como molinos, tanques australianos, galpones, deben ubicarse en lugares donde se evite la posibilidad de contaminación, pérdida de inocuidad o calidad del maní. Las construcciones deben ser realizadas de manera tal de evitar el anidamiento y proliferación de plagas y que se puedan realizar las labores de mantenimiento, limpieza y desinfección. Si las instalaciones van a cumplir varias finalidades tales como reparo de maquinaria, envases, alimentos para animales, semillas, etc., es fundamental separar cada una de ellas. Los depósitos de agua deben estar limpios interna y externamente, sin sedimentos, con cañerías en buenas condiciones y canillas, mantenidos en lugares adecuados y sobre estructuras que eviten su contacto con el suelo.

Equipamiento: todos los equipos (maquinarias, acoplados, secadoras, sistema de riego, etc.) deben estar en perfectas condiciones de mantenimiento y limpieza a fin de asegurar su buen estado y funcionamiento, teniendo para ello elaborado un plan de mantenimiento general. En el caso de los equipos, se deberá contar con un programa de mantenimiento que responda a las especificaciones del fabricante. Se recomienda mantener los manuales de los equipos a buen resguardo y consultarlos toda vez que sea necesario. Es conveniente contar con un reparo adecuado para proteger equipos, máquinas y herramientas. La posibilidad de contar con un galpón de herramientas favorece la conservación de los equipos.

Almacenaje: el almacenaje del maní requiere sanidad y limpieza de las instalaciones y un buen control de la ventilación para proveer un ambiente fresco y seco. En esta etapa es donde se presenta el mayor riesgo de desarrollo de aflatoxinas, ya sea en las estibas de bolsones o en las celdas de almacenamiento a granel. El maní debe almacenarse sin daño mecánico, seco, sano, limpio, libre de insectos y de otros contaminantes. Si no se cumplen ciertos requisitos durante esta etapa de almacenamiento primario (estibas con bolsones, silos y celdas), puede ocurrir el deterioro del maní en vainas y el desarrollo de aflatoxinas. El primer requisito es limpiar el maní; el segundo es almacenarlo sin daño mecánico y seco, con un máximo de 9% de humedad del grano; y el tercero es controlar el ambiente del almacenamiento temporario. En caso de no contar con las instalaciones necesarias, es conveniente entregar el producto recién cosechado a las plantas procesadoras, para el manejo adecuado del maní.

Depósitos de agroquímicos: los depósitos de agroquímicos deben estar alejados de viviendas, o de presencia de personas o animales; alejados de pozos o fuentes de agua y de lugares de producción; y en lugar elevado y seco. El piso debe ser impermeable, liso, sin rajaduras y no combus-

tible. Debe contar con zócalo perimetral, con pendiente para la recolección en caso de derrames. Las paredes deben ser de material resistente al fuego, en lo posible de mampostería, con rejillas de ventilación que permitan la circulación de aire. Los techos deben tener la inclinación necesaria que asegure escurrimiento del agua, y de material no combustible. Los drenajes del depósito deben conectarse a un contenedor especial. Las puertas deben ser incombustibles, con sistema de apertura de emergencia hacia el exterior y con cerradura para impedir el ingreso de personas no autorizadas. La iluminación debe ser adecuada natural y de ser posible artificial. La instalación eléctrica deberá haber sido diseñada y ejecutada por un electricista. Debe contar con una llave de corte general en el exterior del depósito. Debe haber un baño próximo al depósito con equipo lavaojos y ducha descontaminante. El depósito debe ser de uso exclusivo para agroquímicos, y el almacenamiento deberá realizarse sobre tarimas o estanterías adecuadas al peso y al producto, colocando productos en polvo en estanterías superiores a los productos líquidos. Se debe contar con extinguidores de fuego ABC, balde de arena, material absorbente, equipos de protección personal, programa y personal capacitado para situaciones de emergencia. Tiene que haber instrucciones de primeros auxilios, botiquín y cartelera con dirección y teléfonos de centros de atención cercanos. Los depósitos de agroquímicos deben estar señalizados, como mínimo, con un plano de las instalaciones y la ubicación de los registros de almacenamiento, y las siguientes leyendas: “Prohibido el ingreso de personas no autorizadas”, “Prohibido fumar, comer o beber”, y “Salida de emergencia”. Esta misma señalización se aplica para el depósito de combustibles y de fertilizantes.

Se aplica la Ley 24.557/96 y el Decreto 617/97 sobre normas generales de seguridad en instalaciones. Se debe cumplir con la Ley Nacional de residuos peligrosos Nº 24051, régimen aplicable a la generación, manipulación, transporte, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos. Asimismo, en el ámbito de la provincia de Córdoba, la Ley Provincial de residuos peligrosos Nº 8973 adhiere a la ley Nacional Nº 24051. Es el marco regulatorio ambiental vigente en la Provincia de Córdoba y comprende entre sus medidas la prevención y el control de los problemas derivados de la generación, transporte, manipulación, operación y disposición final de los residuos peligrosos. La Disposición 05/05 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo contiene un listado de agentes de riesgos, es decir el riesgo de exposición de las personas en un ámbito laboral a riesgos químicos, físicos, biológicos, agentes termo higrométrico y otros. Cada agente de riesgo tiene su código correspondiente para considerar la realización de los exámenes médicos periódicos.

Señalización de las áreas donde exista un peligro potencial

Las áreas de *mayor riesgo* deben ser señalizadas y restringir su acceso al personal habilitado para trabajar en esos lugares. Los distintos *peligros* que se presenten en el predio deben estar claramente identificados (zanjas, pozos, depósitos de agroquímicos, salida de equipos, combustibles, etc.). Debe haber un número proporcional de extinguidores de incendio de acuerdo al área a proteger, y los mismos deben estar claramente señalizados.

Incluir carteles según corresponda, tales como “Prohibido el ingreso de personas no autorizadas”; “Prohibido fumar, comer o beber”; “Salida de emergencia”; “Mantenga la higiene y la limpieza del lugar”; “Utilice agua y jabón antes de retirarse de los sanitarios”; “Residuos”, etc.

Identificar contenedores para los residuos debidamente rotulados y distribuidos en sectores estratégicos del establecimiento, con cartelera según los diferentes tipos de residuos: Envases de agroquímicos, vidrio, metales, plásticos, residuos orgánicos, cartón y papel.

Cosecha y postcosecha de forma higiénica y segura

La cosecha del maní es un proceso de dos etapas relacionadas, el arrancado y el descapotado, de modo que la eficiencia de la primera condiciona el resultado de la siguiente. Los productores pueden mantener o reducir la calidad durante cada uno de estas etapas, pero nunca podrán mejorar la calidad que no se ha logrado durante el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo.

Arrancado

El mejor momento de arrancado es cuando el cultivo tiene el porcentaje más alto de granos enteros maduros y el mayor rendimiento. El momento óptimo no es de fácil determinación, debido a que el maní es una planta de crecimiento indeterminado que continúa emitiendo nuevos clavos y desprendiendo las vainas viejas hasta el momento de la cosecha o de la senescencia. Determinar cuándo arrancar es una decisión de riesgo de manejo. Los productores deben hacer un balance entre el riesgo de perder vainas maduras por debilitamiento del clavo y descomposición de vainas (sobre maduración), con la ganancia potencial que se obtendría al esperar que sigan madurando las vainas (Bragachini y Bongiovanni, 1993a). El cuadro 13 muestra el momento óptimo de arrancado y las pérdidas que se producen por arrancar demasiado temprano o demasiado tarde (Beasley *et al*., 2002).

Cuadro 13. *Momento óptimo de arrancado*

Momento de arrancado	**Pérdidas** kg/ha	**Valor** USD/t	**Pérdidas** USD/ha
2 semanas temprano	872	654	254
1 semana temprano	243	657	73
Óptimo	0	663	0
1 semana tarde	623	668	186

El control de malezas antes del arrancado es muy importante ya que al entremezclarse con el maní en la andana, se dificulta la limpieza y oreado, favoreciendo el crecimiento de hongos sobre las vainas.

Para evitar las pérdidas y lograr mayor eficiencia durante el arrancado, se recomienda inspeccionar las cuchillas, las rejas, el acarreador y las parrillas invertidoras. Las rejas deben estar bien afiladas durante todo el proceso, con una leve inclinación desde la punta hacia el talón. Se debe regular la profundidad de corte 2 a 3 cm por debajo de las vainas más profundas, siendo importante contar con sistema de copiado independiente de los cuerpos. Esto asegura que la mayoría de las raíces queden en el suelo y no vayan con el maní como material extraño. Previamente, se debe verificar que todas las rejas apoyen de la misma manera sobre el suelo, aumentando o disminuyendo el ángulo de inclinación para mayor penetración en el suelo, dependiendo si está duro o húmedo. Las cuchillas de corte deben cortar 2 a 3 cm de distancia de la línea de la punta de la reja. El acarreador-sacudidor debe producir vibraciones suficientes como para desprender la mayor cantidad de tierra posible de las plantas, sin provocar pérdida de vainas ni cambio de posición de las plantas. La velocidad del acarreador debe estar sincronizada con la velocidad de avance, para obtener un flujo continuo de plantas y una hilera uniforme. Los puntos de rozamiento deben estar bien pulidos, o recubiertos de material plástico deslizante, para permitir el flujo normal de plantas y evitar el desprendimiento de vainas (Bragachini *et al*., 1993a).

Se considera fundamental arrancar el maní en el momento adecuado de madurez. Los granos inmaduros (con más del 50% de humedad) o los pasados de madurez (muy deteriorados) son más susceptibles al ataque de hongos. Se debe arrancar con la humedad correcta del suelo y regular adecuadamente la arrancadora -invertidora para no arrastrar tierra al cordón de maní. En el caso que las condiciones del suelo no sean las ideales y se arranque el maní con excesiva tierra, se deberá usar un removedor de hileras. El arrancado-invertido es la técnica que ha permitido disminuir la ocurrencia de aflatoxinas en la hilera, ya que las vainas quedan expuestas al aire libre. De esta forma el cordón de maní se orea rápidamente, evitando la proliferación del hongo *Aspergillus*. Por esto, durante el arrancado e invertido, es muy importante lograr que la máxima cantidad de plantas quede totalmente invertida ya que las vainas que quedan hacia abajo y tocan el suelo forman un micro clima ideal para el desarrollo de *Aspergillus flavus* (Casini y Bragachini, 2010).

Descapotado

El descapotado es la operación mecánica que consiste en separar las vainas del resto de la planta. Se realiza cuando la humedad del maní en la hilera desciende del 40-45% (al momento de arrancado) al 20-24%, después de 4 a 10 días de oreado (inicio del descapotado). El rango de humedad del inicio de descapotado depende del sistema de secado:

En caso de contar con secadoras en el campo, el descapotado se puede iniciar con un 18-22% humedad (donde se producen menos daños mecánicos y pérdidas).

En el caso de almacenar el maní a campo sin previo secado artificial, la humedad de las vainas al momento del inicio del descapotado no debe ser inferior al 15%, porque se aumenta el riesgo de producir daño mecánico (Bragachini y Bongiovanni, 1993b).

Es necesario retirar el maní lo antes posible del campo. El oreado inicial del maní en la hilera debe hacerse lo más rápido posible, ya que el hongo crece rápidamente y necesita solo unas pocas horas para producir aflatoxinas, especialmente cuando el grano tiene un alto contenido de humedad y la temperatura es superior a los 25°C. El uso de cosechadoras equipadas con el sistema multicilíndrico de dientes flexibles permite un descapotado progresivo y operándolas correctamente evitan el daño mecánico sobre las vainas. La alta velocidad del cilindro y de los mecanismos internos (sinfines y norias) son las principales causas de daño mecánico en el maní. Se debe usar la menor velocidad posible de cilindro que permita una correcta separación de las vainas. El daño mecánico, sobre vainas y granos, es uno de los factores que mayor incidencia tiene en el deterioro del maní y lo predispone al ataque de hongos y formación de aflatoxinas. Una buena regulación de las máquinas cosechadoras evita la recolección excesiva de impurezas (tierra, malezas y otros restos) que favorecen el desarrollo del hongo y producción de aflatoxinas. Finalmente, es muy importante limpiar bien las descapotadoras y equipos (acoplados, tolvas, cintas, etc.) antes y después de operarlos para eliminar los restos de cosecha, porque constituyen una fuente de contaminación de aflatoxinas (Casini y Bragachini, 2010).

Resumen de aspectos a tener en cuenta para la cosecha del maní de alta calidad:

- Arrancar el maní para obtener la máxima madurez posible y el mayor valor económico por hectárea.
- Controlar las malezas antes del arrancado.
- Regular la arrancadora y afilar las rejas.
- Formar hileras uniformes, flojas y bien aireadas.
- Dejar que el maní se seque al 18-24% en las hileras.
- Regular la descapotadora.

- Tener en cuenta que la velocidad es enemiga de la calidad del maní.
- Limpiar la maquinaria para prevenir la contaminación del maní.
- Evitar mantener el maní en acoplados tolva.

Manejo postcosecha

Algunos productores pueden decidir almacenar el maní en el campo para venderlo más tarde. En este caso, rigen los mismos principios para el almacenaje a campo que para el almacenaje en plantas procesadoras (Beasley *et al.*, 2002; Casini y Bragachini, 2010).

Si no se cuenta con un sistema de secado artificial, se puede recurrir al secado natural a campo del maní en vaina, en bolsones de rejilla plástica; o lo que es más recomendable, a granel, en silos de malla de alambre con aireadores naturales tipo INTA, para que el aire fluya fácilmente en el interior del mismo y permita continuar con el oreado del maní en su vaina. La humedad con que puede ser almacenado, que puede variar entre 12 y 17%, depende de la capacidad del silo, si cuenta con un sistema de aireación natural, y si posee ventiladores. La descarga de la tolva debe hacerse con cintas transportadoras para evitar el daño mecánico, y antes del llenado del silo debe hacerse una prelimpieza para eliminar tierra, palos, desgrane y toda otra impureza que puedan afectar la calidad del maní dentro del silo durante el almacenaje. Este almacenaje a campo puede hacerse hasta que la humedad del maní llegue al 9%, ya que caso contrario, se producirán altas pérdidas por rotura de cajas (Bragachini *et al.*, 1993b).

El secado artificial es la técnica más efectiva para preservar la calidad del maní cosechado y disminuir el riesgo de aflatoxinas. Se puede realizar mediante carros secadores, silos secadores y secadoras de sistema continuo. En todos los casos, la temperatura no debe superar los 35°C; la velocidad de extracción de humedad no debe exceder el 0,5% por hora; y la humedad promedio final no debe ser inferior al 9%. Cualquier alteración en estos valores, deteriora los granos en su sabor y contextura física.

Resumen de aspectos a considerar en el secado artificial:

- Brindar un adecuado flujo de aire al maní almacenado.
- Ajustar la temperatura de secado en función de la temperatura y humedad ambiente.
- Regular la altura de maní a secar según el sistema de secado y humedad inicial.
- Evitar el secado en exceso.

Antes de secar el maní se aconseja realizar una prelimpieza para eliminar tierra, palos, resto de hojas y granos sueltos. Además de disminuir los costos de secado, permite mejorar las condiciones del maní para la toma de muestras, disminuye la variabilidad de los análisis, elimina el mayor porcentaje de impurezas y disminuye el riesgo de aflatoxinas durante el almacenamiento.

Por otra parte, se deben limpiar los camiones que se usan para transportar al maní a granel y tener especial cuidado en las bocas de descarga que quedan sucias y se constituyen en importantes focos de contaminación con *Aspergillus flavus*.

El almacenamiento del maní requiere sanidad y limpieza de las instalaciones y un buen control de la ventilación para proveer un ambiente fresco y seco. En esta etapa es donde se presenta el mayor riesgo de desarrollo de aflatoxinas, ya sea en las estibas de bolsones o en las celdas de almacenamiento a granel. El maní debe almacenarse sin daño mecánico, seco, sano, limpio, libre de insectos y de otros contaminantes. Si no se cumplen ciertos requisitos durante esta etapa de almacenamiento primario (estibas con bolsones, silos y celdas), puede ocurrir el deterioro del maní en vainas y el

desarrollo de aflatoxinas. El primer requisito es limpiar el maní; el segundo es almacenarlo sin daño mecánico y seco, con un máximo de 9% de humedad del grano; y el tercero es controlar el ambiente del almacenamiento temporario.

Las impurezas constituyen el mayor riesgo para el desarrollo de aflatoxinas y de producir incendio, ya que en ellas se concentra la mayor humedad y además, por mayor peso, se acumulan en la base de la celda. Los granos sueltos son los más susceptibles de ser atacados por insectos y hongos. Este problema puede producirse por la falta de prelimpieza y/o por el almacenamiento de maní húmedo; pero también puede ser el efecto de la condensación de humedad en los estratos superiores de las estibas, silos o trojes cuando son tapados herméticamente con lonas impermeables. Esa condensación ocurre porque el maní húmedo, aún con el 9%, y expuesto durante algunos días de sol en el invierno alcanza a evaporar algo de humedad que se concentra en la parte superior de la lona. Luego, durante la noche, la temperatura disminuye y esa pequeña cantidad de vapor de agua se condensa y precipita sobre las bolsas superiores, dando el ambiente adecuado para el desarrollo de aflatoxinas. Para esto es muy importante ventilar las estibas quitando las lonas periódicamente o montar algún sistema de ventilación en la parte superior. Esa ventilación se puede lograr dejando un espacio libre en la parte superior de la estiba y disponer la lona de cobertura para poder abrir las puntas, que al formar una corriente de aire, permite eliminar la humedad que se va acumulando en ese sector. Otras alternativas de ventilación son troneras en la parte superior de la estiba para que permanentemente se pueda evacuar el aire húmedo que se evapora, o el uso de lonas impermeables al agua de lluvia y permeables al vapor.

El control de insectos debe ser preventivo y lo más estricto posible para evitar el daño de las vainas y granos. Se deben extremar todas las medidas para evitar la presencia de pájaros y roedores en las instalaciones de almacenamiento ya que estos son importantes agentes de transmisión de enfermedades, causadas por hongos y bacterias, que afectan a los seres humanos.

En caso de detectar problemas en unas pocas bolsas de una estiba o en una parte de la celda, lo mejor es aislar el problema y eliminar ese sector. Se recomienda no mezclar diferentes calidades, ya que una sola bolsa contaminada con aflatoxinas puede ser fácilmente detectada entre miles de toneladas. Este mismo principio se aplica cuando se desean mezclar lotes de maní con problemas de aflatoxinas con maní bueno para mejorarlo, ya que lo único que se logra es malograr el maní bueno.

Durante el almacenamiento se debe realizar un monitoreo y control permanente de la calidad del maní depositado en estibas, silos y/o celdas, para prevenir los problemas y evitar el deterioro. Es fundamental la planificación y el registro de todas las actividades de seguimiento y control.

Las instalaciones para el manejo del producto y/o almacenamiento deben desinfectarse diariamente para prevenir contaminación. El producto descartado y los materiales de desecho deben ser colocados fuera del área de almacenamiento. Los desinfectantes, combustibles, productos de limpieza, lubricantes, etc., deben contar con un área separada para su almacenamiento y estar registrados para su uso en alimentos.

Capacitación a los trabajadores

Las capacitaciones deben focalizarse en temas relacionados con la higiene e inocuidad de los alimentos y el manejo de productos fitosanitarios, y debe ser brindada tanto para el personal permanente como para el temporario. Se considera como válida a los fines de capacitación cualquier charla técnica o con instructivos dada por instituciones oficiales y privadas, profesionales independientes, agrónomos de exportadoras, asesores privados, etc. Las mismas deben poner énfasis en lograr que el personal utilice equipos de protección para manipular productos fitosanitarios y que se

mantengan las prácticas recomendadas. El personal que desarrolle tareas específicas como manipulación de productos fitosanitarios, manipulación de maquinarias o equipos en general debe recibir una capacitación especial antes de efectuar su labor, asegurándose que pueda comprender perfectamente las instrucciones dadas por los fabricantes. Todas las capacitaciones deberán registrarse en el cuaderno de campo, dejando por escrito la información de: objetivos; contenidos; capacitador y su calificación en el tema; fecha; duración; listado y firma de asistentes.

Se debe prestar especial atención en el uso de equipos como tractores, pulverizadoras, arrancadoras, descapotadoras, etc. En todos los casos, el personal que los utilice debe estar adecuadamente capacitado para evitar riesgos en su salud, contaminaciones y optimizar el funcionamiento de los equipos. Las indicaciones técnicas pueden ser impartidas por técnicos capacitados, incluyendo los de las empresas fabricantes. En lo posible, se debe contar con los manuales originales de mantenimiento y uso de los equipos. Es importante llevar un registro detallado de todas las máquinas del establecimiento, donde figuren las normas básicas de operación, mantenimiento y seguridad. El registro debe incluir las tareas de mantenimiento con fecha, periodicidad y responsable de la operación, lo que puede evitar accidentes y costos extras por reparaciones.

Se deberá dar capacitación a todo el personal sobre el uso adecuado y responsable del agua. Llevar un cuaderno de campo con un registro de todas las capacitaciones a trabajadores, operarios, contratistas, etc.

Documentación y registro de todas las actividades inherentes a la producción

Se debe llevar un registro de todas las actividades inherentes a la producción, según lo indicado en cada punto de control.

Sistema de trazabilidad

Según la Real Academia Española, trazabilidad es la posibilidad de identificar el origen y las diferentes etapas de un proceso de producción y distribución de bienes de consumo; y según la norma ISO 9001:2000, es la capacidad para rastrear la historia, la aplicación o la localización de una entidad mediante indicaciones registradas.

La trazabilidad, entendida como *rastreo*, es la ruta de la mercadería desde el lugar de producción, siguiendo el camino hasta su lugar de consumo (fletes, distribuidor mayorista, distribuidor minorista, comercio, consumidor). El rastreo se inicia siguiendo el camino desde el productor hacia el consumidor, sirve para conocer la producción obtenida, productos que se deben desechar, permite manejar los aspectos organizativos y de transporte. La trazabilidad, entendida como *trazado*, permite conocer desde el origen del producto los diferentes participantes hasta la llegada al consumidor y en caso de existir algún problema, conocer el responsable. El camino es desde el consumidor hacia el productor pasando por todos los eslabones intermedios y de ese modo detectar el lugar donde se produjo la deficiencia o el problema (SENASA, 2010).

El Reglamento CE 178/2002 de la Unión Europea define la trazabilidad como *la habilidad de ubicar y seguir un alimento para uso humano o animal, animales productores de alimentos o sustancias que intentan o se espera sean incorporadas al alimento para uso humano o animal a través de todas las etapas de su producción, procesamiento y distribución*. Los procesadores de un alimento para uso humano o animal deben ser capaces de identificar cualquier persona que les ha provisto un alimento para uso humano o animal, un animal productor de alimentos o cualquier sustancias que intentan o se espera sean incorporadas a alimento para uso humano o animal. El operador debe im-

plementar hasta el final, un sistema que permita poner a disposición de las autoridades competentes la información cuando es requerida.

La trazabilidad sirve para que ante alguna característica indeseable del producto, un reclamo del cliente o reporte de ETA, el comerciante o autoridad sanitaria competente, puedan solicitar el rastreo del producto a fin de conocer la causa y el origen del reclamo. Debe crearse un código de trazabilidad propio, que permita identificar cada producto que sale de nuestro campo hacia el mercado. Para la codificación se pueden usar letras y números. El código de trazabilidad debe contener la siguiente información: Siglas del nombre y apellido del productor, tipo de producto, variedad, lote de donde proviene, lugar donde fue producido, y fecha de embolsado o de entrega a la industria.

Esta información puede estar escrita a mano, impresa o como código de barras, para lo que existen empresas especializadas, como GS1 Argentina (2010), para generar un número de identificación GTIN (*Global Trade Item Number*) con sus correspondientes barras para lectura automática. Cada envase (tolva, bolsa, etc.) debe llevar este código de trazabilidad. En los casos que sean posibles, cada unidad de producto debe llevar su propio código.

La trazabilidad es un requisito de las BPA, e implica implementar un sistema de identificación que permite trazar el maní hasta el establecimiento o grupo de productores donde se haya cultivado, así como también hacer un seguimiento desde la explotación hasta el cliente comprador. Debe existir un procedimiento para el retiro del producto, como así también una persona responsable de la toma de decisiones.

Contar con un responsable de la implementación de las BPA

Es importante que el responsable de la implementación de las BPA realice una auditoría interna. Es una autoevaluación que permite al productor prepararse de forma adecuada para el momento que se lleve a cabo una auditoría externa, siendo su realización imprescindible para verificar que los procedimientos y registros del productor están debidamente ajustados y plenamente respaldados. Esta autoevaluación puede contar con observaciones o *No Conformidades*. Una No Conformidad es un fallo en la aplicación de un Punto de Control, debido a procedimientos incorrectamente aplicados o que no están respaldados por registros. El agricultor debe realizar al menos una auditoría interna por año, para asegurarse el cumplimiento de los estándares de las BPA. Esta auditoría interna debe ser registrada y documentada. En caso de que existan No Conformidades durante el desarrollo de la auditoría, el productor debe tomar medidas correctivas para subsanarlas con anterioridad a la realización de la auditoría externa. Estas medidas correctivas deben estar documentadas de igual forma.

El responsable de la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas puede ser el productor o un profesional Ingeniero Agrónomo capacitado en el tema. Debe generar mecanismos para atender y seguir sus compradores de maní en aspectos relacionados con rechazos o descuentos por inadecuada manipulación, condiciones de entrega en plantas procesadoras, y con respecto a la calidad del producto en general. Estos rechazos o descuentos deben estar documentados.

El responsable debe conservar los formularios de entrega de maní en las plantas procesadoras, donde se detalle la calidad del producto entregado, y donde quede constancia de aspectos relacionados al cumplimiento de BPA. Este procedimiento permite que los aspectos de calidad sean correctamente registrados, analizados, se haga un seguimiento de los problemas detectados, y se documenten junto con las acciones llevadas a cabo para corregirlos.

Se recomienda un seguimiento personal al producto, desde el momento que sale del campo hasta que llegue a la planta procesadora o el punto de venta. La trazabilidad es fundamental para que el

productor se proteja de cualquier rechazo o descuento no fundamentado.

Opcionalmente, se puede contratar una auditoría externa, que es la comprobación por parte de una institución certificadora externa, que los catorce puntos de control de BPA son correctamente aplicados y están respaldados. La empresa certificadora realiza la auditoría externa para dar la conformidad al manejo de cada uno de los puntos de control. En caso que el productor cumpla con todos los procedimientos y cuente con toda la documentación de las BPA, emitirá un Certificado de Cumplimiento de Buenas Prácticas Agrícolas. Este certificado es la garantía de que el productor ha implementado exitosamente los sistemas de aseguramiento de calidad. Para ello, se recomienda que la documentación de las auditorías, interna y externa, se mantenga archivada durante al menos dos años.

Bibliografía citada

Arévalo, J. 2008.Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. [ed.] Cochabamba : Fundación Valles (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles), 2008. pág. 67. ISBN 978-99905-962-0-5. http://www.youblisher.com/files/publications/7/39576/pdf.pdf. http://www.fdta-valles.org.

ASA, American Society of Agronomy. 1989. Decision Reached on Sustainable Agriculture. *Agronomy News*. Madison, Wisconsin, USA : ASA, January de 1989. pág. 15.

Beasley, J.; D. Jordan & R. Lemo. 2002.Agricultural Practices for Peanut Growing and Harvesting. Peanut Voluntary Code for Good Management Practices. [En línea] American Peanut Council Good Management Practices – Approved 6/19/02, 2002. [Citado el: 25 de Agosto de 2010.] http://www.peanutsusa.com/.

Bonessi, F.; A. Rago; A. Marinelli; G. March; L. Cazón; J. García; L. Tarditi; L. D'Eramo; S. Ferrari y C. Oddino. 2011. Efecto de la fertilización sobre la intensidad del carbón del maní. Actas de la XXVI Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Bongiovanni, R. 2008.Agricultura de precisión en maní. IDIA XXI, Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Edición especial sobre cultivos industriales. Buenos Aires : Ediciones INTA, Julio de 2008. Vol. Año VIII, No. 10, págs. 89-94. ISBN 987-521-0044-7. http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/doc/10_cult_industriales.pdf

Bongiovanni, R. y J. Lowenberg-DeBoer. 2006. Agricultura de precisión en Argentina. [aut. libro] R. Bongiovanni et al.. [ed.] PROCISUR. Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable. http://www.procisur.org.uy/data/documentos/135050.pdf. Montevideo: PROCISUR/IICA, 2006, págs. 201-215.

Bongiovanni, R.; N. Barberis; M. Giletta; y M. Platé. 2010. Resultado económico del maní con balance de nutrientes. Actas de la XXV Jornada Nacional del Maní. General Cabrera, Córdoba, Argentina. 16 de Septiembre de 2010. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Bongiovanni, R.; R. Pedelini; e I. Severina. 2008. Análisis económico del cultivo de maní bajo diferentes rotaciones y sistemas de labranza. IDIA XXI, Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario. Edición especial sobre cultivos industriales. Buenos Aires : INTA, 2008, Vols. Año VIII - No. 10. Julio de 2008., págs. 79-82. http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/doc/10_cult_industriales.pdf.

Boretto, D.; J. Sacchi y R. Pedelini. 2010.Respuesta del cultivo de maní a la fertilización mineral con N, P y S bajo dos sistemas de labranza en la zona núcleo manicera de la provincia de Córdoba. XXV Jornada Nacional de Maní. [Actas]. General Cabrera, Córdoba, Argentina : CIA-INTA, 16 de Septiembre de 2010. págs. 51-52. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Boretto, D.; y R. Pedelini. 2011. Respuesta del cultivo de maní a la fertilización con dosis crecientes de N, sin deficiencias de P, Ca y S. XXVI Jornada Nacional de Maní. [Actas]. General Cabrera, Córdoba, Argentina: CIA-INTA. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Bragachini, M. y R. Bongiovanni. 1993a.Cosecha. Momento oportuno de arancado. [aut. libro] Mario Bragachini. *Maní. Implantación, cuidados culturales, cosecha, secado y almacenaje.* Proyecto PROPECO. Manfredi :

INTA, 1993, pág. 49.

Bragachini, M. y R. Bongiovanni. 1993b.Cosecha. Descapotado. [aut. libro] Mario Bragachini. *Maní. Implantación, cuidados culturales, cosecha, secado y almacenaje.* INTA Manfredi, PROPECO, pág. 69.

Bragachini, M.; C. Casini; L. Bonetto y R. Bongiovanni. 1993b.Almacenaje a campo. [aut. libro] Mario Bragachini. *Maní. Implantación, cuidados culturales, cosecha, secado y almacenaje.* INTA Manfredi, PROPECO, págs. 88-92.

Bragachini, M.; L. Bonetto y R. Bongiovanni. 1993a.Inicio de la cosecha. [aut. libro] Mario Bragachini. *Maní. Implantación, cuidados culturales, cosecha, secado y almacenaje.* INTA Manfredi, PROPECO. pp. 58-64.

Casini, C. y M. Bragachini. 2010. Buenas prácticas de manejo para disminuir el riesgo de aflatoxinas en el cultivo de maní. Cosecha y Postcosecha. [En línea] [Citado el: 9 de Noviembre de 2010.] http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/calidad/AflatoxinasMani.asp.

Cerioni, G. A.; R. M. Baliña; D.R. Toniotti; O. Giayetto y E.M. Fernandez. 2007.Inoculación de maní aplicada en el surco. Biomasa, componentes del rendimiento y calidad. Actas de la XXII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba : s.n., 2007. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Chiavazza, A. V. 2009. Respuesta del cultivo de maní a la inoculación en suelos con distinto historial manisero. Actas de la XXIV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba : s.n., 2009. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

CODEX. 1979.Código internacional recomendado de prácticas de higiene para el maní (cacahuete) (CAC/RCP 22-19791). . Roma : FAO/OMS, 1979. http://www.codexalimentarius.net/download/standards/267/CXP_022s.pdf.

CODEX. 1995.Norma general del CODEX para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos y piensos (CODEX STAN 193-1995). Roma : FAO/OMS, 1995. http://www.codexalimentarius.net/download/standards/17/CXS_193s.pdf.

CODEX. 1999a. Métodos de muestreo recomendados para la determinación de residuos de plaguicidas a efectos del cumplimiento de los LMR. s.l.: http://www.codexalimentarius.net, 1999. CAC/GL 33-1999.

CODEX. 1999b.Métodos recomendados de muestreo para la determinación de residuos de plaguicidas. Roma: FAO/OMS. Codex Alimentarius CAC/GL 33-1999, 1999. www.codexalimentarius.net/download/standards/.../CXG_033s.pdf.

CODEX. 2004.Código de prácticas para la prevención y reducción de la contaminación del maní (cacahuete) por aflatoxinas. (CAC/RCP 55-2004). . Roma : FAO/OMS, 2004. http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10084/CXC_055_2004s.pdf.

CONAL, Comisión Nacional de Alimentos. 2008. Alimentos Argentinos. Programa de Calidad - Marco Regulatorio. [En línea] 2 de Septiembre de 2008. [Citado el: 26 de Julio de 2011.] http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/Marco_Regulatorio/test/inicio/actas/Acta_Conal_78.pdf. Acta CONAL 78/2008.

European Union, Directorate General for Health & Consumers. 2010. European Union Pesticides database. Pesticides Web Version - EU maximum residue levels (MRLs). 10/10/2010. Directive 91/414/EEC. Regulation (EC) No 396/2005. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2004. Las Buenas Prácticas Agrícolas. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. [En línea] Enero de 2004. [Citado el: 1 de Febrero de 2010.] Documento de trabajo. http://www.fao.org/prods/gap/resources/keydocuments_es.htm.

FAO/OMS. 2006.Qué es el Codex Alimentarius. [ed.] Organización Mundial de la Salud. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 3ra. Edición. Roma : Secretaría del Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, 2006. pág. 51. ftp://ftp.fao.org/codex/Publications/understanding/Understanding_ES.pdf. ISBN 978-92-5-305614-9.

FAO/OMS. 2010. Comisión del Codex Alimentarius. Normas Alimentarias FAO/OMMS. [En línea] 2010. [Citado el: 30 de Septiembre de 2010.] http://www.codexalimentarius.net/web/index_es.jsp.

FDA, Food and Drug Administration. 1998. Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh Food and Vegetables. Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN). [En línea] [Citado: 22/Sept/2010] http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/

ProduceandPlanProducts/UCM169112.pdf.

Ferlini Micheli, H.; S. Díaz; y C. Olmedo. 2010.Efecto de la inoculación con bacterias PGPRs (Azospirillum brasilense) en el cultivo de maní (Arachis hypogaea). Actas de la XXV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba : s.n., 2010. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Fernandez, Elena M. y Giayetto, Oscar. 2006. *El cultivo de maní en Córdoba.* Río Cuarto : UNRC, 2006. ISBN 950-665-407-7.

Figueroa, Álvaro y Oyarzun, María Teresa. 2004. Buenas Prácticas Agrícolas: Potencial de diferenciación en países de América Latina. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FODEPAL, Proyecto Regional para la Formación en Economía y Políticas Agrarias y de Desarrollo Rural en América Latina. [En línea] 2004. [Citado el: 25 de Agosto de 2010.] http://www.fao.org/prods/gap/resources/keydocuments_es.htm.

Flowers, R. A. 2002. Effect of Rotation Lenght on Peanut Yields. [aut. libro] John Beasley, David Jordan y Robert Lemon. *Agricultural Practices for Peanut Growing and Harvesting. Good Management Practices.* s.l. : American Peanut Council, 2002, pág. 12. Approved 6/19/02.

Gambaudo, S. 2010. Recuperación de suelos salinos-sódicos. Jornada para profesionales. General Cabrera, Córdoba, Argentina. 2010 http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Disert.%20Ing.%20S.%20Gambaudo%20(Proy.%20AP%20-%20INTA%20Rafaela).pdf.

Gobierno de Córdoba. 2005. Legislación, Departamento Sanidad Vegetal. Secretaría de Agricultura. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentos de la Provincia de Córdoba. [En línea] 2005. [Citado el: 12 de Diciembre de 2010.] http://www.cba.gov.ar/vercanal.jsp?idCanal=26961.

GS1 Argentina. [En línea] [Citado el: 3 de Octubre de 2010.] http://www.gs1.org.ar/.

Haro, R. J.; M. Murgio; y L. Gastaldi. 2010a. Efecto de la fertilización (N-P-Ca) sobre el rendimiento en el cultivo de maní. XXV Jornada Nacional de Maní. [Actas]. General Cabrera, Córdoba, Argentina : CIA-INTA, 16 de Septiembre de 2010. págs. 53-54. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Haro, R. J.; M. Murgio; y L. Gastaldi. 2010b. Respuesta del cultivo de maní a la inoculación. Actas de la XXV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba : s.n., 2010. http://www.ciacabrera.com.ar/jornadas.htm.

Izquierdo, J.; M. Rodríguez Fazzone; y M. Durán. 2007.Manual "Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar". [ed.] FAO. Antioquía : Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2007. pág. 60. Vol. Plan Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional, http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/bpa/pdf/manual.pdf. 978-92-5-305693-4.

Krapovickas, A. y Gregory, W. C. 1994. Taxonomía del género Arachis (Leguminosae). *Bonplandia, Revista del Instituto de Botánica del Nordeste.* 1994. Vols. 1-4, Tomo VIII, págs. 1-186.

Leiva, P. D. 2008. Protocolo de calibración de equipo pulverizador terrestre. *Versión 1.0.* Centro de Ingenieros Agrónomos de General Cabrera y Zona, 2008. http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/PROTOCOLO DE CALIBRACION DE EQUIPO TERRESTRE.pdf.

March, G.J. y A.D. Marinelli. 2005.*Enfermedades del maní en Argentina.* Córdoba : INTA-UNRC, 2005. ISBN 987-43-8755-6.

March, G.J.; C.M. Oddino y A.D. Marinelli. 2010. Manejo de las enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos. Córdoba : INTA-UNRC, 2010. pág. 193. ISBN 978-987-05-9063-7.

McFarland, M.L. & R.G. Lemon, 2002.Irrigation Water Quality: Critical Levels for Peanuts, Cotton, Corn and Grain Sorghum. http://peanut.tamu.edu/library/pdf/WaterQuality%28a%29-02.pdf. College Station, Texas, USA : Texas Cooperative Extension, 2002. L-5417.

Monteleone, M.E.; M. Manescotto; G. Echalecu; D. Ruiz; M. Acosta. 2011. Nuevas estrategias para mejorar la respuesta a la inoculación de maní. Coinoculación con Azospirillum. XXVI Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba. http://www.ciacabrera.com.ar.

Nutinez, D.; M. Manescotto; y E. Monteleone. 2008. Práctica de inoculación en el cultivo de maní. Por qué inocular. Evolución de cuatro años de ensayos. XXIII Jornada Nacional de Maní, 2008. http://www.ciacabrera.com.ar.

OIT, Organización Internacional del Trabajo. 1993. Guía sobre seguridad y salud en el uso de productos agroquímicos. http://www.ilo.org/public/libdoc/ilo/1991/91B09_98_SPAN.pdf. Ginebra, Suiza : s.n., 1993. pág. 101. ISBN 92-2-307281-6.

Pedelini, R. 1998. Suelo. [aut. libro] Ricardo Pedelini y Cristiano Casini. *Manual del maní. Hacia la calidad total.* 3ra. edición. Manfredi : INTA, 1998, Vol. Abril 1998, pág. 80. Proyecto Maní 2000.

Pedelini, R. 2008.*Maní. Guía práctica para su cultivo.* [ed.] Publicaciones Regionales INTA. General Cabrera : http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Mani, Guia Practica para su Cultivo.pdf. ISSN 1851-4081.

Pedelini, R. 2010. Boletín Agrometeorológico. http://www.ciacabrera.com.ar/boletin.htm. ISSN 1851-1783.

Pérez, M.A.; S. Kopp; A.R. Cavallo; R. Pedelini; M. Heredia, M.; A. Díaz; F. Tomassini; y C. Illa. 2008.Efectos de la aplicación combinada de fungicida más inoculante en semillas de maní de diferente calidad fisiosanitaria. Actas de la XXIII Jornada Nacional de Maní. Gral. Cabrera. http://www.ciacabrera.com.ar/

Poisot, A. S. 2005. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. *GAP: Why care ? GAP standards and programmes: incentives, constraints, opportunities.* Wageningen, Holanda : FAO Agriculture Department, 23 de Mayo de 2005. Vol. Transition to sustainable agriculture.

Rampoldi, E. A.; M. Boccardo; C. Álvarez; E. Martellotto; A. Salinas. 2010. Calidad de las aguas subterráneas para riego suplementario en la provincia de Córdoba. Manfredi, Córdoba : INTA. Estación Experimental Agropecuaria, 2010. Vol. Boletín de Divulgación Técnica, 10. ISSN 1851-4081.

Salas, P. 1993. Rotación de cultivos. [aut. libro] Mario Bragachini. *Maní. Implantación, cuidados culturales, cosecha, secado y almacenaje.* Manfredi : INTA, Proyecto PROPECO, 1993, págs. 18-19.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2010a. Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Preguntas frecuentes sobre pesticidas. [En línea] [Citado el: 21 de Octubre de 2010.] http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=781&io=12623.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2002. Maní - Certificación de las exportaciones de maní con destino a la Unión Europea, en relación con su contenido de aflatoxinas. Requisitos que deben cumplir las empresas de control y certificación. *Resolución 436/2002 SENASA*.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2010b.*Reporte Comparativo del Comercio Exterior de Productos, Subproductos y Derivados de Origen Vegetal. Cereales, Oleaginosas y Subproductos. 2009 / 2010 - Primeros ocho meses de cada año. Granos.* Oficina de Estadisticas de Comercio Exterior, SENASA. pág. 3, Planilla Excel.

SENASA, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2010a. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. Unidad de Gestión Ambiental, Programa Buenas Prácticas Agrícolas. http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File3896-manual-bpa_senasa_cbpa.pdf. Buenos Aires, Argentina : SENASA, Diciembre de 2010. pág. 122.

USDA. 2010. USDA GAP/GHP Program. [En línea] Good Agricultural Practices, USDA, 22 de Sept de 2010. http://www.ams.usda.gov/fv/fpbgapghp.htm. - http://www.ams.usda.gov/AMSv1.0/ams.fetchTemplateData.do?template=TemplateN&page=GAPGHPAuditVerificationProgram.

Valetti, L.; J. Angelini; G. Cerioni; A. Fabra. 2008.Desarrollo y evaluación a campo de un inoculante para maní elaborado a partir de aislamientos rizobianos nativos de la zona manisera de la provincia de Córdoba. Actas de la XXIII Jornada Nacional de Maní. General Cabrera, Córdoba : s.n., 2008. http://www.ciacabrera.com.ar/.

WCED, World Commission on Environment and Development. 1987. Our Common Future: Brundtland Report. Advisory Panel on Food Security, Agriculture, Forestry, and Environment. United Nations : s.n., 1987. http://worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf.

ANEXO - *Capítulo 13*

Cuaderno de campo

El cuaderno de campo puede ser un cuaderno, libro, hojas o fichas sueltas que se coloquen en una carpeta que permita el movimiento de las mismas, pero que estén debidamente identificadas y numeradas a medida que se utilizan, para que la documentación registrada se conserve ordenada y siempre esté disponible. SENASA (2010) propone los siguientes contenidos para el cuaderno de campo:

Carátula

Nombre del Productor o Razón Social:	
Documento (DNI/LE/LC/Pas):	
Domicilio Comercial:	
Domicilio Legal:	
Dirección del predio:	
Código Postal:	
Departamento, Municipio y Localidad:	
Provincia:	
Teléfono:	
Celular:	
Correo electrónico:	
Registro en el RENSPA:	
Nº de Catastro:	
Responsable del Cuaderno de Campo:	
Propietario del Predio:	

Responsable técnico

Nombre y Apellido:	
Domicilio:	
Título habilitante:	

Personal *(una ficha por cada empleado)*

Nombre y Apellido:	
Documento:	
Domicilio:	
Libreta de trabajo:	
Libreta Sanitaria:	

Personal Temporario *(una ficha por cada empleado)*

Periodo de trabajo:	
Nombre y apellido:	
Documento:	
Domicilio:	
Libreta de trabajo:	
Libreta Sanitaria:	

Lote de producción

Propietario:	
Documentación probatoria: Contrato de arrendamiento, título de propiedad, autorización de uso, etc.	
Fechas y vigencia de los contratos	
Ubicación Catastral:	
Ubicación Geográfica:	
Detalle de establecimientos próximos y su actividad	
Detalle de potenciales fuentes de contaminación	
Superficie total	
Plano general de lotes y de instalaciones	
Carta de suelos de INTA:	
Fechas de análisis del suelo:	
Fechas de análisis del agua:	

Registro de labores o siembras en los lotes

Ubicación en el plano general:	
Nombre/Código del lote:	
Superficie:	
Cultivo:	
Fecha de siembra:	
Especie, variedad o cultivar:	
Fecha de cosecha estimada:	

Fecha	**N° de registro**	**Actividad**	**N° de jornales**	**Maquinaria**	**Observaciones**
Responsable de la siembra:					
Encargado de campo:					

Riego

Ejemplo de planilla de registro de riego

Nº de lote			
Fecha	**Volumen de agua (mm)**	**Responsable**	**Observaciones**

Ejemplo de registros de análisis de aguas para riego

Químico

Fecha	**Fuente**	**pH**	**Conductividad Eléctrica**	**Sulfatos ($SO_4^{=}$)**	**Cloruros (Cl^-)**	**Nitratos ($NO3^-$)**	**Amonio ($NH4^+$)**
			(µmhos / cm)	mg/l			

Químico (análisis sugerido ante sospecha de presencia de metales pesados)

Fecha	**Fuente**	**Cu**	**Cn**	**As**	**Cd**	**Cr**	**Hg**	**Pb**	**Zn**
		ppm							

Microbiológico

Fecha	**Fuente**	**Coniformes totales (u.f.c. / c/100ml)**	***Escherichia coli* (u.f.c. /100ml)**

Físico

Fecha	**Fuente**	**Turbidez Unidades Nefelométricas**	**Color Escala Pt-Co**	**Olor**	**Conductividad específica (µmhos / cm a 25ºC)**	**Sólidos disueltos totales (mg/l a 105º)**

Semilla

Ejemplo de planilla de registro de semilla utilizada

Clase			**Fiscalizada**			**Identificada**
Categoría			Original	1ra. Multiplicación (Registrada)	2da. y 3ra. Multiplicación (Certificada)	
Semilla pura		% en peso				
Materia inerte						
Semillas extrañas						
Número semillas extrañas en 1000 g	Malezas	Primarias				
		Secundarias				
Poder germinativo %						
Número esclerocios en 1000 g						

Cultivar:						
Procedencia: marca o empresa						
Fecha cosecha:						
Fecha envasado:						
Curasemilla.	Nombre		Fecha		Dosis	
Fitosanitario	Nombre		Fecha		Dosis	
Granometría						
Densidad de siembra						

Higiene y seguridad

Ejemplo de registro de capacitación del personal

Fecha	Duración	Nombre del personal	Tema	Objetivos	Responsable de capacitación

Ejemplo de registro de equipos de protección personal

Fecha	Botas	Guantes	Traje	Máscara	Antiparras	Nombre y apellido	Firma de recepción

Ejemplo de registro de personal del establecimiento

Nombre	Fecha de ingreso	Período de trabajo	Horario de trabajo	Libreta Laboral	Libreta Sanitaria

Ficha de estado de limpieza de baños e instalaciones

Fecha	Estado	Elementos de limpieza utilizados	Responsable	Observaciones

Productos fitosanitarios, fertilizantes y enmiendas

Ejemplo de registro de aplicación de fertilizantes

Ubicación en el plano general:	
Nombre/Código del lote:	Superficie:
Cultivo:	Fecha de siembra:
Especie, variedad o cultivar:	Fecha de cosecha estimada:
Requerimientos nutricionales - Estado fenológico:	

Análisis de suelo

Nitrógeno (N)	Fósforo (P_2O_5)	Potasio (K_20)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Azufre (S)	Micronutrientes	Materia Orgánica

Dosis total aplicada:

Fecha	Días desde la siembra	Nombre del producto	Aporte de nutrientes	Cantidad aplicada	Método de aplicación

Responsable de la fertilización:
Encargado del campo:
Nombre y firma del operario:

Ejemplo de registros de plagas e insectos benéficos de todo el terreno

Responsable del monitoreo				
Método de monitoreo utilizado:				
Trampas:				
Muestreo directo:				
Fecha de observación	**Lote**	**Plaga o enfermedad**	**Benéfico**	**Observaciones**
Estado de desarrollo del cultivo:				
Número de organismos plaga:				
Organismos benéficos localizados:				
Umbrales de daño:				

Ejemplo de registro de mantenimiento, estado y calibración de equipos

Equipo

Identificación del equipo:
Nº de inventario:
Marca o modelo:
Fecha de compra:

Calibración

Marca Tipo y número de pastilla utilizada:
Presión de trabajo:
Volumen de aplicación:
Fecha de calibración y resultados:

Ejemplo de ficha de usos y registros de productos fitosanitarios

Fecha	**Nombre comercial**	**Principio activo**	**gr/100L cm^3/100L**	**Plaga o enfermedad**	**Nivel**	**Maquinaria usada**	**Tiempo carencia**	**Operario responsable**

Ejemplo de ficha de mantenimiento general de equipos

Fecha	**Equipo**	**Mantenimiento realizado**	**Responsable**

Ejemplo de ficha de eliminación aguas de lavado de equipos - Agroquímicos

Fecha	**Equipo**	**Lugar de eliminación**	**Responsable**

Inventario de agroquímicos *(actualizar continuamente o cada 3 meses)*

Fecha	**Producto**		**Cantidad inicial**	**Saldo**
	Nombre comercial	Principio activo		

Registro de equipos de protección personal y estado de uso

Fecha	Capa	Botas	Guantes	Máscaras	Filtros	Observaciones

Registro de eliminación de envases vacíos de agroquímicos *(previo triple lavado)*

Fecha	Lugar de depósito	Período de uso	Responsable

Capacitación del personal

Ejemplo de registro de capacitación del personal

Fecha	Duración	Nombre del personal	Tema	Objetivos	Responsable de capacitación

SECCIÓN IV

Capítulo 14

Enfermedades fúngicas del maní
Adriana D. Marinelli , Guillermo J. March y Claudio M. Oddino

Capítulo 15

Enfermedades causadas por virus
Sergio L. Lenardón y Soledad de Breuil

Capítulo 16

Malezas en el cultivo de maní. Control y manejo
Fernando E. Daita, Ulises Gerardo y José Mulko

Capítulo 17

Artropofauna del cultivo de maní
Graciela T. Boito, José A. Ornaghi y Jorge A. Giuggia

Capítulo 14. Enfermedades fúngicas del maní

Adriana D. Marinelli[1], Guillermo J. March y Claudio M. Oddino

El cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) es afectado por numerosas enfermedades fúngicas que afectan el follaje (enfermedades del filoplano) o a órganos subterráneos en contacto con el suelo (enfermedades del rizoplano), siendo estas últimas señaladas como uno de los factores determinantes del desplazamiento hacia el sur de la principal región productiva (Provincia de Córdoba) y de la disminución en superficie de siembra, especialmente durante la década del '90 (Citivaresi *et al*., 2002; Busso *et al*., 2004).

Una enfermedad ocurre cuando confluyen un hospedante susceptible, un patógeno virulento y un ambiente favorable. Si esa enfermedad tiene un rápido incremento y diseminación regional, estamos en presencia de una epidemia. Precisamente, los cambios ocurridos en el sistema productivo desde comienzos de la década de 1980, han sido los principales factores determinantes de la ocurrencia de epidemias e incremento de las pérdidas por enfermedades en maní (March y Marinelli, 1993).

Durante las décadas de 1950 y 1960 las siembras que se concentraban en los departamentos del norte y centro de la provincia de Córdoba, se desplazaron paulatinamente hacia el sur, para registrar en la campaña 2002/03 el 43 % en el departamento Río Cuarto, el 23 % en Juárez Celman y el 17 % en Gral. Roca, lo que significó más del 80 % del área sembrada y en las últimas campañas agrícolas, además de concentrarse en el área sur, se realizaron siembras en la provincia de La Pampa y sur-este de San Luis (Fiant *et al*., 2011). Este desplazamiento está asociado principalmente a cambios en las características climáticas prevalentes durante el ciclo del cultivo, las que en muchos casos resultaron favorables a las enfermedades. Además, durante la década del '80 se produjo un importante cambio en el destino del grano de maní, pasando de industria (aceite, harina, pellet) a la selección para consumo humano directo, lo que estuvo asociado al cambio de los cultivares utilizados, pasando de los tipo Español y Valencia a los tipo Virginia *runner.* Esto significó un profundo cambio en las características botánicas del hospedante, ya que se pasó de una planta de porte erecto con un ciclo de alrededor de 120 días, a una planta de porte rastrero, follaje denso y no menos de 150 días de siembra a cosecha, características éstas favorables para la mayoría de las enfermedades.

Por otro lado, la alternancia en el mismo lote con cultivos como soja y girasol -con los cuales el maní comparte algunos patógenos importantes- y el uso de semilla con escaso control sanitario, sumado al uso de fungicidas curasemillas no específicos para la carga fúngica presente en la semilla, han contribuido a la crisis sanitaria del maní.

Finalmente, la marcada agriculturización experimentada en las últimas dos décadas con la expansión de la soja, ha contribuido a disminuir el aporte del sustrato orgánico esencial para el incremento de las poblaciones de microorganismos antagonistas o competidores, que al enriquecer la diversidad biológica del suelo, contribuyen a disminuir las poblaciones de patógenos (Vargas Gil *et al*., 2003a).

Para diseñar las estrategias de manejo de enfermedades, no basta con identificar a los patógenos

[1] *In memoriam*

causantes de cada epidemia y conocer sus características epidemiológicas, es también necesario comprender el funcionamiento de los patosistemas como un subsistema integrante del sistema productivo y asumir las exigencias de calidad del destino final del producto como una imposición incuestionable.

Enfermedades fúngicas del filoplano

Viruela

La principal enfermedad foliar del cultivo es la viruela, como sucede en todas las áreas productoras de maní del mundo (Culbreath *et al.*, 2002; Marinelli y March, 2005a; McDonals *et al.*, 1985; Moraes *et al.*, 1994; Morfort *et al.*, 2004; Waliyar, 1991). Esta enfermedad se presenta con elevada intensidad en la mayoría de los ciclos agrícolas en Argentina, en la campaña agrícola 2005/06 se estimaron pérdidas de 35 millones de dólares, aun con los tratamientos fungicidas realizados (March *et al*., 2011a).

Esta enfermedad es denominada viruela temprana o viruela tardía, según que el agente causal sea *Cercospora arachidicola* o *Cercosporidium personatum,* respectivamente. Hasta comienzos de la década de 1980 predominaba la primera (Giorda *et al*., 1984), estando restringida *C. personatum* a maníes silvestres de la colección de la EEA INTA Manfredi, pero durante esa década la viruela tardía se extendió a toda la región productora. Desde entonces una u otra especie se presentan según áreas, lotes y campaña agrícola (Marinelli y March, 2005a), aunque en las últimas ha prevalecido *C. personatum* (Oddino *et al*., 2007; 2008b; 2009a).

Síntomas y signo

Los síntomas se observan principalmente en los folíolos, pero también pueden ser afectados los pecíolos, tallos y ginóforos. Las manchas son áreas de tejido necrosado que pueden presentar diferencias según el cultivar afectado, las condiciones microclimáticas, el estadio de desarrollo del cultivo y el fungicida empleado en su control.

En su etapa inicial las manchas son pequeñas y de color marrón, luego, por la cara superior de los folíolos las manchas son irregularmente circulares, de 2 – 7 mm de diámetro y color marrón claro a oscuro y frecuentemente tienen un halo amarillento (Figura 1a). Este halo suele acentuarse bajo condiciones de menor luminosidad, como en un invernáculo o zona basal de las plantas. En la cara inferior de los folíolos las manchas de la viruela por *C. arachidicola* tienen coloración marrón clara (canela) y aspecto liso, mientras que las manchas por *C. personatum* son marrón oscuro a casi negras y de aspecto rugoso (Figura 1b).

Diferenciar ambas viruelas por los síntomas puede presentar dificultades ya que el color de las manchas no es una característica constante, siendo necesaria la observación de las fructificaciones del hongo sobre las manchas (signo de la enfermedad), para confirmar la identidad (Marinelli y March, 2005a). Con una lupa de mano (4x) se pueden observar las fructificaciones que se producen bajo condiciones de elevada humedad ambiente, lo que generalmente ocurre temprano en la mañana durante las horas de rocío y en períodos de lluvias o riegos (Figura 1c).

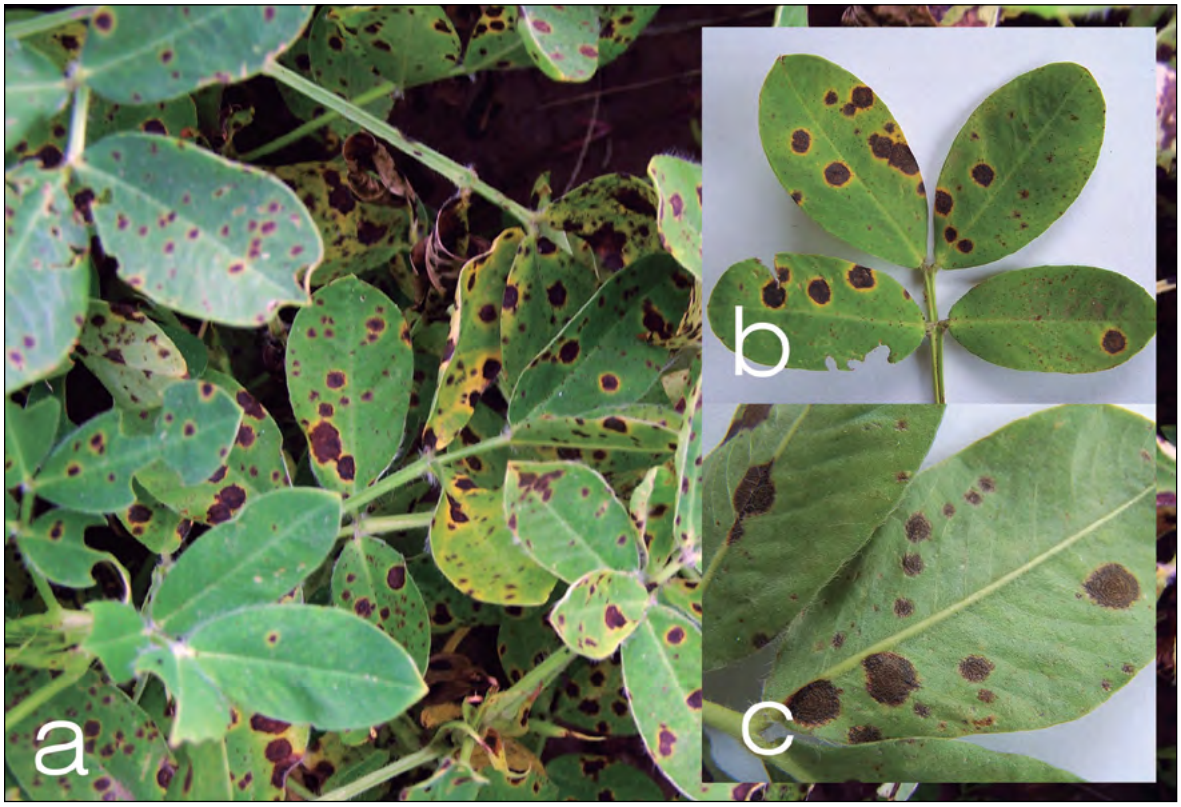


Figura 1. *a) Síntomas de viruela en cultivo epifitia, b) manchas en cara superior; c) frutificaciones de Cercosporidium personatum en cara inferior*

Las fructificaciones asexuales (conidióforos y conidios) de *C. arachidicola,* similares a filamentos blanquecinos, se observan principalmente sobre la cara superior de las manchas, mientras que las de *C. personatum* son de color marrón oscuro a negro, como una felpilla que se producen sobre la cara inferior (Figura 1c). Ambas especies pueden presentarse simultáneamente causando manchas en los mismos folíolos, incluso de manera superpuesta dificultando el diagnóstico (Marinelli y March, 2005a).

Distintos autores coinciden en señalar que la defoliación debida a la viruela es la principal causa de disminución de la producción (Plaut y Berger 1981; Waggoner y Berger, 1987; Bourgeois y Boote, 1992). A esto debe sumarse el desprendimiento de cajas sanas durante la cosecha por el debilitamiento de los ginóforos (Bourgeois *et al*., 1991).

Agente causal

Como ya se mencionara, la viruela temprana es causada por *Cercospora arachidicola* Hori y la viruela tardía por *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) Deighton, siendo sus formas teleomórficas o sexuales *Mycosphaerella arachidis* Deighton y *M. berkeleyii* Jenkins, respectivamente.

Los conidios de *C. arachidicola* son hialinos, fusiformes, aguzados en uno de los extremos, 1 a 7 tabiques, con 3,3 - 6,3 µ de ancho y 47,1 - 110,4 µ de largo. Por su parte, los de *C. personatum* son pigmentados, cilíndricos, más cortos y redondeados en el ápice, 1 a 4 tabiques, con 4 – 9 µ de ancho y 35,4 - 70,7 µ de largo.

La nomenclatura de la forma anamórfica o asexual de la viruela tardía ha tenido varios cambios en la literatura especializada, no obstante ello *C. personatum* es empleado con mayor frecuencia para identificar al agente causal de la viruela tardía.

Las formas sexuales no son consideradas como fuente de inóculo primario en Argentina, debido a que no se ha comprobado su evolución completa en ascos y ascosporas (Marinelli y March, 2005a).

Ciclo de la enfermedad

Ambas especies sobreviven como micelio en el rastrojo que queda en la superficie o en los primeros centímetros del suelo (Frezzi, 1960). En este rastrojo se producen los conidios, que dispersados por las salpicaduras de lluvia son depositados sobre los folíolos de plantas de maní produciendo la infección primaria. Después de un período de incubación que oscila entre 10 y 14 días, excepcionalmente 28 días, aparecen las manchas en las cuales se producen los conidios, que dispersados por el viento, lluvia o riego por aspersión, ocasionan las infecciones secundarias. Este ciclo puede repetirse durante el cultivo tantas veces como se den condiciones ambientales favorables y haya tejido vegetal sano. Como el ciclo de infección se repite varias veces durante el período del cultivo, la viruela del maní es una enfermedad policíclica.

Condiciones climáticas favorables

Estudios efectuados en la región manisera de Córdoba determinaron que las condiciones moderadamente favorables para el desarrollo de epidemias se producían cuando, en la canopia del cultivo, la humedad relativa (HR) era > 95% (hoja mojada) durante por lo menos 10 hs y se registraban temperaturas mínimas de 16 °C. Considerando estos parámetros climáticos, las condiciones diarias respecto al desarrollo de esta enfermedad se calificaron de poco favorables a muy favorables (Figura 2) (March *et al*., 1993). Cuando tenemos estos elevados porcentajes de HR, la tasa de incremento de la enfermedad aumenta correlativamente con la duración del período de humedad y con el incremento de las temperaturas mínimas durante este período.

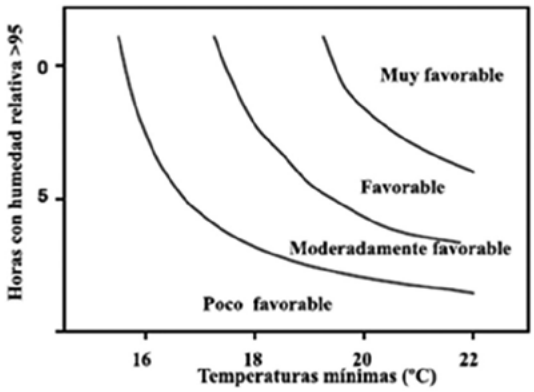


Figura 2. *Predicción de incremento de la viruela del maní según condiciones climáticas durante el cultivo*

La relación entre incremento de la viruela y variables climáticas, esencialmente HR > 95% y temperaturas mínimas, permitió desarrollar varios sistemas de pronóstico, con lo cual se incrementó la precisión en la decisión de realizar tratamientos químicos (Phipps y Powell, 1984; March *et al*., 1993; Bailey *et al*., 1994; Pedro *et al*., 1994; Wu *et al*., 1996).

Manejo de la enfermedad

En viruela, como en la mayoría de las enfermedades policíclicas, las estrategias de manejo deben basarse en disminuir el inóculo inicial y la tasa epidémica (Berger, 1977; Davis *et al*., 1993; March *et al*., 2007). Para disminuir el inóculo inicial han sido evaluadas varias estrategias basadas principalmente en rotaciones y labranzas (Monfort *et al*., 2004; Oddino *et al*., 2000; Porter y Wright, 1991; Sholar *et al*., 1993), aunque el alto potencial de producción de inóculo secundario de *C. arachidícola* y *C. personatum*, generalmente, hace que escaso inóculo inicial pueda ocasionar que la enfermedad se presente con características epidémicas (Smith y Littrell, 1980; Nutter y Shokes, 1995). Por esta razón, en todas las regiones productoras el control de la enfermedad se realiza mediante la aplicación de fungicidas (Lopes *et al*., 1993; Dario *et al*., 1994; Leite *et al*., 1994; Brenneman y Culbreath, 2000; Marinelli y March, 2005a; Oddino *et al*., 2009a). Sin embargo, estudios realizados en el área productora de Córdoba permitieron comprobar que los fungicidas no siempre son aplicados en el momento oportuno (Marinelli *et al*., 1992), debido principalmente al desconocimiento de algunos principios epidemiológicos fundamentales al momento de diseñar la estrategia de manejo (March *et al*., 2010).

Dentro de los fungicidas registrados en Argentina para el control de la enfermedad, hay algunos de contacto, otros con efecto mesostémicos y en mayor número productos sistémicos.

Los fungicidas de contacto se caracterizan por formar una barrera superficial, eliminando esporas o afectando el tubo germinativo de las mismas (Ellis, 1990) y que por afectar el metabolismos en los hongos existen bajas probabilidades que se originen resistencias (De Waard, 1993).

El grupo de fungicidas en base a estrobilurinas son los que presentan efecto mesostémico, con acción translaminar, siendo este grupo de fungicidas el más reciente y de amplia utilización para el control químico de la enfermedad (Oddino *et al*., 2009a). Estos compuestos tienen acción sobre la germinación, penetración y crecimiento subcuticular del hongo, e incluso en algunos cultivos efectos positivos sobre su fisiología (March *et al*., 2010; Ypema y Gold, 1999).

Los fungicidas sistémicos, y dentro de estos el grupo de los triazoles, fueron los más utilizados para el control de la enfermedad en las últimas dos décadas. Estos productos, de acción localmente sistémica, tienen efecto preventivo como los protectores, pero además suprimen infecciones producidas hasta 72 horas antes de su aplicación (Ellis, 1990; Labrinos y Nutter, 1993; March *et al*., 2010a; Siqueira de Acevedo, 2007).

El control químico constituye la táctica más simple y eficiente para disminuir la tasa epidémica de viruela. Para optimizar su implementación se debe tener en cuenta elegir un fungicida de probada eficacia, realizar la aplicación en la dosis indicada empleando la tecnología de pulverización con la cual se logre una buena cobertura y realizar el tratamiento en el momento oportuno. Entre las posibles causas de las elevadas pérdidas que ocasionó la viruela en la campaña 2006/07, se menciona la disminución de la eficiencia de los fungicidas al ser más favorables las condiciones conductivas a epidemias (March *et al*., 2011a).

Para definir el momento de realizar el primer tratamiento es necesario el monitoreo de la enfermedad cuantificándola a través de un muestreo apropiado. Se ha establecido experimentalmente en alrededor del 1,5% de severidad como valor de referencia del umbral de daño económico (UDE) para la realización del primer tratamiento (March *et al*., 2011b; 2011c).

En general, el monitoreo semanal de la enfermedad desde los 60 – 70 días del cultivo es la base para el manejo racional a través de fungicidas. Realizado el primer tratamiento, los siguientes se

efectuarán considerando el período de residualidad del fungicida aplicado, el crecimiento del cultivo y la ocurrencia de las condiciones climáticas favorables. Respecto al momento del último tratamiento, deberá tenerse en cuenta la fecha aproximada de arrancado.

Sarna

La sarna o verrugosis fue observada por primera vez en Argentina, sobre parcelas experimentales en Corrientes, a mediados de la década de 1960, siendo su agente causal identificado por Frezzi (1966). Fue detectada en la campaña agrícola 1977/78 en la principal región manisera -Provincia de Córdoba- (Giorda y Muñoz, 1979), registrándose desde entonces con frecuencia variable en lotes aislados y con valores de incidencia generalmente bajos, aunque ha adquirido características epidémicas en algunos lotes y ciclos agrícolas (Kearney *et al*., 2001; Marinelli *et al*., 2005a; Kearney, 2010).

Síntomas y signo

Produce infecciones en los tejidos jóvenes de todos los órganos de la planta, observándose al comienzo, pequeñas manchas necróticas de color castaño claro, las que luego forman pequeños cancros (Marinelli *et al*., 2005a). En los folíolos, los cancros se ubican generalmente cerca de la nervadura principal, lo que determina que se curven hacia arriba, mientras que en tallos y pecíolos se disponen comúnmente en forma unilateral y en sectores provocando el crecimiento distorsionado en zigzag (Figura 3). Los clavos en formación y los frutos también pueden ser afectados, presentando cancros corchosos (Figura 3). Las plantas severamente afectadas se distinguen fácilmente de las sanas por su aspecto achaparrado y color marrón-rojizo. En condiciones de elevada humedad ambiente, las lesiones de los tallos y pecíolos adquieren coloración gris olivácea debido a las fructificaciones del hongo (signo).

Figura 3. *Síntomas de Sarna (Sphaceloma archidis) sobre ramificación (izq.), cancros sobre ginoforos (der.)*

Agente causal

Sphaceloma arachidis Bit. & Jenk. Las fructificaciones asexuales son acérvulas que contienen conidióforos piriformes en empalizada con microconidios y conidios. De acuerdo con Bitancourt y Jenkins (1940) los microconidios miden 1 µ y los conidios, 3 - 4 µ x 12 – 20 µ; mientras que Giorda y Muñoz (1979) registraron conidios de tamaño algo menor.

Ciclo de la enfermedad

El hongo inverna en el rastrojo infectado como micelio y cuando se producen condiciones favorables se forman acérvulas, siendo los microconidios y conidios dispersados por las salpicaduras de gotas de lluvias los que causan las primeras infecciones.

Transcurrido el período de incubación se observan los cancros en los que se forman nuevamente las acérvulas. Este ciclo secundario de infección puede repetirse varias veces según la ocurrencia de condiciones favorables. En general, se ha determinado que frecuentes lluvias incrementan la intensidad de la enfermedad cuando se presenta en etapas iniciales del cultivo.

Características epidemiológicas

Sphaceloma arachidis afecta sólo a especies cultivadas o silvestres del género *Arachis.*

La enfermedad puede manifestarse desde diciembre y durante todo el ciclo del cultivo, afectando los tejidos jóvenes en crecimiento (tallos, pecíolos, folíolos, ginóforos y vainas).

La tasa epidémica de la sarna es mayor en el cv. Blanco Manfredi 68 que en Florman, por lo que las plantas de aquel cultivar, que pueden encontrarse contaminando los cultivos tipos *runner*, se constituyen en nuevas fuentes de inóculo favoreciendo el desarrollo de epidemias (Kearney *et al.*, 2002; Kearney, 2010).

Los mayores valores de incidencia se cuantificaron en lotes con antecesor maní, cuando las lluvias fueron superiores a 500 mm durante el ciclo del cultivo, con al menos 150 mm durante enero, febrero y marzo (Kearney *et al.*, 2001; Marinelli *et al.*, 2005a).

Manejo de la enfermedad

Se proponen rotaciones de más de un año para disminuir el rastrojo infectado, que es la fuente de inóculo, disminuyendo de esta manera la intensidad inicial de la enfermedad (Kearney *et al.*, 2002). Por su parte, el control químico ha demostrado ser eficiente con fungicidas del grupo benzimidazoles (benomil, carbendazim), incluidos en mezclas comerciales o de tanque con los triazoles usados en el control de la viruela (Moraes *et al.*, 2001; Marinelli *et al.*, 2005a). Por otra parte, se ha analizado el comportamiento de diferentes cultivares de maní, observándose diferencias en la susceptibilidad a la sarna, por lo que sería también una importante herramienta de manejo (Soave, 2007).

Quemadura de la hoja

Esta enfermedad foliar, denominada Quemadura de la hoja, también conocida como Mancha en V o en ángulo, fue descripta por Frezzi en 1965 sobre maníes silvestres, siendo frecuente su presencia aunque con intensidad variable en los cultivos de maní de la principal área productora. En la campaña 2003/04 se la encontró en la mayoría de las regiones productoras con valores de incidencia entre 1 y 21% (Marinelli *et al.*, 2004b).

Síntomas y signo

Produce manchas necróticas ovales y en forma de V de hasta 20 mm de longitud, las que con frecuencia se presentan en el extremo apical de los folíolos. Son de color castaño claro a oscuro y aspecto seco y están rodeadas por un halo amarillo (Figura 4). En cultivos con elevada incidencia se producen manchas muy pequeñas de hasta 1mm de diámetro, similares a un punteado castaño oscuro sin halo. Sobre las lesiones más viejas se observan pequeños cuerpos oscuros que corresponden a pseudotecios, que son más numerosos bajo condiciones de elevada humedad.

Figura 4. *Quemadura de la hoja o Mancha en V (Leptosphaerulina crassiasca)*

En su comienzo las manchas ovales pueden confundirse con viruela, pero luego la lesión se agranda y a diferencia de viruela, la mancha en V no causa defoliación. Por otra parte, con frecuencia este hongo coloniza tejidos afectados por otras enfermedades, como viruela y mancha difusa, y también ha sido observado sobre lesiones necróticas ocasionadas por fitotoxicidad (March y Marinelli, 2005b).

Agente causal

Leptosphaerulina crassiasca (Sechet) Jackson & Bell. Las fructificaciones sexuales son pseudotecios globosos, de 70 – 170 µ de diámetro, que contienen ascos bitunicados, hialinos, con ascosporas muriformes de 8,5 – 18 µ x 27 - 40 µ. Estas esporas son las responsables de las infecciones primarias y secundarias. Hasta el presente sólo se ha encontrado el estado sexual de este hongo.

Características epidemiológicas

Este patógeno es necrotrófico, es decir que puede colonizar tejido necrosado, muerto por distintas causas, como lesiones debidas a herbicidas postemergentes (Oddino *et al*., 2009b).

En ausencia del cultivo permanece en rastrojos de maní afectado. Esta enfermedad es favorecida por temperaturas elevadas de 25 - 28 ºC, en coincidencia con folíolos mojados, que permanecen al menos por 2 hs en esa condición.

Tizón por *Botrytis*

Esta enfermedad fue observada por primera vez con baja incidencia (0,5 - 2%) en el área rural de Coronel Baigorria (Córdoba) durante el ciclo agrícola 1993/94 (Marinelli *et al*., 1996). Desde entonces y a similitud de lo que ocurre en otras regiones productoras del mundo, generalmente se presenta en lotes aislados y con baja incidencia, aunque cuando se dan las condiciones predisponentes la enfermedad se ha manifestado con una prevalencia superior al 50 % en la zona sur de la región productora, con valores de incidencia del 3 % (Oddino *et al*., 2008b).

Síntomas y signo

Los primeros síntomas son manchas rojizas a marrones con un límite bien definido en las ramas, las que se marchitan completamente tornándose color marrón oscuro, de allí el nombre de tizón. Cuando la infección alcanza los clavos y frutos se produce su desprendimiento y/o podredumbre. Sobre los tejidos colonizados se observa abundante eflorescencia pardo-grisacea de aspecto pulverulento (signo), constituída por conidióforos y conidios del hongo.

Sobre los tallos y frutos afectados se pueden formar esclerocios grandes, globosos, chatos y negros (March y Marinelli, 2005c).

Agente causal

Botrytis cinerea (Persoon) Fr., se caracteriza por las fructificaciones asexuales que son conidióforos libres, erectos, generalmente poco ramificados, en cuyos extremos y sobre proyecciones pequeñas, se forman conidios hialinos, unicelulares (9 - 12 x 6,5-10 µ), elipsoidales a ovoides.

Los esclerocios son oscuros (3 - 7 x 3 – 4 mm), achatados o plano-convexos cuando se forman sobre los tallos y globosos o irregulares cuando se encuentran sobre los frutos.

Características epidemiológicas

Botrytis cinerea es un patógeno que posee numerosos hospedantes, pudiendo invernar en restos de tejidos colonizados o como esclerocio en el suelo. La infección primaria en maní puede ocurrir a partir de la germinación micelial de los esclerocios (infección en la corona de la planta) o por conidios provenientes desde otros hopedantes, ocasionando infecciones aéreas. En caso de ocurrir infecciones secundarias se deberían a los conidios dispersados por corrientes de aires o por salpicaduras de lluvia, desde los tejidos afectados.

Las condiciones climáticas favorables a la ocurrencia de epidemias son temperaturas nocturnas bajas y elevada humedad relativa (March y Marinelli, 2005c), las que se registraron cuando se observó por primera vez en maní en nuestro país a fines de marzo de 1994 (Marinelli *et al*., 1996).

Otras enfermedades fúngicas del filoplano

En la región productora de Córdoba se han detectado otras enfermedades foliares que se describirán en este texto de manera más breve, debido a que se presentan en algunos lotes, en algunos años, sobre plantas aisladas y hasta el presente no son causales de pérdidas de producción, razón por la cual no son consideradas en la planificación del manejo sanitario del cultivo de maní en esta región.

Roya

La roya causada por *Puccinia arachidis* Speg. es una de las enfermedades foliares que se presenta con mucha frecuencia en los cultivos realizados en Salta y Tucumán, mientras que en la principal región manisera fue observada por primera vez en la campaña 1990/91 y desde entonces sólo se ha presentado excepcionalmente en esta región productora (Marinelli y Beviacqua, 1991; Marinelli y March, 2005b).

Síntomas y signo

Sobre los foliolos se observa un punteado clorótico y por el envés de los mismos se encuentran las pústulas urediniosoricas que son muy pequeñas, anaranjadas (Figura 5), y que pueden provocar la defoliación de los foliolos. En hojas viejas o prontas a caerse, o hacia el final del ciclo del cultivo, se pueden observar pústulas más oscuras casi negras que corresponden a las teliosporas.

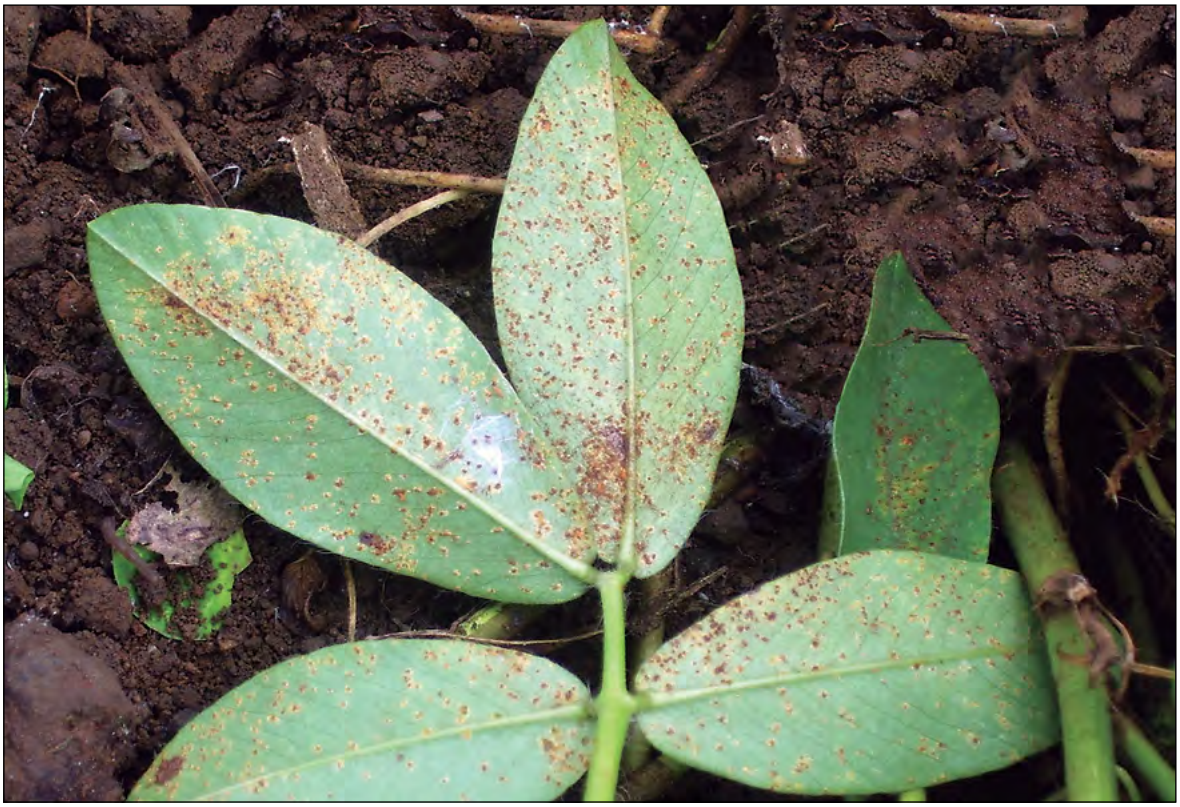


Figura 5. *Roya del maní (Puccinia arachidis), pústulas urediniosoricas en el envés de los foliolos*

Características epidemiológicas

Como toda roya es un hongo biotrófico que sobrevive solamente en tejido vegetal vivo y en este caso infecta sólo al género *Arachis*, por lo que entre estaciones de cultivo las plantas de especies silvestres de dicho género o plantas voluntarias de maní cultivado, son los hospedantes donde produce sucesivos estadios urediniosoricos para perpetuarse (puente verde) y ser la fuente de inóculo primario para el nuevo cultivo. Es factible que las urediniosporas no sobrevivan de un año a otro en la región productora de Córdoba, sino que podrían ser introducidas por los vientos desde áreas subtropicales (Bolivia, Brasil y Paraguay), donde la roya se presenta regularmente (Marinelli y March, 2005b).

Las condiciones favorables a esta enfermedad son temperaturas medias entre 20 y 25 °C, y folíolos mojados.

Mancha difusa

La mancha difusa causada por *Phoma arachidicola* Marasas, G.D. Pauer & Boerema, también denominada mancha húmeda o en red, fue observada en nuestro país por Frezzi (1969) a mediados de la década de 1960, presentándose desde entonces en forma esporádica. Esto puede atribuirse a la amplia difusión del cultivar Florunner (tipo Virginia) que es menos susceptible que los tipo Español y Valencia (March y Marinelli, 2005a).

Síntomas y signo

Los síntomas característicos son manchas más o menos circulares de 5 a 10mm de diámetro, con borde difuso y aspecto húmedo, de color castaño rojizo al comienzo y luego marrón oscuro en la parte superior de los foliolos (Figura 6). Las manchas generalmente se presentan aisladas y las lesiones viejas son de aspecto seco y quebradizo, sin causar defoliación (March y Marinelli, 2005a).

Sobre el borde de las manchas, con la ayuda de una lupa, puede observarse un reticulado característico y la presencia del signo, picnidios oscuros inmersos en el tejido foliar necrosado, con conidios hialinos, de 3 - 6 x 7 – 15 µ, generalmente unicelulares que cuando están maduros pueden presentar un septo.

Figura 6. *Mancha húmeda o difusa (Phoma arachidicola)*

Mancha foliar por *Phyllosticta*

La mancha foliar causada por *Phyllosticta arachidis-hypogaea* V.G. Rao, es considerada de poca importancia, ya que en los últimos 20 años nunca ha superado una incidencia del 0,5 % y con pocas manchas por foliolo afectado (Marinelli y March, 2005d).

Síntomas y signo

En los foliolos se observan manchas circulares generalmente aisladas de 1,5 a 5 mm de diámetro, color castaño claro en el centro y borde castaño rojizo a oscuro bien definido (Figura 7). Al evolucionar los síntomas, la porción castaño claro puede caer y la hoja en el lugar de la mancha se presenta perforada. Sobre las lesiones viejas o bajo condiciones de elevada humedad relativa se observan picnidios oscuros, esféricos con conidios unicelulares, hialinos y ovoides de 5,2 - 6,9 µ x 2,2 - 3,5 µ.

Figura 7. *Mancha de Phyllosticta arachidis-hypogaea*

Antracnosis

La antracnosis causada por *Colletotrichum truncatum* (Schw.) Andrus & W.D. Moore (*Syn. Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.) Grove f. *truncata* (Schw.) von Arx) (4), es una enfermedad que se presenta esporádicamente en plantas adultas.

Síntomas y signo

Produce manchas castañas de forma y tamaño variables, borde oscuro, al principio de aspecto acuoso y posteriormente necrosadas, frecuentemente en los márgenes de los folíolos, a los que pueden afectar totalmente, causando defoliación (Giorda y Laguna, 1980) (Figura 8).

Sobre los tejidos afectados se observaron acérvulas setosas, erumpentes y de color oscuro con conidios unicelulares (28 x 3,4 µ), hialinos, falcados, con extremos aguzados y generalmente gutulados; habiéndose detectado también el patógeno sobre ginóforos, cajas y semillas junto a otros organismos (Marinelli y March, 2005c).

Figura 8. *Lesiones de Antracnosis (Colletotrichum truncatum) sobre los foliolos*

Enfermedades fúngicas del rizoplano

Las enfermedades causadas por hongos patógenos que tienen como hábitat el suelo o que causan enfermedades en órganos subterráneos del maní son numerosas, pero se describen las más importantes para la principal región productiva de Argentina.

Marchitamiento - hongo blanco

El marchitamiento u hongo blanco fue mencionado por Frezzi (1960) como una enfermedad que se presentaba de manera esporádica y con baja intensidad. A partir de mediados de la década de 1980 se observó con mayor frecuencia, variando la incidencia entre el 1 y el 25 % según los años y lotes analizados (March *et al*., 2005a; Marinelli *et al*., 1998; Oddino *et al*., 2007; 2008c).

Síntomas y signo

Los primeros síntomas pueden observarse en ramas aisladas o en toda la planta según el sitio de infección. Las infecciones pueden iniciarse en ramas en contacto con el suelo o en la corona, por lo que las plantas afectadas presentan coloración verde-ceniciento, con epinastia de las hojas y luego color bronceado a castaño oscuro, produciéndose la muerte de la planta.

Asociados a los síntomas, se puede observar, en la base de la planta e incluso sobre el suelo que rodea a la misma y en folíolos desprendidos, micelio blanco y sobre el mismo los esclerocios, que son las estructuras de resistencia e inóculo de este patógeno (Figura 9).

Figura 9. *Micelio y esclerocios de Sclerotium rolfsii causal del marchitamiento u hongo blanco alrededor de plantas afectadas*

Cuando los clavos son afectados, los frutos se desprenden durante el arrancado y quedan en el suelo y si sólo los frutos son invadidos se produce la podredumbre de los mismos, no presentando esas plantas síntomas en el follaje (March *et al*., 2005a).

Agente causal

Sclerotium rolfsii Sacc. posee un micelio que está formado por hifas hialinas, septadas, de 5 a 9 µ de diámetro, que presentan protuberancias (hebillas) a la altura de los tabiques característico de los Basidiomycota. Del micelio pueden formarse esclerocios, pequeños cuerpos esféricos entre 0,5 y 1,5 mm, similares a semillas de nabo (muy calibrados), al comienzo de color blanco y aspecto algodonoso compacto, que oscurecen hasta marrón oscuro y que son la estructura de resistencia, de propagación y dispersión de esta especie.

Ciclo de la enfermedad

Los esclerocios ubicados en los primeros centímetros del suelo, cuando son estimulados a germinar, desarrollan micelio infectivo que alcanza el tejido vegetal susceptible. En el proceso de coloniza-

ción libera enzimas que degradan las paredes celulares, produciéndose la degradación de los tejidos y la muerte, lo que se manifiesta en la sintomatología descripta y en la formación de los esclerocios sobre los tejidos colonizados.

Características epidemiológicas

Este hongo afecta a una gran cantidad de especies vegetales cultivadas o silvestres pertenecientes a más de 100 familias; en nuestra región productiva puede ser patógeno de soja y girasol.

El marchitamiento se presenta con características epidémicas cuando se produce la alternancia de períodos secos y húmedos en coincidencia con altas temperaturas. El estrés hídrico por sequía predispone al cultivo a las infecciones y un posterior ciclo de lluvias favorece el progreso de las epidemias (March *et al*., 1998; 1999).

Es una enfermedad monocíclica, ya que los esclerocios formados sobre los tejidos colonizados recién causan infección en la próxima campaña agrícola, por lo que la cantidad de enfermedad que afecta el cultivo tiene estrecha relación con la cantidad de inóculo presente en el lote al efectuar la siembra (March *et al*., 1999). Al tratarse de una especie aeróbica su presencia es favorecida en suelos livianos (arenosos, franco-arenosos), bien aireados y los esclerocios que están en los primeros centímetros del suelo son los que se encuentran en mejores condiciones de causar infecciones (Punja, 1986; Rago *et al*., 1996; March *et al*., 2005a).

Como el potencial inóculo de este patógeno está relacionado a la cantidad de esclerocios viables presentes en los primeros 5 cm del suelo, el muestreo de suelo que estime la población de esclerocios viables antes de la siembra permite conocer el nivel de riesgo de sembrar en dicho lote. Se ha estimado que un esclerocio cada 200g de suelo y condiciones climáticas favorables durante el cultivo, con la ocurrencia de un periodo de estrés hídrico, puede significar valores de incidencia superiores al 10% (March *et al*., 1996). Es un hongo necrotrófico que utiliza los residuos vegetales presentes en los primeros centímetros del suelo como fuente de energía para alcanzar su hospedante, pudiendo además usar la materia orgánica para formar nuevos esclerocios e incrementar de esta manera el potencial inóculo. Así, la proximidad de residuos a la línea de cultivo es un factor estimulante de germinación de los esclerocios y fuente de energía para su crecimiento, favoreciéndose de esta manera la ocurrencia de epidemias (March *et al*., 2005a).

La podredumbre de frutos ocurre generalmente cuando al final del ciclo del cultivo se presentan períodos de sequía y altas temperaturas que secan los primeros centímetros de suelo, los esclerocios germinan con las escasas precipitaciones que pudieran producirse e infectan a los frutos (cajas) (March *et al*., 2005a).

Condiciones favorables a epidemias

Las condiciones que favorecen la ocurrencia de epidemias son la presencia de un esclerocio cada 200g de suelo en los primeros 5 cm, cultivares con porte rastrero y ciclo largo, suelos de textura franco-arenosa y con pH ácido, excesivo laboreo superficial o que acerque suelo del entresurco a las plantas, defoliaciones causadas por viruela u otros factores y períodos de sequía más o menos prolongados (15-20 días) en coincidencia con elevadas temperaturas (>27 ºC) que causan estrés hídrico al cultivo y posterior ocurrencia de lluvias.

Manejo del marchitamiento-hongo blanco

La estrategia de manejo debe ser integrada, como ocurre con la mayoría de enfermedades causadas por patógenos que tienen como hábitat natural el suelo, combinando herramientas genéticas, químicas y culturales. En Argentina, no se han inscripto cultivares con tolerancia a esta enfermedad y si bien en otros países productores se utiliza el control químico como una alternativa eficiente de manejo (Augusto *et al*., 2010; Hagan *et al*., 2004), en nuestro país los resultados no han sido contundentes (Paglione *et al.*, 2010). Por esta razón, los mejores resultados se han obtenido mediante el manejo cultural basado en las labranzas y la rotación de cultivos que incluyan maíz y sorgo para estimular la acción de los biocontroladores (March *et al*., 2005a).

Así, a través de un muestreo de suelo previo a la siembra, con la utilización de metodología específica (March *et al*., 1996) es posible conocer el nivel de riesgo de ocurrencia de la enfermedad. Si el lote está muy infectado lo recomendable es una rastra de discos para enterrar los esclerocios, sembrar el maní y continuar la secuencia de cultivos en siembra directa (Figura 10). Durante el cultivo se debe evitar el excesivo laboreo superficial del suelo, especialmente el aporcado, que acerca tierra y residuos a la línea de cultivo. A esto se debe agregar el uso de semilla con pureza varietal y sanidad controlada.

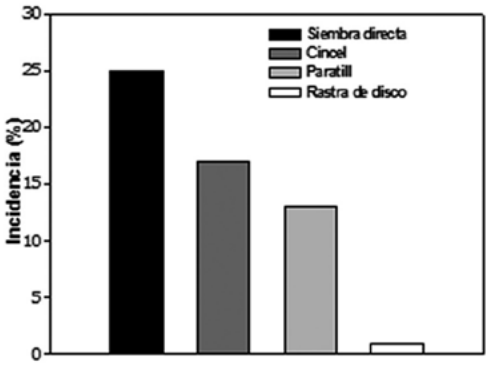


Figura 10. *Incidencia del marchitamiento por Sclerotium rolfsii según diferentes sistemas de labranza*

Podredumbre parda de la raíz

Esta enfermedad se observó por primera vez en cultivos del área rural de Carnerillo y Manfredi (Provincia de Córdoba) en la campaña agrícola 1992/93 (Oddino *et al*., 2002). Desde entonces se ha diseminado paulatinamente a la mayoría de las zonas de la principal región productora, presentándose cada año con incidencia variable entre lotes y alcanzando en algunas campañas valores que significaron importantes pérdidas (March *et al*., 2005b; Oddino *et al*., 2008a; 2008c).

Síntomas y signo

Generalmente produce la muerte de plantas adultas, aunque también puede afectar plántulas. El primer síntoma que se observa es el marchitamiento de la rama principal, con pérdida de turgencia, coloración verde seco y epinastia foliar. La raíz principal presenta parcial o totalmente coloración

superficial oscura (Figura 11 Izq.) y en un corte longitudinal muestra el oscurecimiento en la zona de los vasos de conducción (Figura 11 Der.). El daño radicular dificulta la absorción y translocación de agua y nutrientes conduciendo al marchitamiento y muerte de las plantas (Oddino *et al*., 2002; Oddino, 2007).

Figura 11. *(Izquierda) Raíz de maní afectada por podredumbre parda, Fusarium solani; (derecha) síntomas al efectuar un corte longitudinal de la raíz*

Agente causal

Fusarium solani (Mart.) emend. Snyd. & Hans, produce microconidios unicelulares sobre conidióforos largos y abundantes macroconidios hialinos y tabicados (3-5 tabiques) de 21-29µ de largo y 4-5,3µ de ancho, siendo la superficie dorsal y ventral paralelas en la mayor parte de su longitud. La célula apical de los macroconidios es obtusa y redondeada y la basal redondeada o en forma de pie. Como estructura de resistencia produce abundantes clamidosporas simples o en pares (Oddino *et al*., 2002).

Características epidemiológicas

Esta especie afecta a varias leguminosas, incluyendo maní, poroto y soja, habiéndose determinado varias formas especiales para los dos últimos cultivos. Puede sobrevivir como saprófito en rastrojos y las clamidosporas perdurar en el suelo en ausencia de su hospedante.

La semilla de maní puede ser fuente de inóculo primario, pues se ha comprobado transmisión por semilla del 35 %, habiéndose aislado desde tegumento, cotiledones y embrión de semillas de plantas enfermas (Zuza, 2003). La cantidad de inóculo de *F. solani* ha sido correlacionada con la incidencia

de la enfermedad, por lo que es posible, a través de muestreos de suelo, estimar el nivel de riesgo de cada lote antes de la siembra (Oddino *et al*., 2004).

Las condiciones favorables para la ocurrencia de epidemias son suelos altamente infestados, temperaturas por debajo de 17 ºC al momento de la siembra, semillas provenientes de lotes con alta incidencia de la enfermedad, presencia de capas sub-superficiales del suelo compactadas, rotaciones con escaso aporte de rastrojo y períodos prolongados de sequía durante el desarrollo del cultivo. Siembras tempranas con temperaturas de suelo no adecuadas para la germinación y emergencia del cultivo (<17 ºC) predisponen a infecciones por este patógeno.

El desarrollo de epidemias de la podredumbre parda de la raíz está relacionada con la ocurrencia de períodos prolongados de sequía durante el cultivo y con la compactación de capas subsuperficiales del suelo.

Manejo de la podredumbre parda de la raíz

Las siembras con temperaturas adecuadas de suelo para la germinación, las labranzas que favorecen la acumulación de agua en el suelo y las labores profundas que disminuyen la resistencia mecánica a la penetración de las raíces contribuyen a disminuir la incidencia de la enfermedad (Oddino *et al*., 2003; Oddino, 2007).

La siembra directa ha demostrado atemperar el estrés por sequía y el riego ha demostrado constituir una importante herramienta para evitar situaciones de estrés hídrico, disminuyendo la incidencia.

La participación del cultivo de maíz en la rotación de cultivos es importante, ya que aporta gran cantidad de sustrato para incrementar las poblaciones de microorganismos antagonistas de los hongos patógenos del suelo, principalmente en siembra directa (Vargas Gil *et al*., 2003b). Además, la realización de una labor profunda con “paratill” o “reja cero” inmediatamente antes de la siembra, disminuyó el estrés físico de las raíces posibilitando su mejor desarrollo y consiguiente absorción de agua, lo que disminuyó la incidencia de la podredumbre parda (Oddino *et al*., 2003; 2008a) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Incidencia de la podredumbre parda de la raíz (*Fusarium solani*) según cultivo antecesor y labranzas. Módulo Experimental Gral. Deheza

Campaña	Rotación	Incidencia	Labranza	Incidencia
2001/02	Maní		Paratill	50,3
			Cincel	55,9
			Rastra discos	61,3
2002/03	Soja/Maní	35,26 a	Paratill	38,8
	Maíz/Maní	50,21 b	Cincel	42,6
			Rastra discos	46,8
2003/04	Maíz/Soja/Maní	1,57 a	Paratill	1,4
	Soja/Maíz/Maní	2,67 b	Directa	1,7
			Cincel	3,2

2004/05	Maní/Maíz/Soja/Maní	7,29 a	Paratill	8,7
	Soja/Maní/Maíz/Maní	16,12 b	Directa	9,8
			Cincel	16,1
2005/06	Maní/Soja/Maíz/Maní	2,15 a	Paratill	4,8
	Maní/Maní/Soja/Maní	9,07 b	Directa	6,4

Fuente: Adaptado de Oddino et al., 2008a. Incidencia en campaña agrícola 2000/01: 80%.

Por otro lado, como este patógeno es llevado por la semilla, es fundamental la utilización de semilla de sanidad controlada. Para la obtención de semilla sería importante que la misma provenga de lotes de producción sin presencia de la enfermedad y además sería conveniente realizar un análisis específico para conocer la carga fúngica de la semilla y usar entonces el fungicida curasemilla adecuado. La no consideración de los aspectos antes señalados ha sido la principal causa de la dispersión de éste y de otros patógenos hacia la zona sur de la principal región productora (March *et al*., 2008).

Tizón por *Sclerotinia* spp.

El tizón del maní causado por *Sclerotinia minor* o por *S. sclerotiorum* fue mencionado por Frezzi (1960) produciendo podredumbre de frutos y, excepcionalmente, la muerte de plantas adultas. Desde comienzos de la década de 1990 se ha producido un incremento gradual de la diseminación e incidencia del tizón, alcanzando valores de incidencia superiores al 40 %. Los valores de incidencia dependen de las especies de *Sclerotinia* presente, de los niveles de infestación de los campos, de los cultivos antecesores y de las condiciones climáticas (Marinelli *et al*., 2005b; Oddino *et al*., 2008c).

Síntomas y signo

Las plantas afectadas se presentan aisladas o en manchones, siendo detectadas generalmente cuando se ha producido su muerte (Figura 12a). Cuando la infección se produce en la corona, toda la planta adquiere coloración “verde seco” sin brillo, las hojas flácidas y en pocos días se produce el cambio de coloración a castaño oscuro casi negro y la muerte de la planta. Si la infección se inicia en los ginóforos (clavos) o en las ramificaciones, se observa una mancha decolorada (pérdida de la coloración verde) que luego se torna castaño claro con un borde más oscuro bien definido. Cuando las condiciones son favorables para el desarrollo de la enfermedad, la lesión avanza hacia la base de la planta ya que el patógeno coloniza los tejidos vivos y la rama afectada presenta las hojas flácidas con cambio de coloración, produciéndose su marchitez en pocos días. En el tallo afectado se observa el enriado de los tejidos y la presencia del signo de la enfermedad, esclerocios sobre y dentro de los mismos. Los frutos también pueden ser afectados, observándose una podredumbre húmeda (Marinelli *et al*., 2005b).

Figura 12. *a) Plantas afectadas por tizón Sclerotinia* spp

Sobre las lesiones se observa micelio blanco, abundante y algodonoso en el caso de *S. sclerotiorum*, o blanco y pulverulento si es de *S. minor* (Figura 12 b).

Figura 12. *b) Sclerotinia minor*

A partir del micelio se forman los esclerocios, que son las estructuras de resistencia y sobrevivencia, a través de cuyas características es posible determinar a campo la especie causal presente (Marinelli y March, 1996) (Figura 13). Los esclerocios también se pueden formar en los frutos (cajas) y semillas de maní.

Figura 13. *Esclerocios de Sclerotinia minor*

Como ocurre generalmente con los hongos patógenos presentes en el suelo, las estructuras de resistencia de *S. sclerotiorum* y *S. minor* son también el principal inóculo; por lo tanto la cantidad de esclerocios presentes en el suelo es el factor determinante del potencial de inóculo.

Agente causal

Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary y *S. minor* Jagger poseen esclerocios que de ambas especies son amorfos, negros, con el interior blanco rosado, pero los de *S. sclerotiorum* son grandes (3-5mm x 4-8mm), y los de *S. minor* son muy pequeños, de 0,5 – 3 mm x 0,5 – 2 mm. Cuando los esclerocios se forman en el interior de los tallos, los de *S. sclerotiorum* son cilíndricos, alargados y ocupan la cavidad medular, siendo su tamaño de 3 - 4 mm de diámetro por 10 – 50 mm de largo, mientras que los de *S. minor* por su tamaño nunca ocupan la cavidad medular y son cilíndricos los que se forman en el interior de ginóforos o de ramitas muy delgadas.

Los esclerocios de ambas especies pueden germinar en forma micelial. Además, los esclerocios de *S. sclerotiorum* pueden germinar carpogénicamente, formando apotecios (fructificación sexual), mientras que los de *S. minor* hasta el presente no se ha observado el estado sexual en nuestra región productiva. Los apotecios son de color castaño claro, miden de 3 a 8 mm de diámetro la copa y hasta 40 mm los estípites según sea su ubicación en el suelo, contienen una gran cantidad de ascos, cada uno de los cuales posee ocho ascosporas, llegando a producir de 2 a 3 millones de ascosporas por apotecio, y cada esclerocio puede producir varios apotecios.

Características epidemiológicas

Ambos agentes causales pueden infectar numerosas especies cultivadas y no cultivadas, entre las que se encuentran soja, girasol, maní y poroto (Marinelli *et al*., 2005b).

Los esclerocios invernan en el suelo. Con condiciones favorables germinan micelialmente produciendo infección en los órganos de la planta en contacto con el suelo (ramas, ginóforos y frutos), sobre los tejidos colonizados se forma abundante micelio que originará nuevos esclerocios, que reanudarán el ciclo en la próxima campaña. Cuando los esclerocios de *S. sclerotiorum* germinan carpogénicamente, las ascosporas producen infecciones en las ramificaciones que no están en contacto con el suelo.

El tizón por *Sclerotinia* spp. es considerada una enfermedad monocíclica, pues generalmente los esclerocios producidos sobre las plantas afectadas no germinan en el mismo ciclo en que son producidos. Sin embargo, se ha comprobado que esclerocios formados en plantas de maní afectadas tempranamente por *S. sclerotiorum* y sometidos a condiciones climáticas excepcionales (Efecto Niño) pueden germinar durante el mismo ciclo del cultivo (Marinelli *et al*., 2004a).

La germinación micelial es generalmente favorecida por lluvias abundantes en un período de 2 a 3 semanas (>130 mm). Por su parte, para la germinación carpogénica de *S. sclerotiorum* es necesario que el suelo este prácticamente saturado de agua (Marinelli *et al*., 2004a). Las temperaturas favorables para la germinación no son un factor limitante en Córdoba, de ahí que las precipitaciones se consideran el gatillo disparador de las epidemias. También, pueden ocurrir epidemias con volúmenes menores de lluvias, especialmente hacia el final del ciclo del cultivo, debido a la menor temperatura, menor insolación y cobertura del suelo, que favorecen el mantenimiento de elevada humedad en éste y en la canopia (Marinelli, 2000; Marinelli *et al*., 2005b). Un cultivo con crecimiento exuberante y follaje próximo al suelo, proporciona numerosos sitios de infección, favoreciendo el mantenimiento de la humedad y una mayor humedad relativa en la canopia.

Cuando la infección es por ascosporas, la enfermedad se incrementa rápidamente por la mayor cantidad de inóculo, habiéndose comprobado una velocidad de incremento tres veces mayor. La infección por ascosporas en maní sólo se ha observado dentro del mismo cultivo en que se produjeron los apotecios (Marinelli, 2000; Marinelli *et al*., 2004a).

La semilla podría ser considerada de poca relevancia como fuente de inóculo cuando es comparada con los esclerocios presentes en el suelo, sin embargo, constituye la forma de introducción en campos libres del patógeno, ya que en semillas provenientes de lotes de maní afectados por tizón, se detectó infección por ambas especies (Marinelli *et al*., 2005b). Cuando se utilizan semillas infectadas para la siembra se produce la podredumbre de la semilla y la formación de esclerocios que quedarán en el suelo introduciendo al patógeno o incrementando el potencial inóculo.

Los esclerocios pueden mantener su viabilidad en el suelo por períodos variables (2-8 años), comprobándose en nuestra región que la sobrevivencia de los esclerocios de *S. sclerotiorum* y de *S. minor* disminuye marcadamente luego de dos años, particularmente cuando se encuentran en la superficie del suelo (Marinelli *et al*., 2005b).

Condiciones favorables a epidemias

La ocurrencia de epidemias se presenta en suelos altamente infestados, con mal drenaje por la presencia de piso de rastra y cultivares de ciclo largo con follaje denso y pegado al suelo. El monocultivo o rotaciones cortas, con maní guacho o la realización de soja o girasol son conducentes

a que el patógeno tenga los hospedantes necesarios para mantener o incrementar el potencial inóculo en ese lote, especialmente *S. sclerotiorum.* Precipitaciones mayores a 130 mm en un período de dos a tres semanas desde los 45 - 60 días del cultivo son claves para el inicio de epidemias.

Manejo del tizón

Las enfermedades causadas por *Sclerotinia* spp. son difíciles de controlar, por lo que es necesario recurrir a la combinación de tácticas culturales, genéticas y químicas. Si bien se ha evaluado el efecto del control químico sobre esta enfermedad (Paglione *et al.*, 2010) y recientemente se ha inscripto una variedad con mejor comportamiento frente a *S. sclerotiorum* (Soave *et al.*, 2008), se ha comprobado que las herramientas de manejo más efectivas son las rotaciones que incluyen maíz y la siembra directa, favoreciendo la destrucción de los esclerocios que están ubicados en la superficie o primeros centímetros de suelo. Por esta razón, es conveniente realizar rotaciones con gramíneas, considerando muy especialmente el control del maní guacho y no realizar monocultivo o siembras continuas de soja (Figura 14).

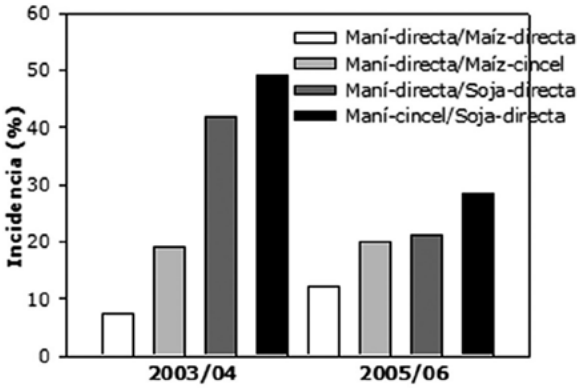


Figura 14. *Efecto de las rotaciones y sistemas de labranza sobre el tizón del maní causado por S. minor*

Por otra parte, es fundamental la utilización de semilla con pureza varietal y sanidad controlada y a través de labranzas favorecer la infiltración del agua cuando así se requiera.

Carbón

El carbón del maní se detectó por primera vez en Argentina en frutos de maní cultivado (*Arachis hypogaea* L.) de los cultivares Florunner y Colorado Irradiado INTA, en la campaña agrícola 1994/95 (Marinelli *et al*., 1995), pasando de ser una enfermedad emergente a una enfermedad endémica y epidémica desde hace algunos ciclos agrícolas para la principal región productora (Oddino *et al*., 2007; 2008c; Marinelli *et al*., 2010; 2011). Así, en la zona norte, en la campaña 2007/08 los valores de incidencia oscilaron entre el 0,2 – 20 %, mientras que en la campaña 2009/10 se incrementó entre 0,5 – 50% según el lote, situación que también se observó en las otras zonas de la región productiva (Marinelli *et al*., 2010; 2011). Al incrementarse la incidencia, han aumentado las pérdidas ocasionada por esta enfermedad, dado que en general la vaina afectada se pierde casi totalmente según el grado de severidad y se ha cuantificado que por cada grado de severidad se pierde más de 1700 kg ha^{-1} (Oddino *et al*., 2010).

Síntomas y signo

Las cajas afectadas generalmente presentan hipertrofia por lo que son de mayor tamaño y consistencia esponjosa, al abrirlas una o todas las semillas están carbonosas (Figura 15 a y b). Las semillas afectadas pueden tener pequeñas áreas o ser toda la semilla hipertrofiada con decoloración del tegumento, encontrándose debajo del mismo una masa carbonosa compacta de color castaño rojizo, canela a castaño oscuro, formada por teliosporas solitarias o en glomérulos (Figura 15 c). Por otra parte, se ha observado que vainas de aspecto normal (sin hipertrofia) se encuentran afectadas y sus semillas presentan diferentes grados de colonización (Marinelli *et al*., 2010) por lo cual se ha propuesto una escala de severidad que considera el nivel de colonización en las semillas de cada vaina (Astiz Gasso *et al*., 2009; Marinelli *et al.,* 2010).

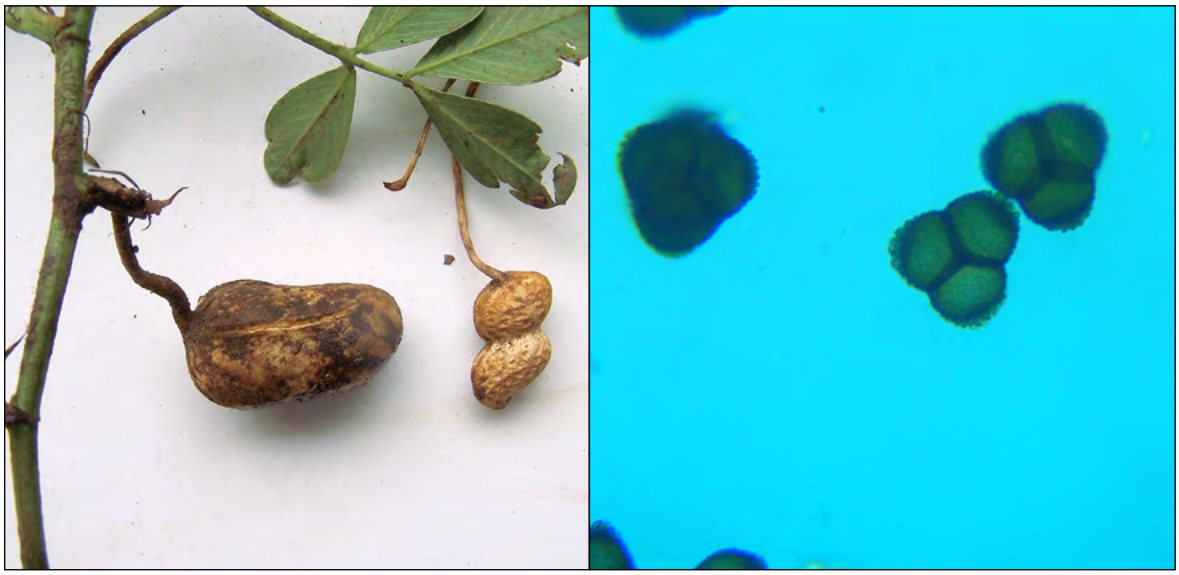


Figura 15. *Frutos hipertrofiados; Arriba-Izq. c) Teliosporas solitarias o en glomérulos; Arriba-Der.*

Frutos y semillas de maní afectadas por carbón (Thecaphora frezii) Arriba

Agente causal

Thecaphora frezii Carranza y Lindquist, posee teliosporas que pueden ser solitarias, globosas, de 13,8 x 15,3 µ, con espínulas agrupadas en un extremo, aunque la mayoría están formando glomérulos irregularmente esféricos, de 2 a 7 teliosporas, encontrándose con mayor frecuencia los de 2 y 3 esporas, de 16,1 x 24,8 µ y 24 x 26,2 µ, respectivamente (Figura 15 c). Las paredes de contacto de los glomérulos son rectas y lisas y el resto redondeadas y con pronunciada espinulescencia en la parte superior (Carranza y Lindquist, 1962; Marinelli y March, 2005e).

Ciclo de enfermedad

Este carbón sobrevive en el suelo como teliospora. Al producirse la introducción de los clavos en el suelo, las teliosporas que se encuentran en la proximidad serían estimuladas a germinar y producir la infección al ginóforo y al ovario (Astiz Gassó y Marinelli, 2003). Como la infección está localizada y limitada a los tejidos colonizados, puede ser afectada una semilla o parte de ésta o cuando los dos óvulos del fruto han sido colonizados ambas semillas se presentarán carbonosas (Marinelli y March, 2005e, Marinelli *et al*., 2010).

La sobrevivencia del carbón del maní es como teliosporas en el suelo, no conociéndose hasta ahora el tiempo de sobrevivencia, aunque en laboratorio teliosporas de más de tres años han mantenido su viabilidad (Astiz Gassó, com. pers.). Con técnicas simples, es posible detectar la presencia de teliosporas en el suelo o contaminando la semilla, habiéndose efectuado estudios de relación de cantidad de teliosporas en el suelo y niveles de intensidad de carbón (Marinelli *et al*., 2008; Oddino *et al*., 2010; 2011).

Características Epidemiológicas

La cantidad de inóculo de *T. frezii* en el suelo ha sido correlacionada significativamente con la intensidad de la enfermedad, por lo que es posible a través de muestreos de suelo estimar el nivel de riesgo de cada lote antes de la siembra (Oddino *et al*., 2010). La intensidad y prevalencia de la enfermedad se ha incrementado notablemente en las últimas campañas (Oddino *et al*., 2007; 2008b; Marinelli *et al*., 2010), registrándose lotes con más del 50 % de incidencia (Marraro Acuña *et al*., 2009), encontrándose una estrecha relación entre la severidad de la enfermedad y la producción del cultivo (Oddino *et al*., 2010).

La semilla de maní, también, puede ser fuente de inóculo primario, pues se ha comprobado transmisión por semilla infectada e infestada (Marinelli *et al*., 2010).

Manejo del carbón

Los aspectos relacionados a la generación de herramientas para el manejo de esta enfermedad se encuentran actualmente en investigación con el fin de instrumentar estrategias de comprobada eficiencia. Hasta el presente se cuenta con resultados parciales que permiten la recomendación de algunas tácticas de manejo, principalmente correspondientes a acciones preventivas.

Se recomienda sembrar semilla de sanidad conocida, libre de carbón por haber sido producida en lotes sin antecedentes de carbón y analizar la semilla para conocer si lleva o no teliosporas como contaminante. Por otra parte, es importante conocer el potencial inóculo del suelo previo a la siembra, en lotes destinados a la multiplicación y producción de semilla.

Otras enfermedades fúngicas del rizoplano

Los cultivos de maní de nuestra región productora suelen ser afectados por enfermedades del rizoplano, como con las enfermedades del filoplano, cuya prevalencia e intensidad son de menor importancia que éstas últimas, debido a que no son consideradas al elaborar las estrategias para su manejo.

Podredumbre negra de la corona

La podredumbre negra de la corona o del cuello causada por *Aspergillus niger* Tiegh se ha presentado en veranos calurosos y secos en lotes aislados con incidencia inferior al 2 % (March y Marinelli, 1997). En siembras realizadas durante diciembre (siembras tardías) se ha detectado la muerte de plántulas causadas por esta enfermedad durante la emergencia (March y Marinelli, 2005d). Por otra parte, con frecuencia *Aspergillus niger* forma parte de los hongos detectados en análisis sanitarios de la semilla de maní, generalmente su presencia es favorecida por malas condiciones de almacenamiento.

Síntomas y signo

La infección en plantas jóvenes produce la muerte rápida, mientras que en plantas adultas se observa marchitamiento de algunas ramas hasta alcanzar todo el follaje y finalmente causar la muerte. Las plantas muertas son generalmente de color gris oscuro y al tratar de arrancarlas se cortan a nivel de la corona.

El signo se observa en la zona de la corona y primeros centímetros de la raíz principal y está constituido por un moho pulverulento negro (fructificaciones asexuales) son los conidióforos de tamaño variable entre 1,5 – 3 µ x 15 – 20 µ que sostienen conidios globosos y coloreados de 4 – 5 µ de diámetro.

Características epidemiológicas

Este patógeno es llevado comúnmente por las semillas con niveles de infestación elevados, lo que determina que ellas sean una importante fuente de inóculo primario, además que es considerado omnipresente en el suelo. La predisposición del cultivo es el principal factor para el desarrollo de la enfermedad, así como el estrés por sequía y altas temperaturas en el suelo superiores a 25 °C predisponen a la infección.

Marchitamiento por Rhizoctonia

En Argentina, *Rhizoctonia solani* produce “damping off”, la podredumbre de semillas y frutos y marchitamientos por colonización de las raíces y tallos (Frezzi, 1960). Esta manifestación se ha presentado en las últimas décadas de manera esporádica y en lotes aislados (March y Marinelli, 2005e).

Síntomas y signo

El síntoma del marchitamiento causado por *R. solani*, en plantas adultas, que se observa en la raíz principal, raíces secundarias y/o en la corona como manchas deprimidas, delimitadas, color marrón oscuro, cuando este patógeno coloniza los frutos (clavos, cajas) se observan manchas marrón claro a oscuro delimitadas de los tejidos sanos, originando a veces cancros levemente deprimidos (March y Marinelli, 2005e).

Agente causal

Rhizoctonia solani Kühn, posee micelio fácilmente reconocible, formando una delicada trama sobre las raíces y/o frutos. Al microscopio se observan las típicas hifas calibradas color castaño que se ramifican perpendicularmente, presentando un estrechamiento en la base de la ramificación e inmediatamente un tabique.

Características epidemiológicas

Es una especie muy polífaga que en nuestra región productora puede causar "damping off" de postemergencia en soja y girasol.

Se trata de un hongo necrotrófico, que puede persistir en el suelo por tiempo prolongado en ausencia de sus hospedantes. Su acción patogénica es favorecida por períodos de sequía que debilitan la planta de maní.

Bibliografía citada

Astiz Gasso, M.M.; R. Leis y A. Marinelli. 2009. Biología y epidemiología de *Thecaphora frezii* (Ustilaginales) de *Arachis hypogaea* en Argentina. *XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología*, Santiago, Chile. Enero 2009.

Astiz Gassó, M.M. y A. Marinelli. 2003. Cultivo in vitro de *Thecaphora frezii* (Ustilaginales), carbón del maní (*Arachis hypogaea* L.). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica,* 38: 256.

Augusto, J.; T. Brenneman y A. Culbreath. 2010. Night spraying peanut fungicide. II. Application timings and spray deposition in the lower canopy. *Plant Dis.,* 94: 683 - 689.

Bailey, J.E.; G.L. Johnson y S.T. Toth. 1994. Evolution of a weather-based peanut leaf spot spray advisory in north carolina. *Plant Dis*., 78: 530 - 535.

Berger, R.D. 1977. Application of epidemiological principles to achieve plant disease control.*Annu. Rev. Phytopathol*., 15: 165 - 183.

Bitancourt, A.A. y A.E. Jenkins.1940. Novas especies de *Elsinoe* e *Sphaceloma* sobre hospedes de importancia económica. *Arquivos do Instituto Biológico,* 11: 46 - 58.

Bourgeois, G. y K.J. Boote. 1992. Leaflet and canopy photosynthesis of peanut affected by late leaf spot. *Agronomy J*. 84: 359-366.

Bourgeois, G.; K.J. Boote y R.D Berger. 1991. Growth, development, yield, and seed quality of Florunner peanut affected by late leaf spot. *Peanut Sci*. 18: 137 - 143.

Brenneman, T. B. y A. K. Culbreath.2000. Peanut disease control**. E**n: Guillebeau, P. Georgia Pest Control Handbook. Univ. Ga. Coop. Ext. Serv. Special Bull. No. 28.p: 96 - 97.

Busso, G.; M. Civitaresi; A. Geymonat y R. Roig. 2004. *Situación socioeconómica de la producción de maní y derivados en la región centro-sur de Córdoba*. Universidad Nacional de Río Cuarto. 163 p.

Carranza, J.M y J.C. Lindquist. 1962. *Thecaphora frezii* N. sp., parasita de *Arachis* sp. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. X: 11-18.

Citivaresi, M.; E. Bianconi y L. González Irusta. 2002. Localización y caracterización de la producción de oleaginosas en la provincia de Córdoba. *XI Jornadas de Investigación y Trabajo Científico y Técnico de la Facultad de Ciencias Económicas-UNRC*.

Culbreath, A.K.; K.L. Stevenson y T.B. Brenneman. 2002. Management of late leaf spot of peanut with benomyl and chlorothalonil: A study in preserving fungicide utility. *Plant Dis*., 86: 349 - 355.

Dario, G.J.A.; O.M.C Leite y P.W. Dario. 1994. Avaliação da eficiência do difenoconazole no controle de fungos que atacam a parte aérea do amendoim. *Fitopatol.Bras*., 19: 283.

Davis, D.P.; J.C. Jacobi y P.A. Backman. 1993. Twenty-four-hour rainfall, a simple environmental variable for predicting peanut leaf spot epidemics. *Plant Dis*., 77: 722 - 725.

De Waard, 1993. Recent developments in fungicides. En: Zadoks, J.C. *Modern Crop Protection: Developments and Perspective*s. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands. p: 14 - 19.

Ellis, M.A. 1990. Plant disease management, chemical control.Wooster, Ohio State University.16 p.

Fiant, S.; C. Alonso; T. Fontana; C. Spinazzé; D. Costero y L. Bonvehi. 2011. Caracterización de la producción de maní. Campaña 2010/11. *XXVI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Cba. p: 34 – 36.

Frezzi, M.J. 1960. Enfermedades del maní en la provincia de Córdoba. *RIA*. XIV: 113-155.

Frezzi, M.J. 1965. Quemadura de las hojas causada por *Leptosphaerulina arachidicola* y otros hongos, en maníes silvestres (grupo rizomatoso) de distinta procedencia. *RIA*. Serie 5 (II): 13-24.

Frezzi, M.J. 1966. Verrugosis del maní. *Boletín Inform. Manisero* 1(2): 6.

Frezzi, M.J. 1969. *Ascochyta arachidis* Woron., hongo parásito del maní (*Arachis hypogaea* L.) y su forma sexual *Mycophaerella argentinensis* n. sp., en Argentina. *RIA* Serie 5. VI: 147-153.

Giorda, L.M. y I.G. Laguna. 1980. Antracnosis del maní (*Arachis hypogaea* L.) causada por *Colletotrichum dematium* (Pers. ex Fr.) Grove f. *truncata* (Schw.) von Arx. *RIA* XI: 561-571.

Giorda, L.M. y J.O. Muñoz. 1979. *Sphaceloma arachidis* Bit & Jenkins, causal de la «Sarna» del maní (*Arachis hypogaea* L.) en Córdoba. *IX Jornadas Argentinas de Micología*. Resistencia, Chaco. *Actas*. p: 248 – 288.

Giorda, L.M.; E. Martellotto y E.V. Severina. 1984. Viruela del maní, características y manejo de la enfermedad. EEA INTA Manfredi, Córdoba. *Publicación de Extensión*. Nº 116. 8 p.

Hagan, A.; M. Rivas-Davila; K. Bowen y L. Wells. 2004. Comparison of fungicide programs for the control of early leaf spot and southern stem rot on select peanut cultivars. *Peanut Sci*., 31: 22 - 27.

Kearney, M. 2010. *Epidemiología y manejo de la sarna del maní por Sphaceloma arachidis Bit. & Jenk*. Tesis Maestría en Ciencias Agropecuarias Mención Producción Vegetal FAV-UNRC. 122 p.

Kearney, M.; G.J. March; A. Marinelli; C. Oddino y D. Remedi.2001. Influencia de las lluvias en el desarrollo de epidemias de la sarna del maní *Sphaceloma arachidis*. *XVI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. p: 27 - 28.

Kearney, M.; A. Marinelli; C. Oddino y G.J. March. 2002. Transmission and dispersal of *Sphaceloma arachidis* by crop debris and seed from infected peanut. *Peanut Sci*., 29: 13 - 17.

Labrinos, J.L. y F.W. Nutter. 1993. Effects of protectant versus systemic fungicide on disease components of peanut leaf spot. *Plant Dis.,* 77: 837 - 845.

Leite, O.M.C.; M.C.V. De Vicenzo y E.M. Baltieri. 1994 Avaliação da eficiência do difenoconazole no controle de fungos que atacam a parte aérea do amendoim. *Fitopatol. Bras*., 19: 274 - 275.

Lopes, M.E.B.M.; D.H.C. Lasca; D.J. Guilhem; S.M.N.M. Montes, A.C. Cezario y L.C. Ceravolo. 1993 Controle das doenças foliares do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Fitopatol. Bras*., 18: 301.

March, G.J. y A. Marinelli. 1993. Labranzas y Enfermedades. *Panorama Manisero*. 21: 25-27.

March, G.J. y A. Marinelli. 1997. Enfermedades del Maní. En: Pedelini R. y C. Casini (eds.). *Manual del Maní*. 2da ed. EEA INTA Manfredi, Córdoba. p: 17 - 23.

March, G.J. y A.D. Marinelli.2005a. Mancha difusa. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 50 - 51.

March, G.J. y A. Marinelli. 2005b. Quemadura de la hoja. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 53 - 54.

March, G.J., y A.D. Marinelli. 2005c. Tizón por Botrytis. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 55 - 57.

March, G.J. y A.D. Marinelli. 2005d. Podredumbre negra de la corona. En: March, G. y A. Marinelli (eds.) *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 83 - 84.

March G. J. y A. Marinelli. 2005e. Marchitamiento por Rhizoctonia. En: March, G. y A. Marinelli (eds.) *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 86 - 87.

March, G.J.; A. Marinelli; J.E. Beviacqua y M. Alcalde. 1993. Efecto de las temperaturas, humedad relativa y precipitaciones sobre el desarrollo de la viruela, causada por *Cercospora arachidicola* Hori y *Cercosporidium personatum* (Berk. & Curt.) (Deighton) en maní (*Arcahis hypogaea* L.). *Boletín de Sanidad Vegetal*. 19: 227-235.

March, G.J.; A. Rago; A. Marinelli y J. Giuggia. 1996. Densidad de inóculo e incidencia del marchitamiento cau-

sado por *Sclerotium rolfsii* Sacc. en maní (*Arachis hypogaea* L.). *XI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. p: 6-7.

March, G.J.; A. Marinelli; A. Rago y J. Giuggia. 1998. Curvas de desarrollo del marchitamiento del maní (*Arachis hypogaea* L.) causado por *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Boletín de Sanidad Vegetal.* 24: 511 - 518.

March, G.J.; A. Marinelli; A. Rago y D. Collino. 1999. Influencia del estrés hídrico por sequía sobre la predisposición del maní (*Arachis hypogaea* L.) a infecciones por *Sclerotium rolfsii*. *Boletín de Sanidad Vegetal*. 25: 523-528.

March, G.J.; A. Rago y A. Marinelli. 2005a. Marchitamiento-Hongo Blanco. En: March, G. y A. Marinelli (eds.) *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 59-66.

March, G.; C. Oddino y A. Marinelli. 2005b. Podredumbre parda de la raíz. En: March, G. y A. Marinelli (eds.) *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 67-71.

March, G.; A. Marinelli y C. Oddino. 2007. Epidemiología aplicada al manejo de enfermedades de los cultivos. Manual del Curso de Especialización en Protección Vegetal. Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina. 96 p.

March, G.J.; A. Marinelli; C. Oddino; M. Zuza y S. Vargas Gil. 2008. Enfermedades causadas por hongos del suelo en maní. Estrategias de Manejo. *Idia* XXI: 42-45.

March, G.; C. Oddino y A. Marinelli. 2010. Manejo de enfermedades de los cultivos según parámetros epidemiológicos. Biglia Impresiones. 194 p.

March, G.; C. Oddino; J. García; A. Marinelli y A. Rago. 2011a. Variación de le eficiencia de fungicidas en el control de la viruela del maní. *2º Congreso Argentino de Fitopatología*. Mar del Plata. p: 311.

March, G.; C. Oddino; J. García; A. Marinell y A. Rago. 2011b. Umbral de daño económico de la viruela del maní. Valor de Referencia. *2º Congreso Argentino de Fitopatología*. Mar del Plata. p. 310.

March, G.J.; C.M. Oddino; J. García; A.D. Marinelli y A. Rago. 2011c. Umbral de daño económico de la viruela del maní según eficiencia fungicida y potencial de rendimiento.*26º Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera, Cba. 15/069/11. p: 48 - 49.

Marinelli, A. 2000. *Biología y epidemiología del tizón del maní causado por Sclerotinia minor y S. sclerotiorum*. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Exactas, Físico- Químicas y Naturales, UNRC. Río Cuarto.

Marinelli, A. y J.E. Beviacqua. 1991. Detección de la «roya del maní» (*Puccinia arachidis* Speg.) en la provincia de Córdoba. *XI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 05/09/91. Resúmenes. p: 12.

Marinelli, A. y G.J. March.1996. Epidemias de «tizón» del maní (*Arachis hypogaea* L.) causado por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary y *S. minor* Jagger en Argentina. *Boletín de Sanidad Vegetal*. 22: 501 - 510.

Marinelli, A.D. y G.J. March. 2005a. Viruela. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 13 - 39.

Marinelli, A.D. y G.J. March. 2005b. Roya. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 45 - 47.

Marinelli, A.D. y G.J. March. 2005c. Antracnosis. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 48 - 49.

Marinelli, A.D. y G.J. March. 2005d. Mancha foliar por Phyllosticta. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 52.

Marinelli, A.D. y G.J. March. 2005e. Carbón. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 88 - 89.

Marinelli, A.; G.J. March; M. Alcalde y S. Acquarone. 1992. Análisis y comparación de epifítias de la viruela del maní según distintos sistemas de cultivo. *Agriscientia,* IX: 71 - 78.

Marinelli, A.; G.J. March y A. Rago. 1995. El Carbón del maní *Thecaphora frezii* sobre *Arachis hypogaea* L. *VII Congreso de Micología y XVII Jornadas Argentinas de Micología*. Rosario, Santa Fe. Resúmenes. p: 134.

Marinelli, A.; G.J. March y A. Rago. 1996. Botrytis blight of peanuts in Argentina. *International Arachis Newsletter,* 16: 31-32.

Marinelli, A.; G. March; A. Rago y J. Giuggia.1998. Assessment of crop loss in peanut caused by *Sclerotinia sclerotiorum*, *S. minor*, and *Sclerotium rolfsii* in Argentina. *International J. Pest Management,* 44: 251 - 254.

Marinelli, A.; G.J. March; A. Rago y J. Giuggia.2004a. Influencia de variables climáticas sobre el tipo de germinación de esclerocios de *Sclerotinia sclerotiorum* en cultivos de maní. *Fitopatologia,* 39: 76 - 83.

Marinelli, A.; G.J. March; C. Oddino; M. Kearney y M. Zuza.2004b. Mancha en V por *Leptosphaerulina crassiasca* en maní. ¿Una enfermedad emergente? *XIX Jornada Nacional del Maní.* Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 32 y 34.

Marinelli, A.; M. Kearney y G.J. March.2005a. Sarna. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 40 - 44.

Marinelli, A.; J. Giuggia y G. March. 2005b. Tizón por *Sclerotinia* spp. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 72 - 82.

Marinelli, A.: G.J. March y C. Oddino. 2008. Aspectos biológicos y epidemiológicos del carbón del maní (*Arachis hypogaea* L.) causado por *Thecaphora frezii* Carranza & Lindquist. *Agriscientia*, Vol XXV: 1-5.

Marinelli, A.; G. March; C. Oddino; J. García; A. Rago y M. Zuza. 2010. El carbón del maní de 1995 a 2010 de enfermedad emergente a enfermedad endémica y epidémica. *XXV Jornada Nacional del maní*. Gral. Cabrera, Cba. 09/10. p: 28 - 30.

Marinelli, A., March, G., Oddino, C., García, J., Rago, A. y M. Zuza. 2011. Prevalencia e Incidencia del carbón del maní en la principal región productora de Argentina. *2do Congreso Argentino de Fitopatología*. Mar del Plata – Buenos Aires. junio 2011. Actas. p: 213.

Marraro Acuña, F.; Mazzini, P.; Morello, L. y Zazzetti, M. 2009. Evaluación de cultivares de maní frente a carbón: *Thecaphora frezii*. *XXIV Jornada Nacional del Maní*. General Cabrera, Cba. p: 28 – 30.

McDonald, D.; P. Subrahmanyam; R.W. Gibbons y D.H. Smith.1985. Early and late leafspots of groundnut. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.Patancheru, A.P. India. *Inf. Bull.* 21.

Monfort, W. S.; A.K. Culbreath; K.L. Stevenson; T.B. Brenneman; D.W. Gorbet y S.C. Phatak. 2004. Effects of reduced tillage, resistant cultivars, and reduced fungicide inputs on progress of early leaf spot of peanut (*Arachis hypogaea*). *Plant Dis*. 88: 858 - 864.

Moraes, S.A.; I.J. Godoy; A.L.M. Martins; J.C.V.N.A. Pereira y M.J. Pedro Júnior.1994. Epidemiologia da mancha preta (*Cercosporidium personatum*) em amendoim: resistência, controle químico e progresso da doença. *Fitopatologia Brasileira,* 19: 532 - 540.

Moraes, S.A.; I.J. Godoy y J.R.M. Pezzopane. 2001. Efficiency of fungicides in the control of peanut late leaf spot and scab by monitoring method. *Fitopatol.Bras.*[online]. 26(2): 134 - 140.

Nutter, F.W. y F.M. Shokes. 1995. Management of foliar diseases caused by fungi. En:Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanuth health management*.APS Press. EE.UU. Cap. 10. p: 65 - 73:

Oddino, C. 2007. Aspectos Biológicos y Epidemiológicos de la podredumbre parda de la raíz del maní causada por *Fusarium solani*" Tesis Maestría en Cs. Agropecuarias. Mención Producción Vegetal- UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Oddino, C.; S. Vargas Gil y M. Kearney. 2000. Efecto de sistemas de labranza sobre patógenos y antagonistas en maní. *XV Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Cba. p: 54 – 55.

Oddino, C.; M. Farnochi y M. Kearney. 2002. Podredumbre parda de la raíz del maní. *XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Río Cuarto - Cba. 19/09/02. p: 69.

Oddino, C.; A. Marinelli; M. Kearney y G. March. 2003. Efecto de la resistencia mecánica del suelo sobre la incidencia de la «podredumbre parda de la raíz del maní» causada por *Fusarium solani*. *XVIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 19/09/03. p: 20-22.

Oddino, C.; M. Zuza; G. March y A. Marinelli. 2004. Potencial inóculo de *F. solani* e incidencia de la «podredumbre parda de la raíz del maní». *XIX Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 23/09/04. p: 29 - 30.

Oddino, C.; A. Marinelli; G. March; M. Zuza y J. García. 2007. Evaluación regional de enfermedades de maní. Campaña 2006/07. *XXII Jornada Nacional del Maní* y *I Simposio de maní del Mercosur.* Gral. Cabrera, Cba. p: 10 - 12.

Oddino, C.; A. Marinelli; M. Zuza y G.J. March. 2008a. Influence of crop rotation and tillage on incidence of brown root rot of peanut (*Arachis hypogaea*) caused by *Fusarium solani* in Argentina. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 30: 575 - 580.

Oddino, C.; A. Marinelli; M. Zuza; J. Garcia y G.J. March. 2008b. Situación sanitaria regional del maní 2006/07. *1º Congreso Argentino de Fitopatología*. Córdoba. 28-30/05/08. p: 158.

Oddino, C.; A. Marinelli; G.J. March; J. García; M. Zuza y S. Ferrari. 2008c. Carbón del maní (*Thecaphora frezii*) y tizón del maní por Botrytis (*Botrytis cinerea*) enfermedades potenciales o importantes. *XXIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Cba. p: 8 - 9.

Oddino, C.; Ferrari, S.; García, J.; March, G. y Marinelli, A. 2009a. Efecto de fungicidas foliares sobre la intensidad de la viruela del maní y el rendimiento. *Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. Resúmenes. p: PV55.

Oddino, C.; J. García; G. March; A. Marinelli; S. Ferrari y L. Tarditi. 2009b. Efecto de la aplicación de graminicidas sobre la intensidad de viruela del maní. *XXIV Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Cba. p: 50 - 52.

Oddino, C.; A. Marinelli; G. March; J. García; L. Tarditi; L. D´Eramo y S. Ferrari. 2010. Relación entre el potencial inóculo de *Thecaphora frezii*, la intensidad de carbón del maní y el rendimiento del cultivo.*XXVJornada Nacional del maní*, Gral. Cabrera, Cba. p: 24 - 26.

Oddino, C.; A. Marinelli; G. March; J. García; L. Tarditi; L. D´Eramo y S. Ferrari.2011. Potencial de inóculo de *Thecaphora frezii* e intensidad del carbón del maní. *2do congreso Argentino de Fitopatología*, Mar del Plata – Bs.As. 06/11.

Paglione, R.; C. Oddino; A. Pérez; A. Marinelli; G. March; S. Ferrari; L. D´Eramo y S. Ferrari. 2010. Efecto de Boscalid+pyraclostrobin sobre la intensidad de tizón, marchitamiento y viruela del maní. *XXV Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera, Cba. p: 77 – 78.

Pedro Jr., M.J.; S.A Moraes e I.J. Godoy.1994. Agrometeorological forecasting method for Cercospora leafspot in peanuts.*Fitopatol.Bras*., 19: 69 - 73.

Phipps, P.M. y N.L. Powell. 1984. Evaluation of criteria for the utilization of peanut leaf spot advisories in Virginia. *Phytopathology,* 74: 1189 - 1193.

Plaut, J.L. y R.D. Berger. 1981. Infection rates in three pathosystem epidemics initiated with reduced disease severities. *Phytopathology,* 71: 917 - 921.

Porter, D.M. y F.S. Wright. 1991. Early leafspot of peanuts: effect of conservational tillage practices on disease develoment. *Peanut Sci.,* 18: 76 - 79.

Punja, Z.K. 1986. Relationships among soil depth, soil texture, and inoculum placement in infection of carrot roots by eruptively germinating sclerotia of *Sclerotium rolfsii*.*Phytopathology,* 76: 976 - 980.

Rago, A.; A. Marinelli y G.J. March. 1996. Influencia de la ubicación de los esclerocios y la humedad del suelo sobre la infección de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en maní (*Arachis hypogaea* L.). *XI Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 26/09/96. p: 42.

Sholar, J.R.; J.P. Damicone, B.S. Landgraf, J.L. Baker y J.S. Kirby. 1993. Comparison of peanut tillage practices in Oklahoma. *Am. Peanut Res. Ed. Soc*. (J.R. Sholar, ed.) Alabama, USA. Procceeding. p: 71.

Siqueira de Azevedo, L. 2007. *Fungicidas sistémicos, Teoría e Practica*. Campinas: EMOPI. 284 p.

Smith, D.H. y R.H. Littrell. 1980. Management of peanut foliar diseases with fungicides. *Plant Dis.,* 64: 356 - 361.

Soave, J.; C. Oddino; C. Bianco; S. Soave; A. Moresi y M. Buteler.2008. Pronto (AO): Nueva variedad de maní alto oleico de ciclo corto tolerante a tizón (*Sclerotinia sclerotiorum*).*XXIII Jornada Nacional del Maní* y *1º Simposio de Maní del Mercosur*. Gral. Cabrera, Cba. p: 26-27.

Soave, S. 2007. Comportamiento de cultivares y líneas en desarrollo de maní frente a la sarna del maní causada por *Sphaceloma arachidi*. TFG de Ingeniería Agronómica FAV-UNRC. Río Cuarto, Córdoba.

Vargas Gil, S.; G.J. March; A. Marinelli; C. Oddino y M. Kearney. 2003a. Influencia de la materia orgánica sobre la dinámica poblacional de microorganismos de biocontrol. *XVIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 19/09/03. p: 14-15.

Vargas Gil, S.; G.J. March; C. Casini; S. Pastor; G. Benítez y R. Haro. 2003b. Efecto de las labranzas y rotaciones sobre las poblaciones de biocontroladores y las enfermedades por hongos de suelo en maní. *XVIII Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera -Cba. 19/09/03. p: 18-19.

Waggoner, P.E. y R.D. Berger. 1987. Defoliation, disease, and growth. *Phytopathology,* 77: 393-398.

Waliyar, F. 1991. Yield losses of groundnut due to foliar diseases in West Africa. *2nd Reg. Groundnut Workshop*,

Niamey Niger. ICRISAT, Patancheru, India.
Wu, L.; J.P. Damicone y K.E. Jackson. 1996. Comparison of weather-based advisory 208 programs for managing early leaf spot on runner and Spanish peanut cultivars. *Plant Dis*., 80: 640 - 645.
Ypema, H.L. y R.E. Gold. 1999. Kresoxim-methyl. Modification of a naturally occurring compound to produce a new fungicide.*Plant Dis*., 83: 4 - 19.
Zuza, M. 2003. Rol de la semilla de maní como fuente de inóculo primario en la «podredumbre parda de la raíz». Trabajo Final de Grado. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba.

Capítulo 15. Enfermedades causadas por virus

Sergio L. Lenardón y Soledad de Breuil

En Argentina se han identificado cinco virosis que afectan al maní. En Córdoba, este cultivo es infectado naturalmente por *Peanut mottle virus* (PeMoV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) y *Groundnut ringspot virus* (GRSV); mientras que en el norte del país (provincias de Salta y Jujuy) han sido detectados GRSV, *Cowpea mild mottle virus* (CPMMV) y, recientemente, *Peanut stripe virus* (PStV).

El manejo de las virosis se basa en la adopción de medidas preventivas cuya finalidad es mantener bajos niveles de incidencia de la enfermedad, de modo que las mismas no resulten perjudiciales al sistema productivo. Para ello, es necesario identificar el agente etiológico y conocer los aspectos epidemiológicos del patosistema. A continuación se detallan las principales características de las virosis presentes en la región productora de maní en Córdoba.

Moteado del Maní

Esta enfermedad se encuentra distribuida mundialmente y ha sido identificada prácticamente en todas las regiones donde se cultiva el maní. En nuestro país fue detectada por primera vez en Córdoba en 1973 y, posteriormente, fue observada en lotes comerciales de maní de las localidades de Río Tercero, Tancacha, General Cabrera, Oncativo y Manfredi (Dptos. Río Segundo y Río Tercero) (Giorda *et al*., 1985). En la actualidad, se encuentra distribuida en todas las zonas maniseras de la provincia, lo que puede atribuirse a la transmisión de este virus a través de las semillas.

Síntomas

Un moteado sistémico suave en las hojas que, eventualmente, puede manifestarse de manera más intensa, es el síntoma característico de la enfermedad (Figura 1 A y B). La severidad de los síntomas depende de la raza del virus, del genotipo y del estadio fenológico de la planta al momento de la infección, aspectos que influyen en la reducción final del rendimiento debido a una disminución del tamaño de las semillas (Lenardon y Giorda, 2005).

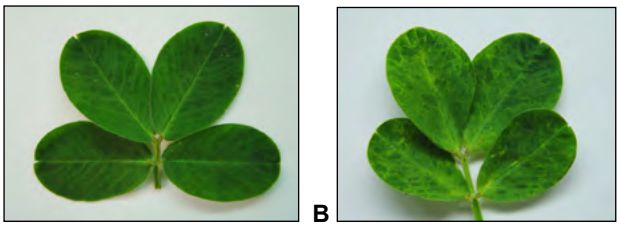


Figura 1. *Moteado del maní causado por PeMoV.* **A.** *Moteado sistémico suave.* **B.** *Moteado sistémico severo*

En ciertas ocasiones, los síntomas tienden a atenuarse o enmascararse a medida que el cultivo madura, por lo que una planta aparentemente sana puede estar infectada y resultar positiva para el agente causal en diferentes pruebas de diagnóstico (Gudauskas *et al*., 1993).

Agente Causal

El agente etiológico de la enfermedad es el *Peanut mottle virus* (PeMoV), pertenece al género *Potyvirus* de la familia *Potyviridae.* El PeMoV es un virus de partículas filamentosas flexuosas de aproximadamente 740-750 nm de largo y 12 nm de ancho. Los viriones se encuentran en el citoplasma de las células infectadas, donde forman inclusiones cilíndricas características de los potyvirus (Figura 2) (Fauquet *et al*., 2005).

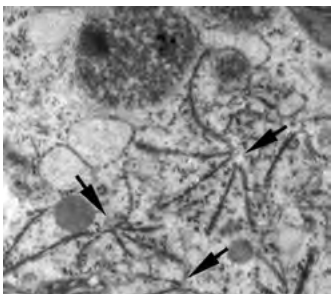


Figura 2. *Inclusiones cilíndricas en el citoplasma de células del mesófilo de maní causadas por PeMoV. (Foto: Dra. C.F. Nome, CIAP-INTA).*

El genoma es monopartito y está compuesto por ARN de simple cadena de sentido positivo, de aproximadamente 9,7 kb (Rajeshwari *et al*., 1983). Posee un marco abierto de lectura (ORF) que codifica una poliproteína, la cual es proteolíticamente procesada en proteínas más pequeñas. Recientemente fue detectada la presencia de otro pequeño ORF denominado PIPO (pretty interesting *Potyviridae* ORF) (Chung *et al*., 2008).

Características epidemiológicas

PeMoV se transmite mecánicamente en forma experimental, mientras que en la naturaleza es diseminado por algunas especies de pulgones de manera no persistente, citándose como vectores principales a *Aphis craccivora* Koch, *A. gossypii* Glover*, Myzus persicae* Sulzer*, Hyperomyzus lactucae* L., *Rhopalosiphum padi* L. y *R. maidis* Fitch (Giorda *et al*., 1985).

Este virus también es dispersado a través de las semillas de maní, lo que asegura la introducción y la diseminación de la virosis en áreas y lotes en donde nunca se la había observado. La práctica habitual de los agricultores de almacenar granos cosechados en sus lotes para ser usados como semillas en la próxima campaña asegura la continua presencia y dispersión del PeMoV en esos campos. Las plantas que se originan a partir de semillas infectadas constituyen la fuente de inóculo primaria dentro del cultivo, desde las cuales el virus será transmitido posteriormente por áfidos. Los porcentajes de transmisión por semilla se han estudiado en algunos cultivares americanos y los valores varían entre 0 y 8,5% (Demski y Reddy, 1997).

Numerosas especies vegetales son susceptibles a la infección con PeMoV y pueden actuar como reservorios naturales de la enfermedad, entre ellas podemos mencionar: *Arachis chacoensis* L., *Lupinus angustifolius* L., *L. albus* L. y *Trifolium alba* L. (Giorda *et al*., 1985). Además, entre las especies cultivadas y silvestres que componen el rango de hospedantes podemos encontrar soja, poroto y algunas malezas.

Manejo de la enfermedad

El principal aspecto a considerar para el manejo es el uso de semillas libres de virus producidas bajo un programa de certificación controlado.

El uso de insecticidas no resulta efectivo para controlar la diseminación de la virosis, debido a la modalidad de transmisión no persistente de los pulgones que actúan como su vector.

En Argentina, aún no hay estudios tendientes a la selección de germoplasma resistente/tolerante a esta virosis, pero cabe destacar que en EE.UU. se han identificado genotipos de maní en los cuales la transmisión por semilla no ocurre o se produce en muy baja proporción. Por esta razón, estas líneas podrían incorporarse en los programas nacionales de mejoramiento para esta virosis.

Achaparramiento del maní

Esta enfermedad, producida por un virus de distribución mundial, fue observada por primera vez en Argentina en maní en la zona rural de Alejandro Roca (Dpto. Juárez Celman) durante la campaña 1999/2000 (Lenardon *et al*., 2000). Por entonces, había alcanzado elevados niveles de incidencia que provocaron significativas mermas en los rendimientos del cultivo (March *et al*., 2000). Posteriormente, se detectaron nuevos focos de la virosis en lotes cultivados en la región centro-sur del área manisera de Córdoba (de Breuil *et al*., 2006; de Breuil y Lenardon, 2007). La aparición de esta enfermedad en el cultivo podría estar relacionada con el desplazamiento que la región productora de maní ha ido sufriendo en los últimos años hacia regiones ganaderas del sur de la provincia, donde el virus probablemente estaba presente en otras leguminosas forrajeras perennes de esa zona (de Breuil *et al*., 2008).

Síntomas

Las plantas afectadas presentan reducción marcada del crecimiento, entrenudos muy cortos (achaparramiento), brotación de yemas axilares, deformación y reducción del tamaño de los folíolos y moteado clorótico sistémico (Figura 3). También pueden observarse plantas bien desarrolladas que manifiestan brotación de yemas axilares en el tercio superior y hojas con moteado clorótico sistémico, las que probablemente se infectaron tardíamente (Lenardon *et al*., 2000).

Figura 3. *Plántula de maní proveniente de una semilla infectada con CMV, con deformación, reducción del tamaño de los folíolos y moteado clorótico sistémico severo.*

Esta virosis provoca una severa reducción del rendimiento del cultivo debido, principalmente, a una disminución marcada del peso medio de los granos (PMG) (Figura 4). En maníes inoculados artificialmente con CMV se observó que el PMG se reduce entre 10 y 30% cuando las plantas son

infectadas al inicio de la floración (etapa R1) o en la etapa de 4-6 nudos desarrollados sobre el eje principal (V4-6), respectivamente. Además, si la infección ocurre durante estadios vegetativos tempranos, el rendimiento de maní tipo "confitería" se ve afectado, y las plantas producen mayor proporción de granos pequeños, tanto más cuando más temprana es la infección. También se ha observado que dentro de una misma granometría, las semillas producidas por las plantas enfermas son más livianas que las de las plantas sanas, posiblemente debido a que la infección viral interfiere en el metabolismo de los hidratos de carbono alterando la relación fuente-destino de los fotoasimilados (Shalitin y Wolf, 2000; Shalitin *et al*., 2002).

Otro efecto de la infección con CMV es que las plantas enfermas producen un alto porcentaje de frutos inmaduros.

Figura 4. *Cajas de maní cosechadas de una planta infectada con CMV (Izquierda) comparadas con un fruto proveniente de una planta sana (Derecha).*

Agente causal

El agente causal es el *Cucumber mosaic virus* (CMV) dentro del género *Cucumovirus*, familia *Bromoviridae*. Sus partículas son esféricas, de aproximadamente 30 nm de diámetro (Figura 5) y, en el citoplasma de las células afectadas, se pueden observar inclusiones cristalinas debido a la aparición de agregados virales.

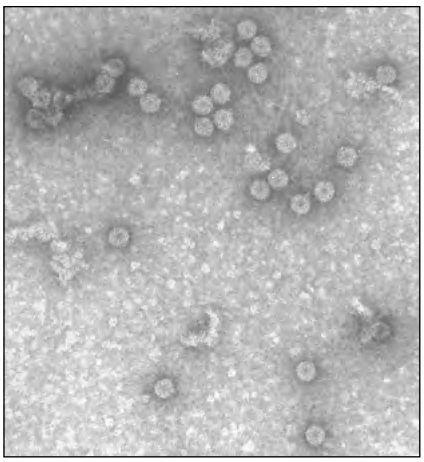


Figura 5. *Preparado leaf-dip a partir de hojas de maní infectadas con CMV, mostrando partículas virales de aproximadamente 30 nm de diámetro.*

El genoma del CMV está constituido por tres ARNs genómicos de simple cadena y sentido positivo llamados ARN 1, ARN 2 y ARN 3, en orden decreciente de tamaño, y dos ARNs subgenómicos, denominados ARN 4 y ARN 4A (Fauquet *et al*., 2005). Algunas razas del CMV llevan encapsidado un pequeño ARN adicional denominado ARN 5.

Características epidemiológicas

Cucumber mosaic virus posee numerosas razas mundialmente distribuidas en distintos lugares que han sido clasificadas en dos subgrupos principales, denominados subgrupo I y II, en función de sus propiedades serológicas y similitud de secuencia nucleotídica (Palukaitis *et al*., 1992). El subgrupo I, a su vez, fue dividido en dos, IA y IB, por análisis filogenéticos (Roossinck *et al*., 1999). El CMV caracterizado a partir de maníes infectados naturalmente en la región manisera de Córdoba pertenece al subgrupo II (de Breuil *et al*., 2005).

CMV se transmite mecánicamente y por injerto. En la naturaleza es diseminado por más de 80 especies diferentes de áfidos de manera no persistente. En ensayos experimentales de laboratorio se logró la transmisión del virus en forma no persistente por la especie *Myzus persicae* Sulzer, con una eficiencia del 33 al 73% (de Breuil *et al*., 2002).

Los pulgones capaces de transmitir el virus pueden provenir de lotes cultivados adyacentes a los de maní y/o de malezas que alberguen la virosis. El pulgón de las leguminosas (*Aphis craccivora* Koch) ha sido observado colonizando flores y clavos de maní y podría constituirse en el vector natural de este patógeno, ya que ha sido señalado como tal en otros países (Lenardon, 2005).

El CMV es transmitido a través de semillas con valores que oscilan entre 0,6 y 3,5%, siendo las de menor calibre las que lo transmiten en mayor proporción. Estos granos pequeños generalmente

no son cosechados y quedan en el campo como potencial fuente de inóculo para los próximos ciclos agrícolas (Lenardon *et al*., 2002).

CMV infecta numerosas especies vegetales pertenecientes a distintas familias botánicas, incluyendo cultivos de interés agropecuario, hortalizas, ornamentales, cultivos perennes y malezas. Estas plantas hospedantes actúan como reservorios para el virus durante el tiempo en que el maní no se encuentra cultivado y le otorgan al patógeno la capacidad de permanecer en una determinada región durante prolongados períodos de tiempo (Gillaspie *et al*., 1998). En el área manisera de Córdoba, en lotes aledaños a cultivos de maní afectados por la virosis, se identificaron plantas de trébol blanco (*Trifolium repens* L.) infectadas con CMV, por lo que esta forrajera perenne actúa como reservorio natural del virus en nuestra región.

Manejo de la enfermedad

Cucumber mosaic virus es uno de los virus más dificultosos de controlar. Se ha demostrado que la mayoría de los cultivares comerciales de maní son altamente susceptibles al virus (de Breuil *et al*., 2003). El mayor énfasis en el manejo debe ponerse en prácticas que minimicen las fuentes de inóculo primarias. Por ello, es imprescindible el uso de semillas libres del virus de modo de iniciar cultivos con sanidad controlada.

Es conveniente no sembrar maní en lotes cercanos a pasturas de leguminosas perennes (alfalfares/tréboles), posibles reservorios de la virosis y sus vectores. Antes de sembrar el maní, se deben eliminar plantas guachas y malezas, hospedantes del virus y de los áfidos transmisores de la enfermedad.

Necrosis del brote de maní

En Argentina, Frezzi observó plantas con síntomas típicos de la enfermedad en 1960, pero es a partir de 1977 cuando la virosis aparece con mayor frecuencia en cultivos comerciales de maní tipo Virginia, ubicados en las localidades de Laguna Larga, Manfredi y Oncativo (Dpto. Río Segundo) (Nome *et al*., 1985).

Esta virosis fue nuevamente observada en maníes cultivados durante la campaña agrícola 2003/04 y, a partir de ese momento, la misma ha sido detectada en el cultivo en todos los ciclos productivos, mostrando un paulatino aumento en los valores de prevalencia y una dispersión desde la región centro-norte hacia el sur de la zona manisera.

Síntomas

Las plantas afectadas son achaparradas. Los brotes jóvenes presentan proliferación de yemas axilares con folíolos pequeños, deformados y manifestación de mosaico y/o clorosis severa. En los folíolos se observa una intensa clorosis (verde pálido), anillos concéntricos y/o diseños lineales que pueden necrosarse (Figura 6). Cuando las infecciones se producen en etapas vegetativas tempranas los síntomas son más severos, con pérdida significativa de los rendimientos debido principalmente a una importante disminución en el número de granos, pudiendo incluso provocar la muerte de la planta (de Breuil *et al*., 2011). Por el contrario, si la infección ocurre en etapas avanzadas del crecimiento, los síntomas pueden restringirse a algunas ramas o a la región apical de la planta, en cuyo caso las pérdidas son poco significativas.

Figura 6. *Maní mostrando síntomas causados por GRSV.* **A.** *Acortamiento de entrenudos y proliferación de yemas axilares.* **B.** *Folíolos pequeños, deformados y con clorosis severa.* **C.** *Anillos cloróticos concéntricos y diseños lineales.*

Agente causal

El agente etiológico es el *Groundnut ringspot virus* (GRSV), perteneciente al género *Tospovirus*, familia *Bunyaviridae*. En 1985, *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), género *Tospovirus*, fue identificado como el patógeno responsable de la necrosis del brote de maní en base a la sintomatología observada, hospedantes diferenciales, estabilidad del virus en savia y morfología de las partículas virales (Nome *et al*., 1985). En aquel momento, TSWV era considerado el único miembro del género *Tospovirus* y fue luego de 1990, con el uso de técnicas serológicas y análisis de secuencias genómicas, que otros miembros fueron identificados como especies diferentes de *Tospovirus* (Law y Moyer, 1990). Es muy probable que el GRSV haya sido el patógeno responsable de la sintomatología viral observada en aquella época en el cultivo de maní y, en la actualidad, podría ser considerado como un patógeno re-emergente (de Breuil *et al*., 2007).

El virus está compuesto por partículas esféricas de unos 80-110 m de diámetro, envueltas por una membrana lipoproteica con proyecciones en la superficie, que posiblemente se ensamblen en el retículo endoplasmático (Figura 7a). La nucleocápside del virus puede acumularse en el citoplasma, formando masas densas de proteínas (Figura 7b). (Fauquet *et al*., 2005).

GRSV tiene un genoma tripartito compuesto por tres segmentos de ARN de simple cadena denominados L, M y S, en función de su tamaño (grande, medio y pequeño, respectivamente). El ARN L es de sentido negativo mientras que los ARNs M y S tienen ambos polaridad negativa y positiva, respectivamente (Fauquet *et al*., 2005).

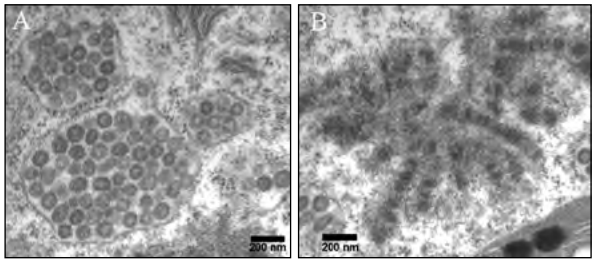


Figura 7. *Cortes ultrafinos de una hoja de maní infectada con GRSV.* ***Izquierda:*** *Partículas virales de GRSV dentro de vesículas del retículo endoplasmático.* ***Derecha:*** *Masas densas en el citoplasma celular formadas por acumulación de la nucleoproteína del GRSV. (Fotos: Dra. C.F. Nome, CIAP-INTA)*

Características epidemiológicas

El virus se transmite mecánicamente y por injerto. En la naturaleza, el GRSV es diseminado sólo por trips (*Thysanoptera*: *Thripidae*) de manera persistente propagativa, es decir que se multiplica en el interior del cuerpo del vector (Whitfield *et al*., 2005). Sólo los trips adultos que adquieren el patógeno en el primero o segundo estadio larval son luego capaces de transmitir la enfermedad (Moritz *et al*., 2004). Si bien se ha señalado que tanto larvas como adultos infectivos son capaces de transmitir el virus, son los segundos los que tienen mayor impacto en el incremento de plantas enfermas en el cultivo, dado que como son alados pueden movilizarse libremente a grandes distancias y tienen la capacidad de infectar masivamente los cultivos (Giorda y Lenardon, 2005).

Las infecciones primarias en un cultivo son producidas por vectores virulíferos que llegan como adultos alados desde lugares cercanos, o como braquípteros (adultos de alas cortas) que pasaron el invierno dentro del lote. La progenie de estos trips es la responsable de las infecciones secundarias dentro del cultivo.

Los tisanópteros capaces de transmitir eficientemente en el campo al GRSV son *Frankliniella schultzei* (Tribom) y *F. occidentalis* (Pergande) (Wijkamp *et al*., 1995; de Borbón y Gracia, 1996) y *F. gemina* lo hace bajo condiciones experimentales (de Borbón *et al*., 2006). En el área manisera de Córdoba se identificaron colonizando maní las especies *F. schultzei* y *F. occidentales*, siendo la primera la más prevalente en el cultivo, además de encontrarse distribuida en casi toda la región manisera (de Breuil *et al*., 2009).

El GRSV infecta un grupo limitado de especies vegetales, entre las que se encuentra el cultivo de soja (López Lambertini *et al*., 2008) que, como el maní, alberga poblaciones de *F. schultzei*, principal vector de esta virosis. En este sentido, se ha observado que el retraso de la fecha de siembra del maní puede favorecer la aparición de la enfermedad con características epidémicas, ya que el cultivo sirve como alimento de buena calidad para los trips vectores de la virosis, al momento que la soja se encuentra en estadios fenológicos avanzados resultando un recurso de menor calidad alimenticia para los insectos (de Breuil *et al*., 2011).

Manejo de la enfermedad

El manejo de esta virosis debe ser integrado. Una de las prácticas culturales más eficiente es el empleo de la resistencia genética, sin embargo en nuestro país no se dispone aún de cultivares comerciales con resistencia incorporada.

El conocimiento de la ecología de los trips vectores es necesario al considerar fechas de siembra como alternativa de manejo. El uso de insecticidas para el manejo de la virosis como práctica aislada ha demostrado tener poco éxito, ya que el control de los vectores no se traduce en una reducción significativa de la misma (Todd *et al*., 1996).

Se ha observado que sistemas de labranzas mínima o reducida en maní presentan menores índices de incidencia de *Tospovirus* comparados con el sistema de labranza convencional. Lograr un buen stand de plantas en el lote y un eficiente control de malezas incluyendo plantas guachas de maní, que actúan como reservorios del virus o del trips vector, son también alternativas adecuadas para disminuir los riesgos de esta patología (Culbreath *et al*., 2003).

Bibliografía citada

Chung, B.Y.-W.; W.A. Miller; J.F. Atkins y A.E. Firth. 2008. An overlapping essential gene in the potyviridae. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105: 5897-5902.

Culbreath, A.K.; J.W. Todd y S.L. Brown. 2003. Epidemiology and management of tomato spotted wilt in peanut. *Annu. Rev. Phytopathol*. 41: 53-75.

de Borbón, C.M. y O. Gracia. 1996. *Frankliniella schultzei* (Tribom), eficiente vector de *Groundnut ringspot virus* (GRSV) en cultivo de lechuga en Mendoza, Argentina. *Fitopatol. Bras*. 21: 423.

de Borbón, C.M.; O. Gracia y R. Píccolo. 2006. Relationships between Tospovirus incidence and thrips populations on tomato in Mendoza, Argentina. *J. Phytopathol.* 154: 93-99.

de Breuil, S.; J. Abad; C.F. Nome y F. Giolitti; P. López Lambertini; S. Lenardon. 2007. *Groundnut ringspot virus*: an emerging *Tospovirus* inducing disease in peanut crops. *J. Phytopathol.* 155: 251-254.

de Breuil, S.; F. Giolitti y S.L. Lenardon. 2003. Evaluación de germoplasmas comerciales de maní a Cucumber mosaic virus. *XVIII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 18/09/03. p: 36-37.

de Breuil, S.; F. Giolitti y S. Lenardon. 2005. Detection of *Cucumber mosaic virus* on peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Argentina.*J. Phytopathol*. 153: 722-725.

de Breuil, S.; F. Giolitti; C. Nome y S. Lenardon. 2002. Evidencias de *Cucumber mosaic virus* en cultivos de maní. *XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto-Cba. 26 al 28/06/02. p: 73.

de Breuil, S.; F. Giolitti; N. Bejerman; P. Rodriguez Pardina; M. Fiorona; C. Galarza y S. Lenardon. 2011. Efectos del *Groundnut ringspot virus* en el rendimiento de maní. *XXVI Jornada Nacional del Maní. Gral*. Cabrera-Cba. 15/09/11. p: 37-38.

de Breuil, S. y S. Lenardon. 2007. Aspectos epidemiológicos de las virosis en maní. *XXII Jornada Nacional de Maní. 1º Simposio de Maní en el MERCOSUR*. Gral. Cabrera-Cba. 20/09/07. p: 22-24.

de Breuil, S.; A. Moresi y S. Lenardon. 2006. Nueva epidemia de *Cucumber mosaic virus*. *XXI Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 21/09/06. p: 24-25.

de Breuil, S.; M.S. Nievas; F. Giolitti; L.M. Giorda y S. Lenardon. 2008. Occurrence, prevalence and distribution of viruses infecting peanut in Argentina. *Plant Dis*. 92: 1237-1240.

de Breuil, S.; R. La Rossa; A. Wulff y S. Lenardon. 2009. Reconocimiento e identificación de trips (*Thysanoptera: Thripidae*) asociados a cultivos comerciales de maní. *XXIV Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 17/09/09. p: 12-14.

Demski, J.W. y D.V.R. Reddy. 1997. Diseases caused by viruses. In: Kokalis-Burelle N.; D.M. Porter; R. Rodrí-

guez-Kábana; D.H. Smith and P. Subrahmanyam (eds.). Compendium of Peanut Diseases.Americal Phytopathological Society Press.Second Edition. St. Paul, MN, USA. p: 53-59.

Fauquet, C.M.; M.A. Mayo; J. Maniloff; U. Desselberger y L.A. Ball. 2005. *Virus Taxonomy*. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Virus.Elsevier Academic Press. San Diego, CA, USA.

Gillaspie, A.G; M.R. Hajimorad y S.A. Ghabrial. 1998. Characterization of a severe strain of Cucumber mosaic cucumovirus seedborne in cowpea. *Plant Dis*. 82: 419-422.

Giorda, L.M.; S.F. Nome y I.G. Laguna. 1985. El virus del moteado del maní en la Argentina. *IDIA* Nº 433-436: 53-57.

Giorda, L.M.; S. Lenardon. 2005. Marchitez Manchada. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del Maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 124-128.

Gudauskas, R.T.; K.B. Burch; P. Jin; A.K. Hagan y J.R. Weeks. 1993. Identification of viruses infecting peanut in Alabama. *Peanut Sci*. 20:71-73.

Law, M.D. y J.W. Moyer.1990. A tomato spotted wilt-like virus with a serologically distinct N protein. *J Gen Virol* 71: 933-938.

Lenardon, S.L.; F. Giolitti; G. Dujovny; A. Marinelli y G. March. 2000. Asociación de partículas tipo cucumovirus en maní con síntomas de severo achaparramiento. *XV Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 14/09/00. p: 32-33.

Lenardon, S.; S. de Breuil; C. Oddino; M. Kearney y A. Marinelli. 2002. Transmisión del Cucumber mosaic virus (CMV) en semillas de maní. *XI Jornadas Fitosanitarias Argentinas*. Río Cuarto-Cba. 26 al 28/06/02. p: 74.

Lenardon, S. 2005. Achaparramiento del maní. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 119-123.

Lenardon, S. y L.M. Giorda. 2005. Moteado del maní. En: March, G. y A. Marinelli (eds.). *Enfermedades del Maní en Argentina*. Biglia impresores. Córdoba. p: 115-118.

López Lambertini, P.M.; M. Fiorona; V.V. Ranieri; N. Puyane; V. Alemandri; P.E. Rodríguez Pardina y I.G. Laguna. 2008. Detección, prevalencia y distribución del *Groundnut ringspot virus* en soja en Argentina. *1º Congreso Argentino de Fitopatología*. Ciudad de Córdoba-Cba. p: 294.

March, G.J.; A. Marinelli, S.L. Lenardon; F. Pedrozo; M. Kearney; C. Oddino y D. Remedi.2000. Incidencia, distribución espacial y pérdidas por cucumovirus en maní. *XV Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera-Cba. 14/09/00. p: 34.

Moritz, G.; S. Kumm y L. Mound. 2004. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. *Virus Res*. 100: 143-149.

Nome, S.F.; L.M. Giorda; G. Truol de Izaurralde y I.G. Laguna. 1985. Necrosis del brote del maní causada por el virus de la marchitez manchada del tomate. *IDIA* Nº 433-436: 29-33.

Palukaitis, P.; M.J. Roossinck; R.G. Dietzgen y R.I.B. Francki. 1992. Cucumber mosaic virus. *Adv. Virus Res*. 41: 281-348.

Rajeshwari, R.; N. Iizuka; B.L. Nolt y D.V.R. Reddy. 1983. Purification, serology and physico-chemical properties of a *Peanut mottle virus* isolate from India. *Plant Pathol*. 32: 197-205.

Roossinck, M.J.; L. Zhan y K.H. Hellwald. 1999. Rearrangements in the 5´ nontranslated region and phylogenetic analyses of cucumber mosaic virus RNA 3 indicate radial evolution of three subgroups. *J. Virol*. 73: 6752-6758.

Shalitin D. y S. Wolf. 2000. *Cucumber mosaic virus* infection affects sugar transport in melon plants. *Plant Physiol*. 123: 597-604.

Shalitin, D.; Y. Wang; A. Omid y A. Gal-On; S. Wolf. 2002. *Cucumber mosaic virus* movement protein affects sugar metabolism and transport in tobacco and melon plants. *Plant, Cell Environ*. 25: 989-997.

Todd, J. W.; A.K. Culbreath y S.L. Brown. 1996. Dynamics of vector populations and progress of spotted wilt disease relative to insecticide use in peanuts. *Acta Hortic*. 431: 483-490.

Whitfield, A.E.; D.E. Ullman; T.L. German. 2005. Tospovirus-thrips interactions. *Annu. Rev. Phytopathol*. 43: 459-489.

Wijkamp, I.; N. Almarza; R. Goldbach; D. Peters. 1995. Distinct levels of specificity in thrips transmission of *tospovirus*. *Phytopathology* 85: 1069-1074.

Capítulo 16. Malezas en el cultivo de maní. *Control y manejo*

Fernando E. Daita, Ulises Gerardo y José Mulko

En los sistemas agrícolas, las características estructurales de los cultivos y poblacionales de las malezas determinan cómo evoluciona la relación entre ambos y su impacto en el rendimiento (Bedmar *et al*., 2002). En el ciclo de los cultivos, el periodo crítico de competencia de malezas (PCCM), es una etapa crucial en la que estos deben permanecer libres de ellas para evitar pérdidas de rendimiento (Nieto *et al.*, 1968). El PCCM es variable pero normalmente se extiende desde un tercio hasta la mitad del ciclo de crecimiento, en los diferentes cultivos. En cuanto a su inicio, es importante considerar que éste se anticipa cuando los recursos disponibles (agua, nutrientes y luz) son escasos, el ambiente es desfavorable y/o hay presencia de malezas que escaparon a las labores de control realizadas previo a la siembra, en el barbecho.

Entre los diferentes cultivos, el maní por su porte rastrero es un mal competidor frente a las malezas (Clemson, 2006). Rainero y Rodríguez (1998) demostraron que el PCCM en este cultivo se ubica entre 30 y 75 días después de la siembra, por lo que la utilización de herbicidas aplicados en pre-emergencia y con escasa residualidad deben ser complementados necesariamente con otros productos aplicados en post-emergencia, a los fines de cubrir todo el ciclo del mismo. En cuanto al grado de interferencia de las malezas, las gramíneas anuales y perennes son las más perjudiciales (Wilcut et al., 1995). Entre las primeras, *Eleusine indica* "pasto soga" tiene una reconocida interferencia porque sus raíces se entremezclan con los frutos subterráneos del maní constituyendo un grave problema en el momento de arrancado. Rodríguez y Rainero (1995) registraron pérdidas de rendimiento que variaron entre 43 y 86% cuando la densidad de la maleza estuvo entre 1 y 20 plantas por metro lineal de surco.

En maní, al igual que en otros cultivos, los herbicidas han tenido un gran impacto en su productividad, al punto que se pensó en la posibilidad de basar su manejo sólo con el uso de estos productos. Con el tiempo se ha llegado a demostrar que, en un contexto ecológico, sustentable y económico, ese planteo no es razonable, ya que las poblaciones de malezas no son reducidas al ritmo esperado y a que el uso sólo de herbicidas condujo desafortunadamente al surgimiento de especies resistentes. Un ejemplo de ello, y con marcada importancia para el cultivo de maní, es el *Amaranthus quitensis* "yuyo colorado", maleza que se encuentra citada para Argentina (1996) como resistente a los herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) (Heap, 2006). Frente a esta problemática, el concepto de "control" debe ser, necesariamente, reemplazado por el de "manejo" de malezas. Este último concepto, no se limita sólo al periodo comprendido por el ciclo del cultivo, sino que abarca una escala temporal mayor e integra, además, los conocimientos sobre la biología de la especie problema, las condiciones ambientales en que se desarrolla el cultivo y la interacción entre ambos (Thill *et al*., 1991).

Con el fin de seleccionar el herbicida más eficiente para una determinada situación, se hace necesario que los profesionales realicen un diagnóstico de malezas a nivel predial antes de proceder a la aplicación de un determinado producto. Este diagnóstico permite jerarquizar las diferentes especies asociadas al cultivo y, consecuentemente, posibilita la elección y el uso de la mejor herramienta

para evitar el surgimiento de especies resistentes, disminuir el impacto ambiental y los costos de producción.

Métodos de control

El control cultural, mecánico y químico, deben estar integrados para un manejo estratégico de las malezas asociadas al cultivo de maní y los cultivos que siguen en la rotación.

Control cultural

Las prácticas culturales para el control de malezas deberían ser revalorizadas ya que, a través de su empleo e integración (Willingham, 2004), es factible reducir en forma considerable las dosis de los herbicidas a utilizar. Entre estas prácticas se encuentran la elección del lote, la rotación de cultivos, el sistema de labranza, la elección de cultivares, la fecha de siembra, la densidad y modelos de siembra y las enmiendas.

Elección del lote y rotación de cultivos: La elección del lote es de suma importancia debido a que las condiciones físicas y químicas del suelo condicionan el desarrollo inicial del cultivo y, consecuentemente, su capacidad competitiva con las malezas. En cuanto a la rotación, el maní suele ser sensible a los cultivos que lo anteceden, motivo por el cual éstos deben ser tenidos en cuenta. A su vez, es necesario considerar que una rotación adecuada posibilita el uso de herbicidas con diferentes modos de acción evitándose así el surgimiento de especies resistentes.

Sistemas de labranza: La preparación del suelo para la siembra y establecimiento de un cultivo comienza con el manejo del rastrojo del cultivo antecesor. El sistema de labranza empleado, con o sin remoción de suelo, determina en forma anticipada las malezas que pueden estar presente en el cultivo debido a que el sistema empleado condiciona la dinámica de emergencia de las plántulas (Zorza *et al*., 2000). En términos generales podemos decir que el laboreo del suelo incrementa la frecuencia de malezas de hoja ancha y la ausencia de disturbio incrementa la frecuencia de gramíneas. Un ejemplo de ello es el aumento de poblaciones de *Digitaria sanguinalis* “pata de gallina” y la ausencia de *Datura ferox* “chamico” en sistemas de siembra directa comparados con labranza convencional y reducida (Nisensohn *et al*., 1997; Zorza *et al*., 1998).

Elección del cultivar: Los cultivares de porte rastrero tienen una mayor capacidad inicial de cubrir el entresurco comparándolos con los de porte erecto (Giayetto *et al*., 2003), lo que mejora la capacidad competitiva del cultivo en sus estadios iniciales.

Fecha de siembra: La fecha de siembra óptima para cada cultivar es aquella que permite un rápido establecimiento del cultivo e influye significativamente sobre la habilidad competitiva de éste para un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles con respecto a las malezas.

Densidad y modelos de siembra: La manipulación de la densidad de siembra y del espaciamiento entre las hileras es una práctica de manejo con la que se puede lograr un rápido sombreado del suelo y anticipar la competencia a favor del cultivo. Esta práctica tiene mayor influencia en los cultivares de ciclo corto (Ross y Lembi, 1985). Yoder (2003) observó que cuando el maní se siembra a mayor distancia entre hileras existe un menor control de gramíneas en un sistema con labranza conservacionista respecto a uno convencional, pero que no hay un efecto del sistema de labranza cuando el cultivo está sembrado en hileras apareadas.

Enmiendas del suelo: El uso de enmiendas afecta en gran medida la habilidad competitiva de los cultivos porque permite que los mismos se establezcan rápidamente y compitan por los recursos disponibles. Siendo esta práctica más efectiva cuando la distribución de los productos es en la línea de siembra (Rao, 1983).

Control mecánico

El control mecánico, en siembras con remoción de suelo, se basa en la intervención sobre las malezas con alguna herramienta que las dañe físicamente. El maní, al cultivarse en hileras, ofrece fácil acceso a la escarda manual y mecanizada. Sin embargo, debido al hábito de fructificación, la operación mecánica no se puede realizar de manera segura una vez que se ha iniciado el ingreso de los clavos al suelo y el posterior crecimiento de los frutos; por lo que las malezas de emergencia tardía deberán ser eliminadas manualmente o controladas químicamente. Las malezas que emergen en los primeros estadios del cultivo pueden ser eliminadas con rastras rotativas, y las que lo hacen en estadios más avanzados, es posible hacerlo con el empleo de cultivadores de rejas anchas y planas, no siendo aconsejable el uso de rejas o escardillos que arrojen tierra sobre la base de las plantas porque incrementan el riesgo de enfermedades. Al final del ciclo del cultivo las malezas de porte erecto que escapan al control se pueden eliminar en forma manual, dependiendo de su abundancia, o utilizando desmalezadoras que deben pasarse por encima y lo más cercano posible a la canopia del cultivo (Soave, 1997).

Control químico

El éxito de la agricultura en los países desarrollados, ocurrido en las últimas décadas, se debió en gran medida al uso de herbicidas. Distintos factores inherentes a la dinámica de las poblaciones de las malezas justifican el uso sistemático de estos productos, ya que las pérdidas por interferencia son relativamente altas, aún con bajos niveles de infestación (Vitta *et al*., 1999). El maní, debido al largo de su ciclo y a su escasa habilidad competitiva, requiere usualmente más de una aplicación de herbicidas. Aunque este cultivo ha sido caracterizado como tolerante a diversos productos, se ha observado que algunos de ellos pueden reducir el rendimiento por ocasionarle fitotoxicidad, debido al producto en sí mismo, al momento de aplicación y/o a la dosis utilizada (Grey *et al.*, 2001; Murpheree *et al.*, 2003; Grichar *et al.*, 2001 y 2006). La figura 1 muestra algunos efectos fitotóxicos causados por herbicidas.

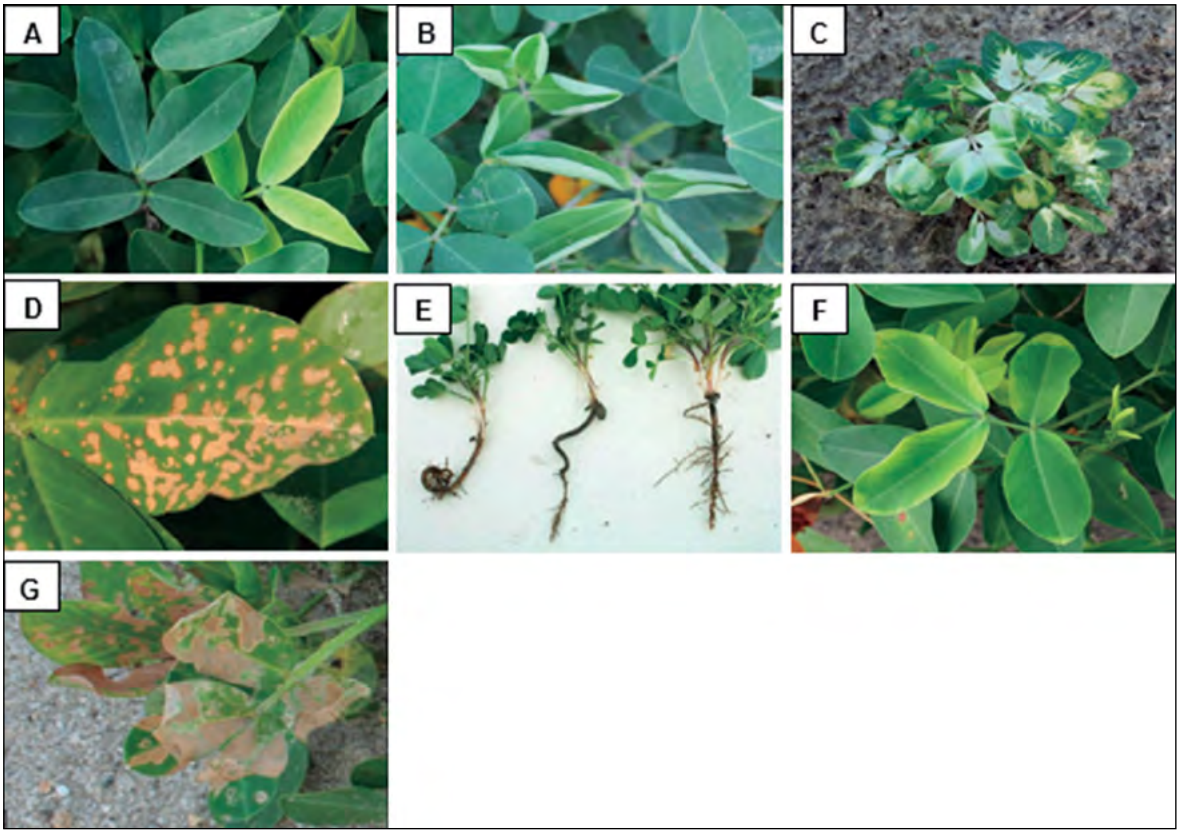


Figura 1. *Imágenes de plantas de maní con diferentes síntomas fitotóxicos causados por herbicidas (Morichetti y Ferrel).* **A.** *Inhibidores de la enzima ALS,* **B.** *Mimetizadores de auxinas,* **C.** *Inhibidores de síntesis de pigmentos,* **D.** *Inhibidores de la enzima PPO,* **E.** *Inhibidores de la división celular,* **F.** *Inhibidores de síntesis aminoácidos y* **G.** *Disruptores de la membrana celular.*

Control de malezas en lotes en barbecho destinados al cultivo de maní

En lotes en barbecho, considerar el herbicida, la dosis y la residualidad del o los productos a aplicar es de fundamental importancia debido a que no se debe comprometer al cultivo que sigue en rotación. Un ejemplo de esta problemática lo constituyó, posiblemente por su bajo costo, el uso del herbicida metsulfuron metil en lotes destinados al cultivo de soja. Otro ejemplo, fueron las aplicaciones de imazetapir e imazaquín en cultivos de maní y soja comprometiendo los cultivos de maíz, sorgo y girasol en rotación, cuando las precipitaciones ocurridas en la primavera que los precedían fueron escasas. Actualmente, la presencia de algunos eventos en diferentes cultivos, por ejemplo maíz tolerante a imidazolinonas, ha permitido disminuir esta problemática.

El control químico de malezas en lotes en barbecho es una práctica usual (Bianco *et al.,* 2008). En éstos y también en lotes sembrados, el estimador "tiempo medio de emergencia" (TME) se constituye en una herramienta posible de utilizar con el fin de adecuar la dosis de un herbicida para el control de una comunidad y/o población presente. Es de destacar que las malezas se caracterizan por emerger algunas en periodos prolongados y otras en periodos breves.

A modo de ejemplo, en un experimento realizado en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en un lote en barbecho con antecesor soja destinado a la siembra de maíz y en

un sistema de siembra directa, se determinó que el TME de una comunidad compuesta por las especies *Conyza bonaeriensis* "rama negra"*, Lamiun amplexicaule* "ortiga mansa"*, Gamochaeta filaginea* "pasto plomo" *y Bowlesia incana* "perejilillo" fue prolongado (102 días). Este valor revela la necesidad del uso de herbicidas con una elevada residualidad cuando se realizan aplicaciones tempranas en el barbecho y la necesidad de atrasar su uso cuando los mismos no son residuales (Daita, 2012). En la figura 2, se muestra la periodicidad de emergencia de las cuatro especies de ciclo otoño-invernal mencionadas y que fueran observadas en el experimento.

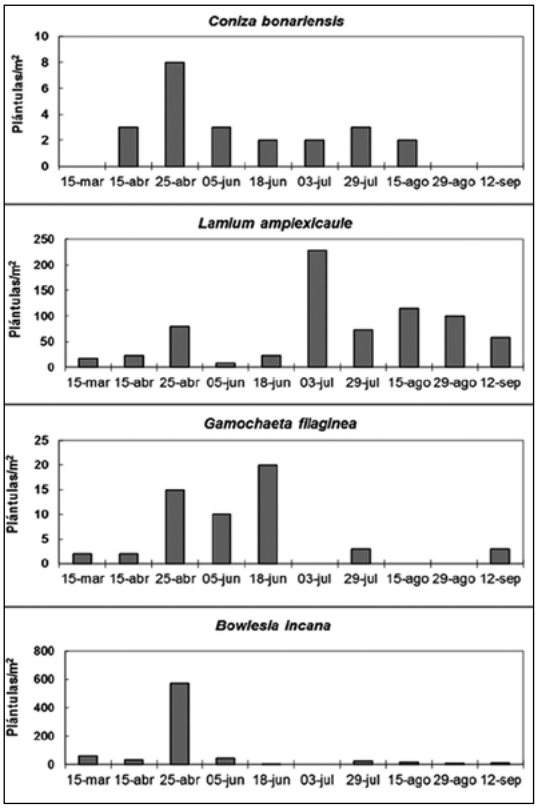


Figura 2. *Periodicidad de emergencia de* ***Conyza bonariensis, Lamiun amplexicaule, Gamochaeta filaginea y Bowlesia incana*** *en un sistema de siembra directa con rastrojo de soja*

En lotes en barbecho, según las malezas presente, existe una amplia gama de productos posibles de utilizar sin que se produzcan efectos fitotóxicos sobre el cultivo de maní en rotación. Por ello, es importante considerar que un barbecho corto, intermedio o largo presupone malezas diferentes, lo que condiciona la elección del herbicida, o mezcla de ellos. En términos generales una comunidad de malezas en un lote es consecuencia del cultivo antecesor y del manejo que se impuso al mismo (sistema de labranza, herbicidas utilizados, etc.). En lotes con sistema de siembra directa y donde la presión con herbicidas ha sido recurrente, las malezas suelen exhibir abundancia relativamente baja. En estos casos, la toma de decisión acerca de la conveniencia de aplicar un herbicida, la dosis a utilizar y el momento de su aplicación deben basarse, al igual que en lotes con elevada abundancia de malezas, en un diagnóstico de las mismas a nivel predial (Leguizamón, 2009). Con ello se evitan aplicaciones de herbicidas en forma normalizada y sistemática y se pasa a un programa de gestión y manejo de malezas.

El uso generalizado del herbicida glifosato, como un ejemplo de lo mencionado precedentemente, ha favorecido y seleccionado malezas con baja susceptibilidad al mismo, la mayoría de ellas de ciclo otoño–invernal (Zorza *et al*., 2002). Este herbicida se absorbe a través del follaje y se traslada por la planta siguiendo la ruta de los productos fotoasimilados, actuando sobre la vía del ácido shikímico e inhibiendo la enzima EPSPS. Para evitar una elevada presión de selección sobre las poblaciones de malezas tolerantes a este producto se recomienda la rotación de cultivos y la mezcla con otros herbicidas con diferente mecanismo de acción (Kruse *et al*., 2000). Es de destacar que las mezclas que se realicen con glifosato pueden tener interacciones sinérgicas (Lich *et al*., 1997), como las que ocurren con los herbicidas del grupo químico de los difeniléteres, como *lactofen* y *oxyfluorfen* en el control de *Anoda cristata* "malva" (Wells y Appleby, 1992) y *Cyperus esculentus* "chufa" (Pereira y Crabtree, 1986), respectivamente; aditivas como lo que ocurre con los herbicidas *bentazón* y *flumiclorac* en el control de *Abutilon theophrasti* (Lich *et al*., 1997), y también interacciones antagónicas (Lich *et al*., 1997) como la mezcla con *metribuzin* + *clorimuron etil* para el control de las especies *Ipomoea hederacea* y *Sorghum halepense* "sorgo de Alepo" (O¨Sullivan y O¨Donovan, 1980) y *Elytrigia repens* al mezclarse con *linuron* (Selleck y Baird, 1981).

Los "escapes" de las malezas al control químico con glifosato por tratamientos inoportunos, sobre-estimación de este producto como herramienta, errores en la técnica de aplicación, desconocimiento del modo de acción, falta de monitoreo de los lotes y de reconocimiento de las especies presentes, producen la pérdida de agua y nutrientes reduciendo los rendimientos de los cultivos e incrementando los costos de producción. Un listado de las principales especies y los diferentes principios activos que pueden utilizarse para su control, solos o en mezclas con glifosato, se muestra en el cuadro 1. Se debe tener presente que las mezclas de herbicidas muchas veces tienen costos similares a un tratamiento de glifosato sólo (a la dosis requeridas para la especie problema) e incluso en algunas situaciones, es factible arribar a resultados superiores a un menor costo final, tanto por el valor del gasto en herbicidas como por un menor número de aplicaciones requeridas.

Cuadro 1. Malezas de ciclo otoño-invernal, con diferentes grados de tolerancia al herbicida glifosato (solo), y herbicidas posibles de utilizar para su control. Las dosis están expresadas en gramos de ingrediente activo (g i.a. ha^{-1}) y de equivalente ácido (g e.a. ha^{-1}) por hectárea

Especies	Glifosato	Imazetapir	Diclosulam	Imazapic	Oxyfluorfen	Carfentrazone	Diflufenican	2,4 D	Dicamba	Fluroxypyr	Clopyralid
	1080 g e.a. ha^{-1}	g i.a. ha^{-1}						g e.a. ha^{-1}			
		100	25	50	72	50	75	500	57.6	120	54
Ammi majus	xx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xx	x	xx	xxx
Bowlesia incana	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xxx
Conyza bonariensis	xx	xx	xxx	xx	xx	xxx	xx	xxx	xx	xxx	xxxx
Hybanthus parviflorus	x	xx	xxx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Lamium amplexicaule	xx	xx	xxx	xx	xx	xxx	xxx	xx	xx	xx	xx
Licopsis arvensis	x	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Oenothera indecora	x	x	xxx	xx	xxx	x	x	x	x	xxx	x
Parietaria debilis	xx	xx	xx	xx	xxx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
Petunia axilaris	x	xx	xxx	xx	xx	xx	x	xx	xx	xxx	x
Polygonum convolvulus	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xx
Senecio spp.	xx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx	xx	xxx	xxxx
Sonchus oleraceus	xx	xx	xx	xx	xxx	xx	xx	xxx	xx	xxx	xxxx
Urtica urens	xx	xx	xxx	xx	xx	xxx	xx	xx	xx	xx	xx
Viola arvensis	xx	xx	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	xx	xx
Control residual	x	xxx	xxx	xxx	x	x	xx	x	x	x	x
Intervalo de rotación	xxxx	xx	xxxx	xx	xxx	xx	xx	xxx	xxx	xxxx	xx
Espectro de control	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Compatibilidad con otros herbicidas	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxxx	xxxx	xxxx

Tipos de control: x (malo), xx (regular), xxx (bueno), xxxx (muy bueno)

En las zonas maniseras de la provincia de Córdoba, algunas de las malezas de ciclo otoño-invernal que se destacan por su nivel de presencia y tolerancia a glifosato en lotes en barbecho, se ilustran en la figura 3.

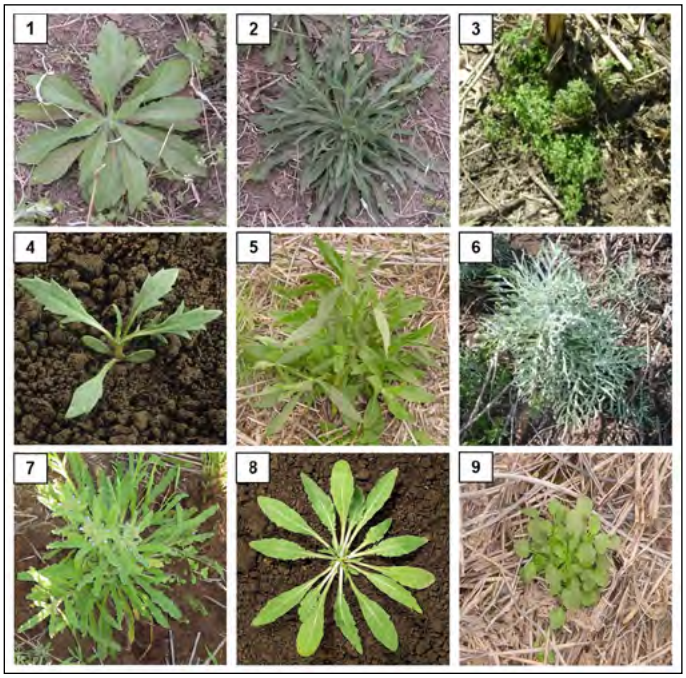


Figura 3. *Malezas de ciclo otoño-invernal que se destacan por su nivel de presencia y tolerancia a glifosato, en lotes con barbecho:* **1**. *Conyza sumatrensis,* **2.** *Coniza bonariensis,* **3**. *Parietaria debilis,* **4**. *Senecio pampeanus,* **5**. *Senecio grisebachii,* **6**. *Senecio vira vira,* **7**. *Licopsis arvensis,* **8**. *Oenothera indecora y* **9**. *Viola arvensis.*

De las especies precedentemente citadas, *Conyza bonariensis* y *Conyza sumatrensis* se han convertido en muy importantes en la región pampeana debido a su elevada tolerancia al glifosato y su adaptación a sistemas no laboreados (Puricelli y Tuesca, 2005). La primera es una planta anual, herbácea, de porte erecto, raíz pivotante, tallo cilíndrico y ramificado y una constitución sub-leñosa, sus hojas son simples, alternas, sésiles, oblongas a lanceoladas (Lazaroto *et al.,* 2008). La especie tiene dos variedades: var. *bonariensis* y var. *angustifolia* Cabr. La segunda es una hierba anual de hasta 2 m de altura y tallo ramificado, posee hojas sésiles, las inferiores estrechamente obovadas, enteras o lobadas, ápice agudo o sub-agudo y atenuadas en la base; las superiores lineares y de margen entero. También se le reconocen dos variedades: var. *sumatrensis* y var. *angustifolia* (Burkart, 1973). Con el fin de evaluar la eficacia del glifosato y la mezcla de éste con herbicidas residuales para su control, Ustarroz *et al*. (2011) y Metzler *et al.* (2011) realizaron diferentes experimentos y concluyeron que es sumamente importante controlar *Conyza* spp. en el estado de plántula.

Herbicidas utilizados en el cultivo de maní

Estudios llevados a cabo en Estados Unidos demostraron que el control más efectivo de las malezas asociadas al maní ha sido a través del uso de programas de control consistentes en aplicaciones de herbicidas pre-siembra incorporado, pre-emergentes y seguido por aplicaciones en post-emergencia (Willingham, 2004).

En Argentina, los primeros herbicidas utilizados en este cultivo fueron el *2,4-DB*, *MCPA*, *trifluralina*, *dinitramina*, *bentazon*, *brominal* y *pirifenop*. A los registrados en la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes (CASAFE, 2011) para el uso en maní se los puede considerar como un número “escaso” cuando se los agrupa según su mecanismo de acción. El Comité de Acción sobre Resis-

tencia a Herbicidas (HRAC) con letras, y la Sociedad Estadounidense de Malherbología (WSSA), con números (Schmidt, 1997), agruparon los herbicidas por su mecanismo de acción con el fin de evitar el surgimiento de especies resistentes y facilitar al profesional la selección de los mismos. El cuadro 2 muestra los productos posibles de usar en el cultivo de maní agrupados según mecanismo de acción y grupos de malezas que controlan.

Cuadro 2. *Herbicidas utilizados en el cultivo de maní, en Argentina, agrupados según mecanismo de acción y grupos de malezas que controlan. Inhibidores de la acetil coenzima-A carboxilasa (HRAC Grupo A - WSSA Grupo 1), inhibidores de la enzima aceto lactato sintetasa (HRAC Grupo B - WSSA Grupo 2), inhibidores del Fotosistema II (HRAC Grupos C1, C2, C3 - WSSA Grupos 5, 6, 7), inhibidores de la oxidasa del protoporfirinógeno (HRAC Grupo E - WSSA Grupo 14), inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (HRAC Grupo F3 - WSSA Grupo 13), inhibidores de la división celular (HRAC Grupo K1 - WSSA Grupo 3; HRAC Grupo K3 - WSSA Grupo 15), mimetizadores de auxinas (HRAC Grupo O, WSSA Grupo 4).*

Modo de acción	**Producto**	**HRAC** *	**WSSA** **	**Malezas que controla**		
				Latifoliadas	*Gramíneas*	*Ciperáceas*
Inhibidores de la enzima acetil coenzima-A carboxilasa	Butroxidim	A	1		x	
	Cletodim	A	1		x	
	Fenoxaprop P etil	A	1		x	
	Fluazifop P butil	A	1		x	
	Haloxifop R metil	A	1		x	
	Propaquizafop	A	1		x	
	Quizalofop P etil	A	1		x	
	Quizalofop P tefuril	A	1		x	
	Setoxidim	A	1		x	
Inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa	Diclosulam	B	2	x	x	
	Imazapic	B	2	x	x	x
	Imazetapir	B	2	x	x	x
Inhibidores del Fotosistema II	Bentazon	C3	6	x		x
	Bromoxinil	C3	6	x		
Inhibidores de la enzima oxidasa del protoporfirinógeno	Fluoroglicofen	E	14	x		
	Fomesafen	E	14	x		
	Lactofen	E	14	x		
	Sulfentazone	E	14	x		
	Saflufenacil	E	14	x	x	
Inhibidores de la biosíntesis de carotenoides	Clomazone	F3	13	x	x	

Inhibidores de la división celular	Dinitramina	K1	3	x	x	
	Trifluralina	K1	3	x	x	
	Pendimetalin	K1	3	x	x	
	Acetoclor	K3	15	x	x	
	Dimetenamida	K3	15	x	x	
	Metolacloro	K3	15	x	x	x
	S-metolacloro	K3	15	x	x	x
Mimetizadores de auxinas	2,4 DB	O	4	x		
	MCPA	O	4	x		

*Comité de Acción sobre Resistencia a Herbicidas (por su sigla en inglés, HRAC)
**Sociedad Estadounidense de Malherbología (por su sigla en inglés, WSSA)

Herbicidas inhibidores de la enzima acetil coenzima-A carboxilasa (ACCasa) (HRAC Grupo A - WSSA Grupo 1)

Dos familias de herbicidas, los Ariloxifenoxi propionatos "FOPs" y las Ciclohexadionas "DIMs" inhiben la enzima ACCasa. Esta enzima es muy importante en la biosíntesis de los ácidos grasos en las plantas. Los herbicidas de ambos grupos químicos se aplican en post-emergencia, son absorbidos con facilidad por el follaje y se transportan a los meristemas de la planta, donde rápidamente inhiben el crecimiento. Si bien todos controlan malezas de hoja fina, algunos cereales se comportan como tolerantes a estos productos porque son capaces de metabolizarlos rápidamente y convertirlos en compuestos inactivos. En arroz varios mecanismos contribuyen a la selectividad al grupo de herbicidas FOPs. Por ejemplo, en el caso del cihalofop-butilo, el arroz absorbe y transporta menos herbicida, tiene una tasa de conversión del éster al ácido más lenta y posee una ACCasa menos sensible que la maleza *Echinochloa crus-galli* resistente (Kim y Park, 1997; Park *et al.,* 1997). En forma similar, la selectividad del clefoxidim en arroz también se debe a una combinación de factores que incluyen la rápida degradación del herbicida original en compuestos no fitotóxicos y un transporte limitado hacia el sitio de acción (Finley *et al.,* 1999). En la mayoría de las gramíneas, la resistencia se atribuye a una modificación del sitio de acción (ACCasa), aunque algunas malezas resistentes exhiben un metabolismo acelerado (Hall *et al.,* 1994).

Herbicidas inhibidores de la enzima acetolactato sintetasa (ALS) (HRAC Grupo B - WSSA Grupo 2)

El mecanismo de acción de los herbicidas pertenecientes a los cuatro grupos importantes, *sulfonilureas*, *imidazolinonas*, *triazolopirimidinas* y *pirimidinil benzoatos*, consiste en inhibir la enzima ALS, conocida también como sintetasa del ácido hidroxiacético (AHAS). Los herbicidas inhibidores de la ALS son compuestos sistémicos que se acumulan en los puntos de crecimiento de las plantas. La inhibición de la ALS evita la síntesis de los aminoácidos esenciales valina, leucina e isoleucina, que son algunos de los componentes de las proteínas. En los cultivos, la selectividad de los inhibidores de la ALS se debe a las diferencias en la tasa de metabolización del herbicida. En las malezas, la resistencia se debe básicamente a una modificación en el sitio de acción, es decir, a una ALS insensible al inhibidor. En la actualidad no hay sulfonilureas inscriptas para el control de malezas en maní. A diferencia del grupo anterior, las imidazolinonas y triazolopirimidinas son selectivas para este cultivo. Varias especies de hoja ancha y algunas ciperáceas, han evolucionado y muestran resistencia a los inhibidores de la ALS.

Herbicidas inhibidores de la fotosíntesis en el Fotosistema II (HRAC Grupos C1, C2, C3 - WSSA Grupos 5, 6, 7)

Muchas familias de herbicidas inhiben la fotosíntesis mediante la interferencia del transporte de electrones en el Fotosistema II. En maní, el herbicida más utilizado es el bentazón (benzotiadiazinona, HRAC Grupo C3, WSSA Grupo 6). Los inhibidores del Fotosistema II se acoplan a una proteína localizada en el cloroplasto denominada D1 y previenen el flujo normal de los electrones, lo que provoca daños en la planta por excesiva acumulación de energía y por foto-oxidación.

Herbicidas inhibidores de la enzima oxidasa del protoporfirinógeno (PPO) (HRAC Grupo E - WSSA Grupo 14)

Un grupo cada vez mayor de herbicidas pertenecientes a distintas familias químicas inhiben la enzima oxidasa del protoporfirinógeno (Protox), llamados comúnmente herbicidas PPO. El grupo más antiguo de herbicidas con este mecanismo de acción es el de los difeniléteres. Algunos herbicidas de este grupo son selectivos debido a que el cultivo es capaz de metabolizarlos más rápidamente que las malezas. La inhibición de la PPO conduce a una acumulación incontrolable de protoporfirina IX (Proto IX), un compuesto intermedio en la síntesis de la clorofila, a través de un complejo sistema intracelular. La excesiva acumulación de Proto IX provoca un daño fotodinámico (Dayan y Duke, 1997) con la correspondiente pérdida de integridad en las membranas celulares, lo que conduce a la muerte de la planta. El sulfentrazone, perteneciente a la familia química de las triazolinonas, se destaca dentro de los herbicidas inhibidores de la PPO por su acción sistémica y residual. Este producto controla satisfactoriamente malezas de hoja ancha. En ensayos llevados a cabo en Georgia y Alabama (EE.UU.) en cultivo de maní, los rendimientos obtenidos con este producto fueron similares a los obtenidos con flumioxazin, diclosulam e imazapic (Grey y Wehtje, 2005). Se ha observado que los efectos fitotóxicos producidos por el sulfentrazone no afectaron el rendimiento de este cultivo cuando se lo comparó con el tratamiento libre de malezas y que todos los cultivares evaluados mostraron una alta tolerancia al mismo (Grey *et al*., 2000). En ensayos llevados a cabo en la Universidad Nacional de Río Cuarto, se concluyó que cuando el producto es aplicado en preemergencia en dosis de 144 y hasta 270 g i.a. ha^{-1}, el maní evoluciona favorablemente a pesar de manifestar síntomas fitotóxicos. Con dosis de 185 g i.a. ha^{-1}, en suelos de textura arenosa y media, el control de ciperáceas y dicotiledóneas a lo largo del ciclo del cultivo fue de excelente a muy bueno. Por otra parte, las mezclas de sulfentrazone con dimetenamida, metolacloro y acetoclor, mejoraron sustancialmente el control de "pasto soga" y "pata de gallina" (Daita *et al*., 2000 a y b; Zorza *et al*., 2000a).

Herbicidas inhibidores de la biosíntesis de carotenoides (HRAC Grupo F3 - WSSA Grupo 13)

Varios herbicidas inhiben la síntesis de carotenoides en las plantas. La función principal de estos pigmentos es proteger el aparato fotosintético de reacciones foto-inducidas. El único inhibidor de la síntesis de carotenoides usado para controlar malezas en maní es el clomazone, un herbicida de la familia de las isoxazolidinonas. Este disminuye el contenido de carotenoides y clorofila en las plantas tratadas, pero su modo de acción y selectividad no se conocen bien (Sandmann y Böger, 1997). No se han documentado casos de resistencia a este producto. Controla malezas de hoja ancha y algunas *Poáceas*. Es un herbicida con prolongada acción residual, que se aplica en la superficie del suelo durante la siembra o inmediatamente después de ésta, antes de que la maleza o el cultivo hayan emergido. Este herbicida ha evidenciado un excelente comportamiento en condiciones de baja humedad del suelo, debido a su alta solubilidad.

Herbicidas inhibidores de la división celular (HRAC Grupo K1 - WSSA Grupo 3; HRAC Grupo K3 - WSSA Grupo 15)

El principal grupo de inhibidores de la división celular es el de las dinitroanilinas (HRAC Grupo K1, WSSA Grupo 3), una de las cuales, la trifluralina fue muy usada en maní. Las dinitroanilinas inhiben la polimerización de una proteína llamada tubulina, evitando la formación de los microtúbulos, organelas muy importantes para la división celular. Las células de las plantas tratadas con dinitroanilinas no logran formar el huso acromático y la mitosis no puede completarse. La absorción, el transporte y el metabolismo de estos herbicidas son muy limitados, pero todos estos factores contribuyen a su selectividad (Appleby y Valverde, 1989). La resistencia de *Eleusine indica* a trifluralina y otras dinitroanilinas se debe a una modificación en el sitio de acción, específicamente en la a-tubulina (Yamamoto *et al.,* 1998). En California se documentaron recientemente poblaciones de *Echinochloa crus-galli* en campos de algodón resistentes a dinitroanilinas (Ritenour *et al*., 1999).

Las cloroacetamidas (HRAC Grupo K3, WSSA Grupo 15), que incluyen a los herbicidas acetoclor y metolaclor, también son consideradas inhibidores mitóticos, aunque los mecanismos de acción no han sido completamente dilucidados. Se ha sugerido que las cloroacetamidas actúan mediante la inhibición de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga (Matthes *et al.,* 1998). Ambos productos se absorben a través del coleoptile en las gramíneas y del hipocótilo en las latifoliadas por lo que si transcurren varios días entre la última labor y la siembra, se recomienda eliminar las malezas en proceso de germinación o emergidas. Requieren de una lluvia no menor a los 15 mm dentro de los 10 días de su aplicación, para que se incorpore a la solución del suelo y así realizar su actividad herbicida.

Herbicidas mimetizadores de auxinas (HRAC Grupo O, WSSA Grupo 4)

Se utilizan pocos herbicidas auxínicos sintéticos (2,4-DB, MCPA) para el control de malezas en maní. El 2,4-DB pertenece a la clasificación química: ácido ariloxialcanoico. Es un herbicida para el control de malezas de hoja ancha, relacionado al 2,4-D pero mucho menos efectivo.

Fitotoxicidad en cultivos en rotación con maní causada por herbicidas residuales

En el cultivo de maní es común el uso de herbicidas con elevada residualidad (diclosulam, imazetapir y imazapic). A través de ensayos rotacionales "*Plant Back*" realizados durante varias campañas con los herbicidas precedentemente mencionados y los cultivos de maíz (figura 4 A y B), girasol (figura 5 A y B) y sorgo (figura 6), se arribó a la conclusión que los herbicidas pertenecientes a la familia de las imidazolinonas son los que presentan los mayores riesgos para los cultivos que siguen a maní en la rotación, destacándose el imazapic y siendo el cultivo de maíz el menos afectado en su rendimiento.

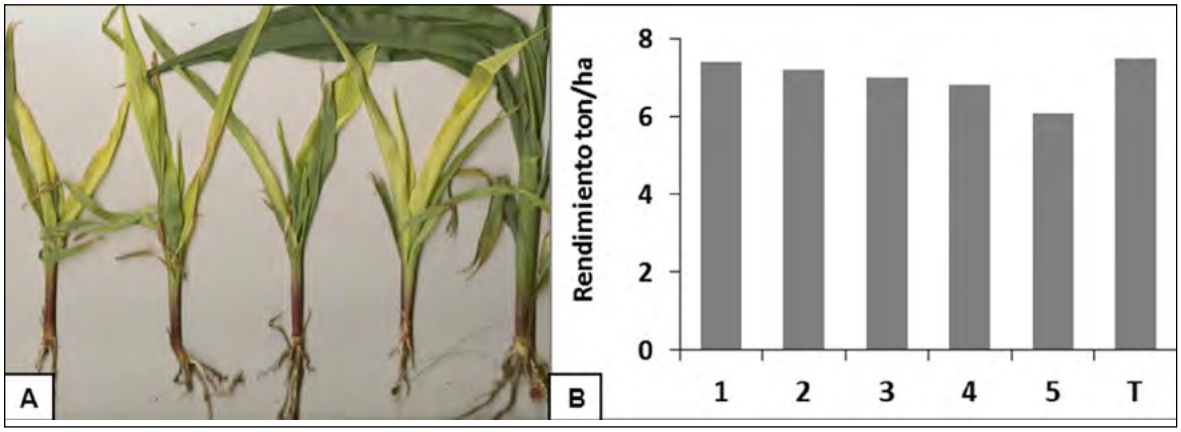


Figura 4. *A. Fitotoxicidad en plantas de maíz producida por la residualidad de Imazapic aplicado en el cultivo de maní. B. "Plant Back" con cultivo de maíz y herbicidas inhibidores de la enzima ALS (dosis de p.a. ha-1). 1. Diclosulam 10 g; 2. Diclosulam 15 g; 3. Diclosulam 20 g; 4. Imazetapir 750 cc; 5. Imazapic 72 g; T. Testigo*

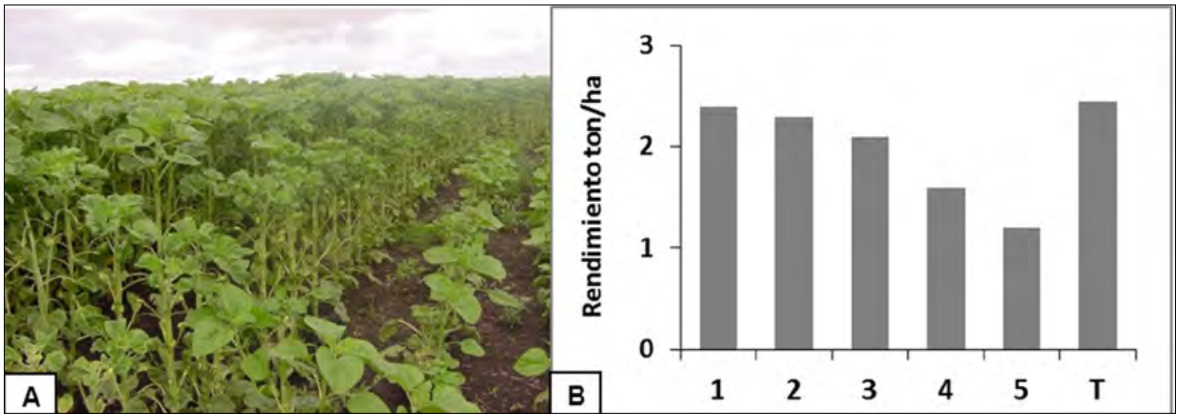


Figura 5. *A. Fitotoxicidad en plantas de girasol producida por la residualidad de Imazapic aplicado en el cultivo de maní. B. "Plant Back" con cultivo de girasol y herbicidas inhibidores de la enzima ALS (dosis de p.a. ha-1). 1. Diclosulam 10 g; 2. Diclosulam 15 g; 3. Diclosulam 20 g; 4. Imazetapir 750 cc; 5. Imazapic 72 g: T. Testigo*

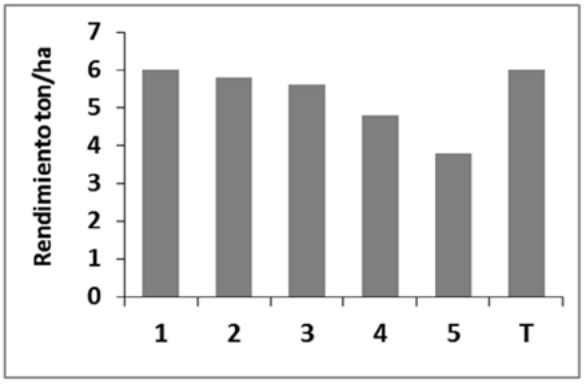


Figura 6. *"Plant Back" con cultivo de sorgo granífero y herbicidas inhibidores de la enzima ALS (dosis de p.a. ha-1). 1. Diclosulam 10 g; 2. Diclosulam 15 g; 3. Diclosulam 20 g; 4. Imazetapir 750 cc; 5. Imazapic 72 g; T. Testigo*

Malezas asociadas al cultivo de maní

En la zona manisera tradicional, ubicada en la región norte y centro de la provincia de Córdoba, las malezas asociadas con mayor frecuencia a este cultivo son: *Anoda cristata, Amaranthus quitensis, Cynodon dactylon, Cyperus rotundus, Chenopodium album, Datura ferox, Digitaria sanguinalis, Eleusine indica, Ipomoea nil*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea rubriflora, Portulaca oleracea y Sorghum halepense* (Rainero y Rodríguez, 1998). Otras, también presentes, pero que no alcanzan la importancia de las primeras son: *Acanthospermum hispidum, Alternanthera pungens, Cenchrus pauciflorus, Cucumis anguria, Cucurbita maxima* subsp. *Andreana, Chenopodium ambrosioides, Chenopodium pumilio, Euphorbia dentata, Flaveria bidentis, Kochia scoparia, Mollugo verticillata, Physalis viscosa*, *Salsola kali*, *Solanum eleagnifolium, Solanum triflorum, Solanum hieronymii, Schkuhria pinnata, Verbesina encelioides* y *Xanthium spinosum* (Rainero y Rodríguez, 1998; Chiapello, 2003).

Entre las malezas mencionadas precedentemente, algunas merecen una especial atención por encontrarse citadas a nivel mundial como resistentes a herbicidas con mecanismos de acción comúnmente empleados en el cultivo (Cuadro 3) y en especial aquéllas que presentan resistencia múltiple a los herbicidas, como por ejemplo *Eleusine indica*.

Cuadro 3. *Malezas presentes a nivel regional y citadas como resistentes a nivel mundial, para los diferentes mecanismos de acción de los herbicidas usados en el cultivo de maní*

ACCasa A/1
Brachiaria plantaginea
*Digitaria sanguinalis**
*Echinochloa colona**
*Echinochloa crus-galli**
*Eleusine indica**
*Sorghum halepense**

ALS B/2
*Amaranthus quitensis**
Bidens pilosa
Bidens subalternans
*Chenopodium album**
Conyza bonariensis
Digitaria sanguinalis
Echinochloa colona
Echinochloa crus-galli
Eleusine indica
*Euphorbia heterophylla**
Helianthus annuus
*Kochia scoparia**
Sida spinosa
Sorghum halepense

Nitrilos y Otros C3/6
Amaranthus hybridus
Amaranthus retroflexus

PPO E/14
Amaranthus quitensis
Euphorbia heterophylla

Dinitroanilinas y Otros K1/3
Euphorbia heterophylla
Eleusine indica
Sorghum halepense

Cloroacetamidas y otros K3/15
Echinochloa crus-galli

Auxinas de síntesis O/4
Chenopodium álbum
Commelina diffusa
Kochia scoparia

* Especies con resistencia múltiple a herbicidas

Bianco *et al.* (2006) y Lanfranconi (2015), también citan otras malezas que están presentes en este cultivo en diferentes regiones del país, y posiblemente en la provincia de Córdoba, las que son de diseminación creciente, difícil control y no se dispone de mucha información. Por ello, a continuación se realiza una breve descripción de las mismas:

Gomphrena martiana Gillies ex Moq. var. *martiana* "Yuyo blanco", "Moco-moco" (Figura 7). Familia de las Amarantáceas. Planta anual, postrada, ramificaciones desde la base; tallo a menudo rojizo y casi suculento. Hojas 2-9,5 x 0,5-3,5 cm., anchamente lanceoladas, agudas, con el pecíolo 0,5-3,5 cm. Pseudoespigas ± 10-floras, en cabezuelas de a 5, con involucro de ± 5 brácteas foliáceas; tépalos de 4-6 mm más cortos que las bractéolas. Semillas castañas, comprimidas y rugosas. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Especie característica de los médanos. Nativa. Centro y norte de Argentina. Control pre-siembra cultivo: Doble golpe Aplicación. A: Glifosato + 2,4D + Adyuvante Aplicación. B: Paraquat. Control pre-emergencia maleza: Imazetapir - Diclosulam - Imazapic. Control post-emergencia maleza-cultivo: Imazetapir – Imazapic.

Figura 7. *Gomphrena martiana Gillies ex Moq. var. martiana "Yuyo blanco", "Moco-moco"*

Gomphrena pulchella Mart. ssp. pulchella "Gomfrena", "Siempre viva del campo". Familia de las Amarantáceas (Figura 8). Planta perenne, con raíz pivotante, gruesa, con tallos decumbentes, leñosos en la base, con entrenudos inferiores muy breves. Hojas sub-sésiles, lanceoladas, de 3-6 cm x 1-2 cm, pubescentes en ambas caras, mucronadas. Inflorescencia en capítulo terminal largamente pedunculado (5-10 cm long.), formado por 2-4 espigas con involucro de 2-4 hojas reducidas, además 1-2 espigas sésiles en las axilas de las hojas superiores. Tépalos desiguales, rosado-purpúreos, de 11-12 mm long., lineares. Utrículo de 2 mm; semilla ovoide, castaña, de ± 1,5 mm. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Nativa. Centro y norte de Argentina. Control pre-siembra cultivo: Doble golpe. Aplicación A: Glifosato + 2,4D + Adyuvante. Aplicación B: Paraquat – Glufosinato de amonio. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Imazetapir - Diclosulam - Imazapic.

Figura 8. *Gomphrena pulchella Mart. ssp. pulchella "Gomfrena", "Siempre viva del campo"*

Borreria verticillata (L.) G. Mey. “Botón blanco”, “Borreria”. Familia de las Rubiáceas (Figura 9). Rizomatosa de tallos tetrágonos, glabros, con brotes axilares en la mayoría de los nudos. Hojas elípticas, aguzadas en ambos extremos, sésiles, glabras. Flores agrupadas en glomérulos apicales y 1 o 2 axilares, en nudos sub-apicales. Corola blanca 4-lobada, con un anillo de pelos en su interior. Fruto compuesto de mericarpos indehiscentes. Semilla sub-elipsoide. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Nativa. Centro y noreste de Argentina. Se diferencia de B. spinosa = B. densiflora por que ésta posee sépalos de borde y dorso pilosos. Control pre-siembra cultivo: Doble golpe. Aplicación A: Glifosato + 2,4D + Fluroxipir + Adyuvante. Aplicación B: Glufosinato de amonio. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Imazetapir - Diclosulam - Imazapic.

Figura 9. *Borreria verticillata (L.) G. Mey. “Botón blanco”, “Borreria”*

Chloris virgata Sw “Cloris”, “Pasto borla” “Barba de indio”. Familia de las Poáceas (Gramíneas) (Figura 10). Hierbas anuales, de hasta más de 1 m de alto, cespitosas, a veces estoloníferas; cañas erectas, vigorosas, comprimidas, ramificadas; vainas glabras, lígulas formadas por una línea de pelos hasta de 0,4-0,8 mm de largo; láminas de 30 cm x 3-15 mm, planas, glabras. Inflorescencias formadas por 4-20 racimos de 5-10 cm de largo, usualmente erectos, verticilados. Espiguillas 2-floras, pajizas, negruzcas a la madurez; glumas 2, lanceoladas, glabras, membranáceo-hialinas, la superior aristulada; lemma inferior fértil, ápice aristado; pálea estrechamente elíptica, flor estéril única aristada. Cariopsis de 1,5-2 x 0,5 mm, subtrígona, ámbar, hilo punctiforme. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Nativa. Centro y norte de Argentina. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Diclosulam - Acetoclor - Metolaclor. Control post-emergencia maleza-cultivo: Haloxifop - Cletodim.

Figura 10. *Chloris virgata Sw “Cloris”, “Pasto borla” “Barba de indio”*

Urochloa panicoides P. Beauv “Brachiaria”. Familia de las Poáceas (Gramíneas) (Figura 11). Plantas anuales de 10-55 cm de alto; cañas erectas a decumbentes, ramificadas y arraigadas en los

nudos basales, entrenudos comprimidos a cilíndricos, nudos híspidos; vainas híspidas, estriadas, lígulas de base cortamente membranácea, luego largamente pestañosas, de 1-1,2 mm de largo; láminas lanceoladas, de 3-20 cm x 5-15 mm, híspidas en ambas caras. Inflorescencias bilaterales, exertas y largamente pedunculadas terminales y axilares con 2-4 ramificaciones racemosas de primer orden, alternas, ascendentes, divergentes; espiguillas dispuestas en 2-series, solitarias, subsésiles. Espiguillas elipsoides, glabras, verdosas; lemma con una arista apical; pálea biaquillada. Cariopsis ovoide, dorsiventralmente comprimida. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Naturalizada. Centro y norte de Argentina. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Diclosulam - Imazetapir - Imazapic- Acetoclor- Metolaclor. Control post-emergencia maleza-cultivo: Haloxifop – Cletodim.

Figura 11. *Urochloa panicoides P. Beauv "Brachiaria"*

Echinochloa colona (L.) Link. "Pasto overito". Familia de las Poáceas (Gramíneas) (Figura 12). Hierba anual, de 10-50 cm. de altura, culmos decumbentes o erectos; hojas desprovistas de lígula; vainas glabras; laminas lineales de unos 20 cm x 3-6 mm de ancho, planas, lampiñas, ocasionalmente rojizas. Panoja erecta lineal, oblonga a piramidal, con 5-15 ramas adpresas al raquis. Espiguillas 2-4 seriadas, densas, rojizas o verdosas, de 2-3 mm, ovoides, múticas, con 3 glumas pilosas; glumela estéril de igual longitud que el antecio fértil. Cariopse blanquecino casi hialino. Se propaga por semillas. Vegeta desde fines de primavera y florece y fructifica en verano y otoño. Europea. Adventicia en todo el mundo. Centro y norte de Argentina. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Diclosulam -Imazetapir - Imazapic -Acetoclor- Metolaclor. Control post-emergencia maleza-cultivo: Haloxifop - Cletodim.

Figura 12. *Echinochloa colona (L.) Link. "Pasto overito"*

Amaranthus hybridus L. ssp. *hybridus* (*A. quitensis*). "Yuyo colorado", "Ataco". Familia: Amarantáceas (Figura 13). Hierba anual, erguida, de hasta 2 m de altura, rojiza; tallo glabro o piloso,

ramificado desde la base; hojas pecioladas, ovadas, ovado romboidales u ovado lanceoladas, de ápice agudo, mucronado, base atenuada en ángulo agudo hasta recto, cara inferior algo pilosa; peciolo de 2-4 cm de largo, glabro a algo piloso; flores 5-meras, diclinas, monoicas, rojizas o verdosas, en espigas o panículas estrechas, terminales o axilares, largas, densas, erectas o péndulas, las terminales con muchas ramas laterales con cimas densamente agregadas. Frutos subgloboso, igual o menor que los tépalos, algo comprimidas, algo rugoso. Semilla lenticular, de 1,5 mm, negra, puntulada, brillosa. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Nativa de América cálida y templada. Centro y norte de Argentina. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Sulfentrazone- Flumioxazin- Acetoclor-Metolaclor. Control post-emergencia maleza-cultivo: Lactofen- Fomesafen- Oxifluorfen- 2.4 DB.

Figura 13. *Amaranthus hybridus L. ssp. hybridus (A. quitensis). "Yuyo colorado", "Ataco"*

Amaranthus palmeri S. Watson "Yuyo colorado" "Bledo". Familia: Amarantáceas (Figura 14). Planta anual, erecta, dioica, de hasta 3 m alt., casi glabras, ramificadas, ramas ascendentes desde la base; tallos rojizos con la edad. Hojas largamente pecioladas; lámina plana, obovada, rómbico-obovada a casi elíptica de 1,5-7 × 1-3,5 cm, base cuneada, ápice subobtuso a agudo, con mucrón terminal, glabras, débilmente pulverulentas en el envés. Inflorescencia terminal, alargada, densa, en forma de tirso, espiciforme, péndula o erecta; flores rodeadas de una bráctea y dos bractéolas; bráctea de la flor pistilada, muy gruesa, más larga que los tépalos, ápice acuminado; bráctea de las flores estaminadas, gruesa, igual o más larga que los tépalos externos, ápice largamente acuminado; flor pistilada con 5 tépalos, estigmas 2(-3); flor estaminada con 5 tépalos desiguales, oblongos, estambres 5. Utrículos castaño-rojizos, subglobosos, 1,5-3 mm long., circuncisos, más cortos que los tépalos, poco rugosos hacia el ápice. Semillas obovadas, lenticulares, comprimidas, rojizas, castaño-rojizo oscuras a castañas, brillantes, de 1-1,2 mm diám. Se propaga por semillas. De crecimiento y desarrollo primavero-estival. Norteamérica. Adventicia. Centro de Argentina. Control pre-emergencia maleza-cultivo: Sulfentrazone- Flumioxazin- Acetoclor-Metolaclor. Control post-emergencia maleza-cultivo: Lactofen- Fomesafen- Oxifluorfen- 2,4 DB.

Figura 14. *Amaranthus palmeri S. Watson "Yuyo colorado" "Bledo"*

Control de "maní guacho"

De la superficie sembrada con maní, una elevada proporción es rotada con maíz. En este cultivo la oleaginosa se ha convertido en una "maleza" de difícil control debido a su dinámica de emergencia y la escasa eficacia de los herbicidas postemergentes tradicionalmente utilizados en este cereal (2,4-D, dicamba, picloram y mezclas de estos con glifosato, en híbridos con el evento Roundup Ready). Emergido el maíz se hace uso, generalmente, de mezclas de herbicidas que pertenecen a diferentes grupos químicos, entre ellos: ácidos piridin carboxílicos (clopiralid y picloram), ácidos benzoicos (dicamba) y ácidos fenoxi carboxílicos (2,4-D), para su control. Entre estos, la mezcla más utilizada es la de los ácidos piridin carboxílicos + ácidos fenoxi carboxílicos y de los ácidos benzoicos + ácidos fenoxi carboxílicos. En experimentos llevados a cabo con la mezcla de clopyralid + 2,4-D, se determinó que la misma fue la más eficaz; mientras que, cuando se aplicaron herbicidas individuales, el mayor nivel de control se alcanzó con clopyralid seguido por picloram, dicamba y 2,4-D (Figura 15). En otros experimentos realizados a campo, el dicamba en dosis de 240 g i.a. ha^{-1} redujo la biomasa de las plantas de maní hasta un 50% a los 45 DDA, y sólo el 33% de las plantas presentaron frutos. La mezcla de dicamba + atrazina (240 g + 500 g i.a. ha^{-1}) mejoró parcialmente el control, reduciendo el 70% de la biomasa de maní a los 45 DDA, y sólo el 16% de las plantas tuvieron frutos. El agregado de 300 g i.a. ha^{-1} de 2,4-D éster, a las diferentes dosis evaluadas del herbicida dicamba, no mejoró la performance del mismo (Daita *et al.*, 1997).

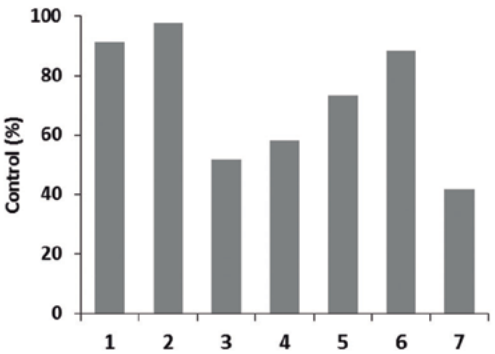


Figura 15. *Control de "maní guacho" con herbicidas mimetizadores de auxinas en cultivo de maíz (V2–V4). Dosis en p.c. ha^{-1}. **1.** Clopyralid 300 cc; **2.** Copyralid 300 cc + 2,4-D 500 cc; **3.** Dicamba 150 cc; **4.** Dicamba 150 cc + 2,4-D 500 cc; **5.** Picloram 150 cc; **6.** Picloram 150 cc + 2,4-D 500 cc; **7.** 2,4-D 500 cc*

En otros experimentos con herbicidas preemergentes se pudo determinar que la mezcla de los herbicidas isoxaflutole (75%) + atrazina (50%), en dosis de 70 g + 2,5 l ha^{-1} de producto comercial (p.c.), también fue efectiva para el control del maní guacho. Con esta mezcla, aplicada en preemergencia se obtuvo un control del 90% a partir de los 30 días desde la aplicación (DDA), y del 100% cuando la misma fue utilizada en postemergencia temprana del cultivo de maíz. La aplicación de atrazina sola (2,5 l p.c. ha^{-1}) alcanzó el 80% de control (Daita, 1999). Rainero y Rodríguez (2006), citan haber alcanzado un nivel de control satisfactorio con atrazina (50%) a la dosis de 3 l ha^{-1} también en cultivo de maíz.

Bibliografía citada

Appleby, A. P. y B. E. Valverde. 1989. Behavior of dinitroaniline herbicides in plants. Weed Technology 3:198-206.

Augrass2. Grasses of Australia. *Urochloa panicoides*. http://ausgrass2.myspecies.info/content/urochloa-panicoides.

Bedmar, F.; J. Eyherabide y E. Satorre. 2002. Bases para el manejo de malezas. En: Andrade, F.H. y V.O. Sadras. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. EEA INTA Balcarce – FCA UNMP. Cap. 10. p: 273-311.

Bianco, C.A.; J.H. Soave; A.O. Moresi y T.A. Graus. 2006. Malezas del maní: Identificación y Control. Fundación Maní Argentino y Universidad Nacional de Río Cuarto. 118 p.

Bianco, C.A.; J.H. Soave; A.O. Moresi y T.A. Kraus. 2008. Identificación y control de malezas en barbechos para cultivo de maní. Primera edición. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. 119 p.

Biodiversidad. Biodiversidad Agroambiental en Aragón. Panicera /*Echinochloa colonum*. http://diversidadagroambiental.aragon.es/index.php/mod.especies/mem.detalle/relmenu.3/relcategoria.219/id.3357/chk.159bf425d614c5b9dd8d8b998ed70c63.

Burkart, A. 1973. Flora Ilustrada de Entre Ríos. Tomo VI. Colección Científica del INTA. Buenos Aires 6:328-324

CASAFE. 2011. Guía de productos Fitosanitarios para la República Argentina. 12 Ed. Tomo I: 1-991.

Chiapello, F. 2003. Malezas del "maní" en nuevas áreas de cultivo. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 33 p.

Clemson. 2006. Peanut money-maker Production guide – 2006. 46 p. En: www.clemson.edu/peanuts/mmaker06.PDF. Consultado: 21/04/06.

Daita, F.; E. Zorza y F. Sayazo. 1997. Dicamba solo y en mezcla en cultivo de maíz para el control de maní guacho. FAV-UNRC. Mimeo. 6 p.

Daita, F. 1999. Aplicación de Isoxaflutole "merlin" en mezcla con atrazina, brodal y dicamba en preemergencia y postemergencia del cultivo de maíz para el control de maní guacho Arachis hypogaea como maleza principal. FAV – UNRC. Mimeo. 5 p.

Daita; F.; E. Zorza y F. Sayazo. 2000a. Herbicida sulfentrazone aplicado en preemergencia del cultivo de maní en suelo medio con riego. FAV – UNRC. Mimeo. 4 p.

Daita, F.; E. Zorza y F. Sayago 2000b. Herbicida sulfentrazone aplicado en preemergencia del cultivo de maní en suelo medio. FAV – UNRC. Mimeo.8 p.

Daita, F. 2012. Efecto del herbicida sulfentrazone sobre una población natural de *Ipomoea purpurea* (L.) Roth en cultivo de "soja" *Glycine max* (L.) Merr. Tesis. Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Río Cuarto, 90 p.

Dayan, F. E. y S. O. Duke. 1997. Phytotoxicity of protoporphyrinogen oxidase inhibitors: phenomenology, mode of action, and mechanisms of resistance. Pages 11-35 i n M. P. Roe, J. D.

DOW AGROSCIENCES ARGENTINA S.A. Manual de barbecho químico. 32 p. www.dowagrosciences.com.ar

Faccini, D.E y L.A. Nisensohn. 1994. Dinámica de la población de "yuyo colorado" (*Amaranthus quitensis* H.B.K.). Influencia de los tratamientos químicos y mecánicos en un cultivo de soja. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia. v. 29, n. 7 p. 1041-1050.

Finley, C.; M. Landes; B. Sievernich; U. Misslitz y U. Schöfl. 1999. BAS 625 H – A new postemergence herbicide for the control of grass weeds in rice. Proceedings Brighton Crop Protection Conference - Weeds 1:65-70.

Flora Argentina. Plantas Vasculares de la Provincia Argentina. http://www.floraargentina.edu.ar/.

Giayetto, O.; G.A. Cerioni y S.A. Amín. 2003. Use of asymptotic model to obtain optimum plant density in peanut (*Arachis hypogaea* L.). J.Peanut Sci. (China). 32(1): 1-6.

Grey, T.L; D.C. Bridges y B.J. Brecke. 2000. Response of seven peanut *(Arachis hypogaea)* cultivars to Sulfentrazone. Weed Technol. 14(1): 51-56.

Grey, T.L.; D.C. Bridges y E.F. Eastin. 2001. Influence of application rate and timing of diclosulam on weed control in peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Sci. 28: 13-19.

Grey, T.L. y G.R. Wehtje. 2005. Residual herbicide weed control systems in peanut. Weed Technol. 19(3): 560–567.

Grichar, W.J.; C.A. Gerngross; R.L. Lemon; S.A. Senseman; B.A. Besler y V.B. Langston. 2001. Interaction of peanut variety, diclosulam rate, and temperature on seed germination. Southern Weed Science Society. Champaing – IL. EE.UU. Procc. 30: 200.

Grichar, W.J.; B.A. Besler y P.A. Dotray. 2006. Weed control and peanut (*Arachis hypogaea*) response to sulfentrazone. Crop Protection. 25(8): 753-757.

Hall, A.J.; C.M. Rebella; C.M. Ghersa y Ph. Culot. 1994. Field crops systems of the pampas. En: C.J. Pearson (Ed). Field Crops Systems. Ecosystems of the world. Elsevier. Amsterdam. 18: 413 – 450.

Hammond, E. 2010. Un "Desliz" Genéticamente Modificado: El Impacto del Amaranthus palmeri Resistente al Glifosato en la Agricultura de los Estados Unidos. TWN Serie en Biotecnología y Bioseguridad 12. Editado por Third World Network. Penang, Malasia. 28 pp

Heap, I. 2006. Malezas resistentes a herbicidas. En: www.weedscience.org. Consultado: 26/07/06.

Kim, K. U. y J. E. Park. 1997. Selective mechanism of cyhalofop-butyl ester between rice (*Oryza sativa* L.) and Echinochloa crus-galli. III. Uptake, translocation, and metabolism of 14 C-cyhalofop-butyl ester. Korean Journal of Weed Science 17:185-191.

Kruse, N.D.; M.M. Tressi y R.A. Vidal. 2000. Herbicidas inibidores da EPSPs: revisão de literatura. Rev. Bras. Herbicidas. 2: 139-146.

Lanfranconi, L. 2015. Revista Chacra. Febrero del 2015. Año 85. Nº 1011. Buenos Aires. Argentina.

Lazaroto, C.; Fleck, N. y Vidal, R. 2008. Biologia e ecofisiologia de buva (*Conyza bonariensis* e *Conyza canadensis*). Ciência Rural. Santa Maria. May/June 38: 3

Leguizamón, E.S. 2009. Las malezas del barbecho. Revista agromensajes nº 27. Facultad Ciencias agrarias.Universidad Nacional de Rosario.

Lich, J.M.; KA. Renner y D. Pender. 1997. Interaction of glyphosate with postemergence soybeans (*Glycine max*) herbicides. Weed Sci. 45: 12-21.

Marzocca, A. 1976. Manual de malezas. Edición actualizada por Mársico, O; Del Puerto, O. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina.

Matthes, B.; J. Schmalfuss y P. Böger. 1998. Chloroacetamide mode of action, II: Inhibition of very long chain fatty acid synthesis in higher plants. Zeitschrift fur Naturforschung C53:1004-1011.

Metzler, M.J.; J.C. Papa y H.F. Peltzer. 2011. Eficacia del control de *Conyza* spp. con herbicidas residuales en postemergencia del cultivo de soja. Aapresid. 6 pag.

Morichetti, S. y J. Ferrell. 2009. Diagnosing Herbicide Injury in Peanut. Document SS-AGR-327, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu.

Morichetti, S. y J. Ferrel. 2010. Amaranthus palmeri "Palmer amaranth". Document SS-AGR-336, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu

Morichetti, S.; J.J. Cantero; C.O. Nuñez; G.E. Barboza; L.A. Espinar; A. Amuchastegui y J. Ferrel. 2012. Sobre la presencia de Amaranthus palmeri (Amaranthaceae) en Argentina. Boletín Sociedad Argentina de Botánica. En prensa.

Murpheree, T.A.; P.A. Dotray; J.W. Keeling; T.A. Baughman y W.J. Grichar. 2003. Response of five peanut varieties to diclosulam and flumioxazin in Texas peanut. Southern Weed Science Society. Champaing – IL. EE.UU. Procc. 56: 34.

Nieto, J.H.; M.A. Brondo y J.T. González. 1968. Critical periods of the crop growth cycle for competition from

weeds. PANS (C) 14: 159-166.

Nisensohn, L.; S. Boccanelli; P. Torres; D. Tuesca y E. Puricelli. 1997. Efecto del sistema de labranza sobre el banco de propágalos del suelo y la emergencia de plántulas de malezas. XIII Congreso Latinoamericano de Malezas. Buenos Aires. Libro de Resúmenes. p: 39.

O¨Sullivan, P.A. y J.T. O¨Donovan. 1980. Interaction between glyphosate and various herbicides for broadleaved control. Weed Res. 20: 255-260.

Park, J. E.; I. Y. Lee; T. S. Park; G. H. Ryu; Y. K. Kim y K. U. Kim. 1997. Selective mechanism of cyhalofop-butyl ester between rice (Oryza sativa L.) and *Echinochloa crus-galli*. Effect on enzyme activity, biosynthesis of fatty acid and protein in rice and *Echinochloa crus-galli*. Korean Journal of Weed Science 17:192-198.

Pedersen, T. M. 1976. Estudios sobre Amaranthaceae Sudamericanas II. Darwiniana Vol. 20. Páginas 269-303. Buenos Aires. Argentina.

Pereira, W. y G. Crabtree. 1986. Absorption, translocation and toxicity of glyphosate and oxyfluorfen in yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). Weed Sci. 34: 923-929.

Puricelli, E. y Tuesca, D. 2005. Riqueza y diversidad de malezas en trigo y barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. Agriscientia, 22:69-78

Rainero, H. y N. Rodríguez. 1998. Malezas y su control. En: Pedellini, R. y C. Casini. Manual del maní 3ra Edición. p: 18-23.

Rainero, H. y N. Rodríguez. 2006. Control de maní "guacho" en la rotación maíz / maní. En: www.inta.gov.ar/manfredi/investiga/prodveg/pdishe01.htm. Consultado: 27/05/06.

Rao, V.S. 1983. Principles of Weed Science. Oxford & IBH Publishing Co. Nueva Delhi. 541 p.

Ritenour, G. L.; C. Lo; S. Wright y M. Hile. 1999. Dinitroaniline resistance in barnyardgrass (*Echinochloa cruz-galli* (L.) Beav.). Proceedings California Weed Science Society 51:120-121.

Rodríguez, M.E. y H.P. Rainero. 1995. Efecto de una dosis de graminicida sobre diferentes estados de desarrollo de Eleusine indica en maní. EEA INTA Manfredi. Maní: Avances en investigación. 2:19-23.

Ross, M.A. y C.A. Lembi. 1985. Applied Weed Science. Burgess Publishing Company, Minneapolis. 340 p.

Sandmann, G. y P. Böger. 1997. Phytoene desaturase as a target for bleaching herbicides. Pages 1-10 in M. P. Roe, J. D. Burton and R. J. Kuhr, eds. Herbicide activity: Toxicology, biochemistry and molecular biology. IOS Press, Washington.

Schmidt, R. R. 1997. HRAC classification of herbicides according to mode of action. Proceedings Brighton Crop Protection Conference – Weeds 3:1133-1140.

Seinet. Arizona Chapter. *Echinochloa colona* (L.) Link.http://swbiodiversity.org/seinet/imagelib/imgdetails.php?imgid=446081

Selleck, G.W. y D.D. Baird. 1981. Antagonism with glyphosate and residual herbicide combinations. Weed Sci. 29: 185-190.

Soave, J.H. 1997. 20 años de maní tipo runner en la Argentina. Koltsch Imp. Gráficas. 28 p.

Thill, D.C.; J.M. Lish; R.H. Calliham y E.Y. Bechinski. 1991. Integrated weed Management. A component of integrated Pest Management: a critical review. Weed Techn. 5: 648-656.

Tuesca, D.; Papa, J; Morichetti, S. 2013. Amaranthus palmeri, una maleza arribada a nuestro país desde el hemisferio norte. INTA. Centro Regional Santa Fe. INTA Oliveros. http://inta.gob.ar/documentos/amaranthus-palmeri-una-maleza-arribada-a-nuestro-pais-desde-el-hemisferio-norte/at_multi_download/file/INTA-Alerta-amaranthus-palmeri.pdf.

Ustarroz, D.; E. Puricelli; H.P. Rainero y D. Bellon. 2011. Control de rama negracon glifosato en distintos estados de desarrollo de la maleza. Aapresid. pag. 79 -81.

Vitta, J.; D. Faccini; L. Nisenshon; E. Puricelli; D. Tuesca y E. Leguizamón. 1999. Las malezas en la región sojera núcleo argentina: Situación actual y perspectivas. Dow AgroSciences S.A. Buenos Aires. 47 p.

Wells, B.H. y A.P. Appleby. 1992. Lactofen increases glyphosate stimulate shikimate production in little mallow (*Malva parviflora*). Weed Sci. 40: 171-173.

Wilcut, J.W.; A.C. York; W.J. Grichar y y W.J. Wehtje. 1995. The biology and management of weed in peanut (*Arachis hypogaea*). En: Patte, H.E. y H.T. Stalker. Advances in Peanut Science. APRES. Stilwater-OK. EE.UU.

Cap. 6. p: 207-244.
Willingham, S.D. 2004. Reduce herbicide inputs for weed management in Florida peanut (*Arachis hypogaea* L.) production. Tesis. University of Florida. EE.UU. 111 p.
Yamamoto, E.; L. Zeng y W. V. Baird. 1998. a-Tubulin missense mutations correlate with antimicrotubule drug resistance in Eleusine indica. Plant Cell 10:297-308.
Yoder, D.C. 2003. Weed management and economic returns in peanut (*Arachis hypogaea* L.) under different row patterns and tillage regimes. Tesis. Universidad de Florida. EE.UU. 73 p.
Zorza, E.; F. Daita; C. Bianco y F. Sayago. 1998. Comportamiento de la población de malezas en la secuencia maíz-girasol-maíz, bajo diferentes sistemas de labranza en el Departamento Río Cuarto. Seminario Internacional: Dinámica de Poblaciones de Malezas en Siembra Directa. Río Cuarto- Cba. 7 p.
Zorza, E.; F. Daita y F. Sayago. 2000a. Herbicida sulfentrazone aplicado en preemergencia del cultivo de maní en suelo arenoso. FAV – UNRC. Mimeo. 6 p.
Zorza, E.J.; A. Lopez; F. Daita; F. Sayago y L. Cholaky. 2000b. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre la comunidad de malezas e insectos de suelo, asociados al cultivo de girasol. 15 International Sunflower Conference. Toulouse, Francia. Procc. C44-C48.
Zorza, E.; Daita, F. y Sayago, F. 2002. Control de malezas en rastrojos de cultivos estivales con dosis reducida de glifosato. XI Jornadas Fitosanitarias. Río Cuarto. Fac. Agronomía y Veterinaria. UNRC.

Capítulo 17. Artropofauna del cultivo de maní

Graciela T. Boito, José A. Ornaghi[1] y Jorge A. Giuggia

El cultivo de maní en la provincia de Córdoba representa aproximadamente el 95% del área sembrada en el país. El producto cosechado se destina principalmente a consumo directo (maní confitería), de allí la importancia que adquieren los organismos que pueden afectar al cultivo, ya que inciden, directa o indirectamente, en la calidad del producto comercializable.

Existen a nivel mundial numerosas citas de artrópodos que causan daño al cultivo de maní, pertenecientes a las clases Insecta, Arácnida y Diplópoda. Ellos ocupan al menos dos hábitats diferentes, el follaje y el suelo, aspectos a tener en cuenta al diseñar estrategias de manejo de los mismos (Smith y Barfield, 1982).

Los daños que producen son diversos: reducción del stand de plantas, defoliación, disturbios en el balance hídrico, destrucción de frutos, modificación de la arquitectura de la planta, entre otros.

Como un grupo importante, se mencionan los insectos habitantes del suelo que dañan el cultivo, afectando principalmente a los frutos. Entre ellos, se citan varias especies de los géneros *Lachnosterna*, *Anomala, Cyclocephala y Adoretus* (Coleóptera-Scarabaeidae) causando daños de consideración en Africa, India, EE.UU. y Japón. Asimismo, existen antecedentes de daños producidos por *Conoderus* (Coleóptera-Elateridae) y *"Elasmopalpus lignosellus* (Zeller) (Lepidóptera-Pyralidae). Ésta última es considerada plaga clave de este cultivo en el sudoeste de EE.UU. (Berberet *et al*., 1979; Smith y Barfield, 1982; Lynch y Mack, 1995). Respecto de este grupo, en nuestro país sólo se ha citado *Scaptocoris castanea* Perty, que daña raíces (Brewer, 1972).

Otro grupo de insectos se alimenta del follaje y, dependiendo del tipo de aparato bucal que posean, consumen partes de las hojas o provocan el vaciado de las células al alimentarse intracelularmente. Los géneros mencionados son *Spodoptera* spp., *Heliothis* spp., *Anticarsia gemmatalis* Hubner (Lepidóptera: Noctuidae), entre los de hábito masticador; y dentro del grupo que se alimenta intracelularmente se mencionan: *Aphis craccivora* Koch (Homoptera-Aphididae) y los géneros *Frankliniella, Caliothrips* y *Taeniothrips* (Thysanóptera-Thripidae). Estos últimos adquieren importancia no sólo por el daño directo que provocan, sino también por ser transmisores de enfermedades (Smith y Barfield, 1982; Lynch y Mack, 1995; Funderburk y Brandenburg, 1995).

Inspecciones realizadas a nivel de suelo en el área manisera del sur de Córdoba, utilizando técnicas de muestreo clásicas, como extracción de un volumen determinado de suelo (50x50x30 cm) durante el ciclo del cultivo, permitieron detectar la presencia de organismos que pueden causar daños directos, ya sea en el momento de implantación del cultivo, como también en la etapa de formación de frutos.

[1] *In memoriam*

En el suelo se encontraron estados inmaduros de insectos pertenecientes al orden Coleóptera, familias Elateridae y Melolonthidae, conocidos como “gusanos alambre” (Figura 1) y “gusanos blancos” (Figura 2), respectivamente.

Además, se registró la presencia de estados inmaduros y adultos de “chinche de la raíz” (Hemíptera-Cydnidae) (Figura 3).

La densidad de los insectos de suelo varía según el cultivo antecesor al maní, ya que cuando éste se siembra sobre una pastura aumenta la densidad de “chinches de suelo” y “gusanos blancos” (Giuggia *et al.*, 2004).

Respecto a los “gusanos blancos”, Boito *et al.* (2003) registraron la presencia de por lo menos dos géneros diferentes, las larvas se identificaron por la disposición de las setas en el extremo abdominal (raster) (Figura 4) y los adultos, mediante la cría artificial de los mismos.

Los ejemplares identificados pertenecen a la especie *Anomala testaceipennis* Blanchard (Figura 5) y al género *Cyclocephala* (Figura 6)

Figura 1. *“Gusano alambre”*

Figura 2. *“Gusanos blancos”*

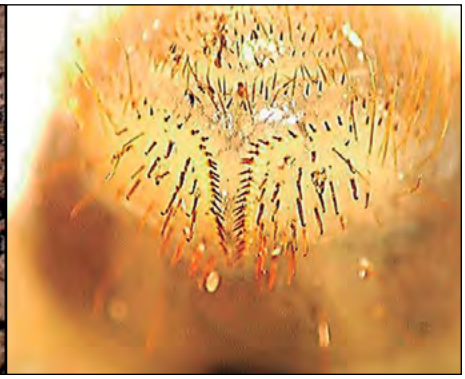


Figura 3. *“Chinche de la raíz”*

Figura 4. *Raster de gusano blanco*

Figura 5. *Anomala testaceipennis*

Figura 6. *Cyclocephala* spp

Cabe destacar que estas especies han sido citadas en nuestro país en el cultivo de trigo (Aragón, 2004; Ianone, 2005). En Israel se menciona *Maladera matrida* Argaman dañando a los frutos de maní, registrándose los mayores niveles de daño desde la séptima semana de formación de frutos hasta la cosecha. El nivel de daño económico es de 1,5 larvas por muestra de suelo (30x30x30 cm) (Harari *et al*., 2001). Los daños ocasionados por estos insectos habitantes del suelo se muestran en las Figuras 7, 8 y 9.

Figura 7. *Detalle de daño a cotiledones por insectos de suelo*

Figura 8. *Daño a frutos por insectos de suelo*

Figura 9. *Detalle del daño a los frutos*

Además, el monitoreo con trampa de luz permite seguir la evolución de las poblaciones de adultos del género *Cyclocephala* (Figura 6), cuyos estados inmaduros son habitantes del suelo.

En relevamientos utilizando trampas de Barber (trampas de intercepción de insectos de hábito caminador), Boito *et al*. (2002) detectó la presencia de un importante número de insectos del orden Coleóptera, principalmente pertenecientes a la familia *Carabidae.*

Esta familia agrupa géneros que son, en su mayoría, de hábito predator, como el género *Gallerita* (Figura 10) y *Callosoma* (Figura 11); es decir, se comportan como insectos útiles en el sistema manisero.

Figura 10. *Gallerita* sp

Figura 11. *Callosoma* sp

Sin embargo, existen dentro de la mencionada familia especies que en determinadas condiciones pueden alimentarse de las semillas o jóvenes plántulas, tal es el caso de individuos del género *Scarites* (Carabidae: Scaritini) (Figura 12) (Arnett, 1963; Brandmayr Zetto, 1990).

Figura 12. *Scarites* spp

Este sistema de relevamiento permite seguir la evolución en el tiempo de los estados adultos de algunos melolóntidos de hábito caminador (*Anomala* spp.), cuyas larvas están habitualmente presentes en el suelo en los cultivos del sur de la provincia de Córdoba (Boito *et al.,* 2003).

En la parte aérea del cultivo pueden observarse dos tipos de daños. Uno, causado por insectos masticadores que producen la pérdida de la masa foliar, siendo el daño de tucuras del género *Dichroplus* el más frecuente (Figura 13); que se localiza comúnmente en el borde de las hojas (Figura 14).

Figura 13. *Dichroplus* spp

Figura 14. *Daño producido por "tucuras"*

El otro tipo de daño es producido por los trips, que se manifiesta por un plateado típico de la hoja, a consecuencia de lo cual se produce una disminución del área fotosintética de la planta (Figura 15).

Figura 15. *Daño causado por "trips"*

La especie más frecuente y difundida en el cultivo de maní es *Caliothrips phaseoli* Hood (Figura 16) (Boito *et al.,* 2003), que ha sido citada, además, dañando algodón, alfalfa y soja en nuestro país (Massaro, 2000; Aragón *et al*., 2002; Beltrán *et al*., 2004).

Figura 16. *Caliothrips phaseoli*

Asimismo, el género *Caliothrips* ha sido mencionado causando clorosis y deformación de las hojas en cultivos de maní en África central (Clinton, 1962; Nonveiller, 1973).

En épocas de sequías prolongadas se registra la presencia de ácaros pertenecientes al género *Tetranychus* (Figura 17) (Familia: *Tetranychidae*), los que provocan dos tipos de daños: uno directo, caracterizado por la aparición de áreas cloróticas sobre el follaje, y otro indirecto, por la producción de tela, que contribuye a disminuir aún más el proceso fotosintético del cultivo (Figura 18).

Figura 17. *Tetranychus telarius* **Figura 18.** *Daño indirecto sobre maní producido por T. telarius*

Existen además registros de la presencia de *Aphis craccivora* (Hemíptera-Homoptera: Aphididae), los cuales si bien no causan daños de importancia pueden comportarse como vectores de enfermedades al cultivo (de Breuil *et al*., 2003).

Bibliografia citada

Aragón, J. 2004. Control del gusano blanco en trigo. En: *Trigo: actualización 2004*. EEA INTA Marcos Juarez. Información para Extensión Nº 85.

Aragón, J.; J. Vazquez; L. Segura; S. Elorriaga; G. Resch; R. Miranda; M. Kenny y A. Lopez. 2002. Sistemas de alarma de plagas agrícolas con trampa de luz y observaciones de campo. Informe Técnico INTA-EEA Marcos Juarez. Nº 06.

Arnett, R.H. 1963. The beetles of the United States.The Catholic University of América Press.WashingtonD.C. Fascicle 4: 55-181.

Beltrán, R.; S. Herman y O. Peterlin. 2004. Control de *Caliothrips phaseoli* Hood, *Frankliniella schultzei* Trybon y *Aphis gossypi* Glover, con insecticidas sistémicos aplicados a las semillas de algodón. *RIA*. 33(1): 39-48.

Berberet, R.C.; R.D. Morrison y R.G. Wall. 1979. Yield reduction caused by the lesser cornstalk borer in nonirrigated Spanish peanut. *J. Econ. Entom*. 72: 525-528.

Boito, G.T.; J.A. Ornaghi; J.A. Giuggia; E. Monteresino y J. García. 2002. Uso de trampas de Barber para determinar la diversidad de insectos en el cultivo de maní. *XVII Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera, Córdoba. Actas. p: 66-67.

Boito, G.T.; J.A. Ornaghi; J.A. Giuggia; E. Monteresino; J. García y D. Morales. 2003. Insectos presentes en el cultivo de maní. *XVII Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera, Córdoba. Actas. p: 28 y 33.

Brandmayr Zetto, T. 1990. Spermophagus (seed-eating) ground beetles: first comparison of the diet and ecology of the Harpaline Genera *Harpalus* and *Ophonus* (Col.-Carabidae). En: Stork, N.E. (Ed.). *The role of ground beetles in ecological and environmental studies*. London, U.K. p: 307-316.

Brewer, M. 1972. *Scaptocoris castaneus* Perty, chinche dañina a raíces de alfalfa. *IDIA* 294: 27-28.

Clinton P.K. 1962.Causes of loss yield in groundnuts in the Sudan central rainland. *J. Exp. Agric.* 30: 137-144.

De Breuil, S.; Giolitti, F. y Lenardon, S.L. 2003. Detección y distribución de Cucumovirus y Potyvirus en maní. *XVIII Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera, Córdoba. p: 34.

Funderburk J.E. y Brandenburg, R.L. 1995. Management of insects and other arthropods in peanut. En: Melouk, H.A. y M.F. Shokes (Eds). *Peanut Health Management*. APS Press. Cap. 8, p.51-58.

Giuggia, J.A.; G.T. Boito; J.A. Ornaghi y D. Giovanini. 2004. Influencia del cultivo antecesor sobre la densidad de insectos de suelo en maní. *XVII Jornada Nacional de Maní*. General Cabrera, Córdoba. Actas. p: 43.

Harari, A.R.; D. Ben-Yakin; M. Chen y D. Rosen. 2001. Economic injury levels for the Scarabaeid *Maladera matrida* infesting peanut fields in Israel. *Entomología Experimentalis et applicata*. 98(1): 79-84.

Ianonne, N. 2005. Toma de decisión y control del "gusano blanco" *Dilobobderus abderus* en siembra directa de trigo. Servicio Técnico INTA Pergamino. Disponible en: www.elsitioagricola.com

Lynch, R E. and T.P. Mack. 1995. Biological and biotechnical advances for insect management in peanut.En: Patte, H.E y H.T. Stalker (Eds). *Advances in peanut science*. Cap. 4. p: 95-159.

Massaro, R.A. 2000. Trips en el cultivo de soja. Informe Técnico EEA INTA Oliveros. Disponible en: www.a-campo.com.ar/español/soja1.htm

Nonveiller, G. 1973. Leaf malformations in groundnut caused by attack from thrips. Preliminary note. *Agronomia Tropical*. 28: 625-639.

SAGPyA. 2006. Maní, zona de producción. www.sagpya.gov.ar. Consultado: 21/05/06.

Smith, J.W. y C.S. Barfield. 1982. Management of preharvest insects En: Patee H.E. y C.T. Young (Eds.). *Peanut Science and Technology,* p: 251-325.

SECCIÓN V

Capítulo 18

Calidad comercial y alimenticia de los granos
Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

Capítulo 19

Calidad, tecnología y mercado de trabajo
Roberto R. Benencia y Elena M. Fernandez

Capítulo 20

Mercado Nacional e Internacional
Daniel Agüero

Capítulo 21

Huella de carbono de la cadena del maní de Córdoba
Rodolfo Bongiovanni, Leticia Tuninetti y Guillermo Garrido

Capítulo 18. Calidad comercial y alimenticia de los granos

Elena M. Fernandez, Oscar Giayetto, Guillermo A. Cerioni y Federico D. Morla

El maní producido en Argentina tiene como destino principal el consumo humano, directo o a través de productos elaborados en base al grano, y en menor proporción la extracción de aceite (Blengino, 2014).

La calidad del producto inicia en el momento del desarrollo de los granos por lo que el conocimiento de las practicas de manejo que previenen las condiciones predisponentes al desarrollo de microorganismos que favorecen la producción de micotoxinas o intervienen negativamente en la composición o en la estructura, es indispensable. El productor puede contribuir a la contaminación con aflatoxina cuando desconoce las condiciones que favorecen su producción y la capacidad de intervenir para prevenir estas situaciones, de ahí la importancia de los servicios de extensión como medios de educación preventiva (Kumar y Popat, 2010). El productor manisero argentino es un agricultor especializado (Ackermann, 2014) que ha contribuido a obtener maní de alta calidad que caracteriza la producción argentina a nivel mundial, pero es necesario conocer las normativas y las condiciones que favorecen la obtención de un producto de alta calidad en cuanto a composición y granometría, y libre de toxinas.

En Argentina, la comercialización del maní está regida por la Norma de Calidad para la Comercialización de Maní de la SAGPyA[1] -Res. Nº 12/99- (SENASA, 2006) como Maní en caja, Maní descascarado, Maní para la industria de selección, Maní para la industria aceitera, Maní tipo confitería, Maní partido (ver Anexo).

La comercialización del maní se realiza en base a la granometría, la presencia de aflatoxina y otros rubros como granos dañados, pelados, de otro color, alterados en su presentación, quebrados y/o partidos, y revolcados, cuerpos extraños, presencia de tierra y olores comercialmente objetables.

La composición del grano de maní no es un parámetro utilizado en la comercialización interna pero sí para la exportación que representa el 80 % de la producción (Blengino, 2014). En el comercio internacional está inscripto en el capítulo de nueces o frutos secos. El maní confitería no es un *commodity*, como erróneamente suele considerase, sino un producto alimentario elaborado, una manufactura de origen agrícola con un extraordinario componente de valor agregado (Ackermann, 2014) lo que queda demostrado con la exportación de maní blancheado que representa el 49% del total (Blengino, 2014). La legislación de países importadores de maní establece parámetros específicos que habilitan el ingreso del producto de consumo directo como *snacks*, confituras o para la elaboración de alimentos.

En este capítulo haremos referencia principalmente a la granometría, composición y aflatoxinas.

[1] SAGPyA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Ministerio de Economía de la Nación.

Granometría

La granometría hace referencia al tamaño de los granos del maní y está asociada con la calidad y el valor económico del producto. En todas las especies vegetales existe variabilidad en el tamaño de las semillas que conforman un lote y en maní es más manifiesta. En esta especie, una alta proporción de semillas grandes (<60 granos por onza[2]) determinará que el lote sea considerado como maní apto para confitería y, por lo tanto, de un valor considerablemente mayor que el destinado a la industria aceitera. Esta variabilidad en el tamaño está relacionada con las características de crecimiento indeterminado y de distribución de los frutos y semillas a lo largo de las ramificaciones. En cada nudo reproductivo de las ramas, principalmente las cotiledonares, se desarrollan frutos con semillas de diferentes tamaños y en aquéllos más próximos al tallo hay una mayor proporción de semillas grandes.

Un lote de semillas de maní está conformado por granos de diferentes tamaños que en la comercialización se clasifican en categorías granométricas, para determinar lo que se denomina "rendimiento confitería". Ésta es la fracción de maní para industria de selección integrada por todos los granos enteros y sanos, que quedan retenidos en la zaranda o tamiz[3] de 6,25 mm, para colorado y rosado pálido; y de tajo de 7,5 mm, para el rosado (SENASA, 2006). En la industria, se considera que el valor de la proporción de semillas retenidas en esta última zaranda no debería ser menor al 50% para ser comercializado como maní confitería. En estudios realizados localmente, se identificó una relación positiva entre el rendimiento confitería y las semillas retenidas en las zarandas de 8, 9 y 10 mm, y negativa a partir de la zaranda de 7,5 mm y menores (Fernandez *et al.*, 2012).

El tamaño de las semillas es una característica que permitió caracterizar los tipos botánicos de maní. Así, los cultivares tipos Valencia y Español tienen semillas de menor tamaño que los tipo Virginia, aunque dentro de éste último, el tipo comercial *Virginia* (32-40 granos/onza) es mayor que los *runner* (43-67 granos/onza) (Knauf y Ozias-Akins, 1995). Estudios realizados en diferentes condiciones ambientales, ya sea debidas a la localidad de la región manisera de Córdoba o al factor año, demostraron que existe variabilidad genotípica en la granometría (Gastaldi, 2008; Visio; 2008; Girardi, 2009; Fernandez *et al.*, 2012). Por otra parte, Conkerton *et al.* (1989) observaron que el incremento del tamaño de las semillas se corresponde con el espesor del pericarpio, la superficie y el volumen del fruto (Cuadro 1). Estas características genotípicas son muy importantes pues definen los requerimientos nutricionales de los mismos (Kvien *et al.*, 1988).

Cuadro 1. Características físicas de frutos y semillas de 4 genotipos de maní

[2] 1 onza = 28,35 gramos.

[3] De tajo o circular a convenir entre las partes (Res. SAGPyA Nº 12/99), aunque generalmente se usan las de tajo.

Genotipo	Tipo Botánico	Fruto			Semilla
		Espesor del pericarpio	*Superficie*	*Volumen*	*Peso*
		mm	cm^2	cm^3	g
Starr	Español	0,46	6,3	1,4	0,36
Florunner	Virginia *runner*	0,59	8,0	2,2	0,48
Early Bunch	Virginia *runner*	0,89	13,3	3,9	0,84
Tifton-8	Virginia	1,04	11,7	3,8	0,67

Fuente: Adaptado de Conkerton et al. (1989)

Se ha detectado también que existe efecto de la interacción genotipo x ambiente sobre la granometría (Knauf y Ozias-Akins, 1995). La influencia de factores ambientales y de las prácticas de manejo sobre la granometría se trata en otros capítulos (ver capítulos 5, 6, 10, 11 y 12). Aunque podemos mencionar aquí que la mayor disponibilidad de agua favorece la presencia de semillas de mayor tamaño (retenidas en las zarandas de tajo de 8, 9 y 10 mm) (Lisa, 2010; Caliccio, 2013).

Otro factor que influencia el tamaño de los granos y/o la granometría es el calcio. En experiencias regionales se observaron diferentes resultados a la aplicación de este nutriente. En la región de General Cabrera (Córdoba) no se registraron efectos positivos (Fernandez *et al.,* 1998), mientras que en otros estudios en esa misma localidad, Coronel Moldes y Río Seco hubo un aumento de algunas categorías granométricas con el agregado de 200 kg Ca ha^{-1} (Vissio, 2008; Lisa, 2010).

Por otra parte, la uniformidad del tamaño de los granos es una característica deseable en los cultivares de maní, pues mejora la eficiencia de la siembra, el descascarado, el pelado (*Blanching*) y el tostado (Knauf y Ozias-Akins, 1995). Se ha observado, en diferentes condiciones de producción de la provincia de Córdoba, que el peso de los 100 granos de cada categoría de tamaño varía entre genotipos y ambientes, haciendo que por cada unidad de peso varíe el número de granos por onza (Fernandez *et al*., 2012).

Composición de los granos

La calidad del grano está dada por la composición (nutrientes, proteínas, azúcares y lípidos) que le confieren al maní, específicamente al genotipo, características especiales de aceptabilidad por parte de los consumidores por lo que son, o deberían ser, atributos objetivo en los programas de mejoramiento genético.

La composición de nutrientes, además de su efecto sobre la calidad alimenticia (Ofuya y Akhidue, 2005), está relacionada con los requerimientos nutricionales del cultivo. Conkerton *et al*. (1989) en una evaluación de 8 genotipos (Cuadro 2) cuantificaron la composición porcentual de los macro y micro nutrientes.

Cuadro 2. Composición de macro y micro nutrientes de 8 genotipos de maní

Macronutrientes			Micronutrientes		
	%	E.E.		ppm	E.E.
Fósforo	0,21 – 0,26	± 0,01	*Manganeso*	12,79 – 17,59	± 0,60
Azufre	0,22 – 0,29	± 0,01	*Hierro*	15,56 – 22,86	± 0,70
Potasio	1,35 – 1,52	± 0,01	*Cobre*	3,07 – 4,77	± 0,20
Calcio	0,28 – 0,38	± 0,01	*Zinc*	32,74 – 40,09	± 1,70
Magnesio	0,72 – 0,83	± 0,01	*Selenio*	0,78 – 0,87	± 0,03

Fuente: Conkerton et al. (1989). E.E.= error estándar, ppm= partes por millón

Como alimento, los granos de maní son una importante fuente de energía (570 kcal 100 g^{-1}) (Ofuya y Akhidue, 2005), ricos en lípidos (44-56%) y proteínas (22-33%) (Ahmed y Young, 1982). En Argentina, se han registrado valores de 45,2% de aceite y 30,2% de proteína en un cultivar tipo Valencia (Colorado Irradiado) y de 50,1% y 26,7%, respectivamente, en uno tipo Virginia runner (Florman INTA) (Grosso y Guzmán, 1995). El conjunto de los compuestos (lípidos, proteínas y azúcares) contribuyen al sabor del maní tostado (Sanders *et al*., 1995). La composición de los azúcares varía con el genotipo, como lo constataron Ross y Kvien (1989) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Composición de azúcares de semillas de maní (g/100 g de harina)

Genotipo	Fructosa	Inositol	Rafinosa	Ácido tartárico	Glucosa	Sacarosa	Estaquiosa	Ácido fenólico
Starr	0,590	0,063	0,133	0,004	0,567	2,19	0,137	4,725
Florunner	0,170	0,073	0,070	0,003	0,223	2,45	0,170	3,966
Early Bunch	0,170	0,087	0,670	0,004	0,220	2,31	0,067	4,092
Tifton	0,403	0,067	0,153	0,002	0,427	2,35	0,207	6,095

Fuente: Ross y Kvien (1989)

Según Patee *et al*. (1974) el contenido de azúcares se incrementa con el tamaño de las semillas y a la madurez se podría asociar el sabor característico de maní tostado con los azúcares. En la zona central de Córdoba, Casini *et al*. (2002) encontraron altos valores de azúcares en las semillas de maní, posiblemente debido a las temperaturas relativamente bajas durante el periodo de llenado que podría modificar la acumulación azúcares/lípidos planteada por Patee *et al*. (1974). Por otra parte, Baker (2002) constató que el sabor y la dulzura declinan con el almacenamiento, aunque no necesariamente están asociados entre sí.

La composición ácido-graso del aceite tiene efectos directos e indirectos sobre la nutrición humana, pues define la calidad alimenticia y la estabilidad del producto. El ácido palmítico (16:0) es hipercolesterolémico y el ácido behénico (22:0) puede estar relacionado a propiedades aterogénicas del aceite (Worthington y Hammons, 1977). En general, se considera que los ácidos grasos saturados favorecen la manifestación de problemas cardiovasculares (Driss, 1990), mientras que el mayor

consumo de ácido oleico (18:1) –mono insaturado-, disminuye hasta un 70% los problemas cardíacos (miocardio) (Renaud *et al*., 1995). El ácido linoleico (18:2) y el linolénico son considerados esenciales, pues los animales no pueden desaturar las posiciones 6 y 3 de la cadena carbonada (Viola y Audisio, 1987). Estos ácidos les confieren estabilidad a las membranas, su deficiencia está asociada con enfermedades neurológicas e inmunológicas (Holman *et al*., 1993), son responsables de la formación de las prostaglandinas, y reducen los niveles plasmáticos de colesterol. Son también precursores de sus homólogos superiores (ácidos de 20 y 22 átomos de C) (Viola y Audisio, 1987).

El aceite de maní tradicional está compuesto principalmente por los ácidos 18:1 y 18:2, independientemente del tipo botánico y de las condiciones de crecimiento del cultivo como se observa en el Cuadro 4. En cultivares tipo Virginia *runner*, sembrados en la región manisera de Córdoba, se han registrado valores entre 39,5-49,0% de 18:1 y 33,1-40,7% de 18:2 dependiendo de las condiciones ambientales (Grosso *et al.,* 1994a; Fernandez *et al*., 2001; Pramparo *et al*., 2001). En cambio, en EE.UU. –donde las temperaturas durante el llenado son más elevadas- las diferencias entre ambos ácidos es mayor (55 y 25%, respectivamente) aunque siguen representando la mayor proporción en el aceite (Knauf *et al*., 1993). En un genotipo tipo Valencia cultivado en Brasil –en la estación de verano (*das aguas*) donde las temperaturas son elevadas- se registraron valores porcentuales próximos a 41,2 (18:1) y 37,2 (18:2) (Fernandez y Rosolem, 1997). En los maníes denominados *alto oleico*, el 18:1 puede alcanzar 80% y el 18:2 un 2% (Norden *et al*., 1987). Si bien existe un componente genético en la composición -principalmente 18:1 y 18:2- otros factores como los ambientales pueden modificarla (Dwivedi *et al*., 1993; Fernandez *et al*., 2001; López *et al*., 2001).

Cuadro 4. Valores máximos y mínimos de la composición ácido-graso de semillas de maní tipo Virginia *runner*, obtenidos en la zona núcleo de Córdoba

Valores (%)	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:0	24:0	18:1+18:2
Máximo	10,43	2,30	49,00	40,68	0,16	1,20	2,73	4,30	2,58	80,52
Mínimo	8,63	0,83	39,51	33,13	0,08	0,70	1,50	1,80	0,80	77,86

Fuente: Elaborado con datos (no publicados) de estudios sobre efectos del encalado (Fernandez y otros) y estrés hídrico (Cerioni, 2003) sobre la composición del aceite, y de Grosso et al. (1994)

El maní, o sus productos elaborados, deben mantener sus características a través del tiempo, una forma de medida es la permanencia en las góndolas. Considerando que la estabilidad del aceite depende de la proporción de ácidos grasos de dobles ligaduras (insaturados), por su mayor susceptibilidad a la oxidación, cuanto mayor sea el grado de insaturación menor será el tiempo que el producto mantendrá sus características obtenidas al momento de la cosecha o del producto crudo (Baker, 2002). En el Cuadro 5 se observan los valores máximos y mínimos registrados en la zona núcleo de Córdoba, de la sumatoria de los ácidos grasos insaturados (18:1, 18:2, 18:3 y 20:1) y la proporción que representan los otros ácidos grasos de dobles ligaduras diferentes al 18:1. Si bien estos valores provienen de diferentes condiciones de cultivo y ambiente, sirven para visualizar la influencia que las mismas tienen sobre los indicadores de estabilidad del aceite, como la relación oleico/linoleico (O/L) y el índice de iodo (Stalker *et al*., 1989).

Cuadro 5. Valores máximos y mínimos de ácidos grasos insaturados totales, relación oleico/linoleico e índice de iodo

Valores	Ácidos grasos insaturados totales	Ácido graso Oleico 18:1	Oleico en % del total de insaturados	Relación O/L	Índice de Iodo
	%				
Máximo	83,1	43,4	52,3	1,57	108
Mínimo	80,3	35,6	44,4	0,97	98

Fuente: Elaborado con datos (no publicados) de estudios de efectos del encalado (Fernandez y otros) y estrés hídrico (Cerioni, 2003) sobre la composición del aceite, y de Grosso et al. (1994a)

El maní producido en Córdoba posee una baja relación O/L por lo que tanto las semillas como el aceite son considerados de baja calidad química, comparativamente con los obtenidos en otros ambientes (Grosso *et al*., 1994b). En diferentes ambientes de esta región y con distintos genotipos se han registrado valores entre 0,97-1,57 (Cuadro 5) (Grosso *et al.,* 1994a; Fernandez *et al*., 2001), aunque éstos pueden ser mayores en ambientes con temperaturas más elevadas durante el llenado de los granos, o bien en los genotipos *alto oleico* (López *et al*., 2001). Los granos de maní o productos derivados, con alta relación O/L tienen una menor tasa de deterioro porque esa mayor proporción de oleico les confiere más estabilidad auto-oxidativa (O'Keefe *et al*., 1993) y, consecuentemente, permanencia más prolongada en ambientes no acondicionados.

Considerando el destino final del maní para consumo directo, los cambios producidos en los genotipos, como el desarrollo de maníes *alto oleico*, podrían generar reticencias en los consumidores. En tal sentido, Nepote *et al*. (2005) comprobaron que la aceptabilidad de los consumidores estaba relacionada con el *sabor a maní tostado*, *crujiente* y *gusto dulce*, que existen diferencias genotípicas en estos atributos y por ende en su aceptabilidad.

El índice de iodo (II) es otra medida para evaluar la estabilidad del aceite. Cuantifica su grado de insaturación por lo que aumenta con el contenido de 18:1, 18:2 y 18:3 (Mercer *et al*., 1990). Como se mencionó en el Cuadro 5, maníes que crecieron en diferentes condiciones ambientales de la región núcleo de Córdoba alcanzaron valores de II entre 98 y 108 (Grosso *et al*., 1994a; Fernandez *et al*., 2001).

Los tocoferoles son antioxidantes naturales que protegen los aceites vegetales contra el deterioro oxidativo (*enranciamiento*), por lo que están relacionados con la durabilidad de los aceites en las góndolas y la aceptabilidad de los consumidores (Silva *et al*., 2005). Estos compuestos, junto con los tocotrienoles, conforman la vitamina E, que en los humanos actúa como protector ante estrés oxidativo y trastornos neurológicos por sus acciones como agente antioxidante y en el mantenimiento de la integridad de las membranas (Rodríguez, 1997). Considerando las condiciones ambientales y de cultivo Casini *et al*. (2002) observaron que el contenido de tocoferoles estuvo asociado con las precipitaciones y el peso de granos. Por su parte, Silva *et al*. (2005) comprobaron que el alfa-tocoferol puede actuar como principal antioxidante durante el tostado, mientras los otros tocoferoles (beta, gama y delta) no presentan diferencias. Además, observaron que los cambios en los atributos sensoriales durante el almacenamiento fueron acompañados por cambios químicos, tales como la disminución del contenido de tocoferoles y el incremento del índice de peróxido.

Micotoxinas: *Aflatoxina*

Las micotoxinas más importantes detectadas en granos de maní son las aflatoxinas y el ácido ciclopiazonico (Dorner, 2008). Las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por hongos del grupo *Aspergillus flavus*, que producen síntomas de toxicidad en el hombre y animales cuando consumen alimentos contaminados pudiendo incluso causarles la muerte (Coker, 1979).

El ácido ciclopiazonico (CPA) es producido por *A. flavus* y otras especies de *Aspergillus* y *Penicillium* (Lansden y Davidson, 1983). Es un contaminante natural de granos y alimentos, menos tóxico que la aflatoxina aunque se lo menciona asociado a intoxicaciones humanas por granos (Dorner, 2008).

Etiología de *Aspergillus*

Los hongos que producen aflatoxina pertenecen al grupo de *A. flavus*, integrado por *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius* y *A. tamarii.* Estos hongos están estrechamente relacionados, contaminan granos y residuos de plantas de muchos cultivos en el campo, durante la cosecha o en el almacenamiento. Pueden crecer como saprófitos no especializados sobre restos de cultivos o en el suelo, y también son patógenos de insectos (Cotty *et al.*, 1994). Recientemente, se han descritos dos nuevas especies dentro de este grupo en especies de *Arachis* en Argentina *A. arachidicola* y *A. minisclerotigenes* (Pildain *et al.*, 2008).

Están ampliamente distribuidos en áreas agrícolas de baja elevación entre las latitudes de 35°N y 35°S, formando parte de la biota del suelo, aunque algunas cepas se adaptan mejor a capturar recursos del aire. Las cepas del grupo *A. flavus* pueden diferir de hospedante, uso de nutrientes, localización hospedero/nutriente y en la estrategia de explorar los recursos (Cotty *et al.*, 1994). *A. parasiticus* parece estar más adaptado al ambiente edáfico y *A. flavus* al del aire, encontrándoselo frecuentemente en semillas (Horn *et al.*, 1994). En suelos de la región manisera del Estado de San Pablo (Brasil), *A. flavus* es la especie con mayor frecuencia de este género, indicando que, aunque es considerado un hongo de almacenamiento, el suelo es el principal reservorio. Además, se ha registrado presencia de esta especie con otros géneros como *Penicillium, Fusarium* y *Trichoderma* (Atayde *et al.*, 2012).

En el área cultivada de maní en la provincia de Córdoba (Argentina), se observaron diferencias en la densidad de *A. flavus* y *A. parasiticus* según sitio y especie, pero una alta proporción (40%) de las cepas aisladas produjeron esclerocios en condiciones de cultivo *in vitro*. El nivel de infección tuvo una relación directa con el inóculo en el suelo (Barros *et al.*, 2001).

Además, en Argentina se han constatado diferencias entre especies cultivadas respecto a la capacidad toxinogénica de *A. flavus* y *A. parasiticus*. En maní, se encontró mayor incidencia (69%) de cepas aflatoxigénicas que en trigo (13%) y soja (5%); pero la producción de ácido ciclopiazonico fue alta y sin diferencias entre los sustratos (maní 94%, trigo 93% y soja 73%). También se observó que algunas cepas son capaces de producir simultáneamente ambas toxinas en todos los sustratos. Por otra parte, se ha evaluado la presencia de cepas nativas de *A. parasiticus* no aflatoxinogénicas, las que son importantes para desarrollar estrategias de biocontrol y reducir la contaminación con aflatoxinas en maní. Aquellas cepas altamente competitivas pueden ser usadas a campo como agentes biocompetitivos (Vaamonde *et al.*, 2003).

Epidemiología de *Aspergillus*

La fuente potencial de inóculo primario son las esporas en el suelo en primavera, el micelio que pasa el invierno sobre el rastrojo y en el suelo, que también pueden estar en la superficie o el interior de los insectos, a los cuales llegan a causarles la muerte (Diener *et al*., 1987). Otra fuente de inóculo son los esclerocios que se forman en los granos dañados antes de la cosecha y son dispersados durante la misma, sobreviviendo en el suelo de un ciclo a otro (Wicklow citado por Chulze, 2005). El inóculo secundario puede ser formado por partes de flores y hojas, insectos melíferos que estimulan el crecimiento del hongo y conidios aéreos en la estación de crecimiento del cultivo, que aumentan durante el laboreo y la cosecha. La dispersión de los conidios puede ser realizada a través del aire o por insectos (Diener *et al*., 1987).

La infección puede ocurrir en diferentes estados fenológicos y órganos del maní, tales como las flores o ginóforos aéreos (Sanders *et al*., 1984); pero, más frecuentemente, en los ginóforos después de la penetración en el suelo y durante el desarrollo de los frutos y las semillas (Diener *et al*., 1982).

Según características morfológicas y fisiológicas *A. flavus* puede ser divido en dos grupos: S y L. Las cepas S producen numerosos esclerocios pequeños (<400 µm); en cambio, las cepas L producen pocos esclerocios, pero de gran tamaño (>400 µm) (Chulze, 2005). En las áreas donde se produce maní, se ha constatado predominio del fenotipo L, tanto en Córdoba (Barros *et al.* citados por Chulze, 2005) como en Formosa; pero en este último ambiente hay una mayor frecuencia de *A. flavus* que produce aflatoxina (Pildain *et al*., 2004).

Toxinas

La producción de toxinas depende de la especie; por ejemplo *A. tamari* no produce aflatoxina y, dentro de las otras tres especies, existe una gran variación entre los aislados. En forma general *A. flavus* Link: Fr. produce aflatoxinas AFB_1 y B_2 (AFB_2), *A. parasiticus* Speare y *A. nomius* Kurtzman, Horn & Hesseltine G_1 (AFG_1), G_2 (AFG_2), AFB_1 y AFB. *A. parasiticus* en presencia de *A. flavus* reduce la producción de AFG_1 y AFG_2. Éstas son menos estables en lotes contaminados o durante la extracción, lo que dificulta su evaluación (Cotty *et al*., 1994). Las semillas de maní también pueden ser contaminadas con otras micotoxinas, producidas principalmente por varias especies de los géneros *Aspergillus* y *Penicillum*; por ejemplo, ocratoxina, citrinina, ácido ciclopiazonico. También por otras producidas por los géneros *Fusarium* y *Alternaria*. La toxicidad del ácido ciclopiazonico y de la aflatoxina son aditivas (Wilson, 1995). *A. minisclerotigenes* produce AFB_1, AFB_2, AFG_1, AFG_2, ácido ciclopiazonico, ácido kójico y ácido aspergillico, aflavarins, aflatrem, aflavinines, parasiticolides y paspaline. *A. arachidicola* produce AFB_1, AFB_2, AFG_1 y AFG_2, ácido kójico, chrysogine y parasiticolide, y algunos ácidos aspergillico (Pildain, 2008).

Se han identificado 18 tipos de aflatoxinas, de las cuales las más frecuentes son AFB_1, AFB_2, AFG_1, AFG_2 y AFM_1. La AFM_1 es un metabolito hidroxilado de AFB_1, secretada en la leche de los animales que consumen alimentos contaminados con AFB_1 y es proporcional a la cantidad ingerida (Wilson, 1995).

Estudios fenotípicos han demostrado que existen dos subgrupos de *A. flavus*: I y II. La mayoría del subgrupo I produce aflatoxina B (AFB) y esclerocios de fenotipo S y L; y la mayoría del subgrupo II produce aflatoxinas B y G (AFB y AFG) y esclerocios de fenotipo S (Pildain, 2004). El subgrupo II ha sido detectado en semillas y suelos de maní en Argentina (Vaamonde *et al*., 2003).

El hombre puede ingerir toxinas a través de granos, tubérculos, leche, queso y huevos, y el consumo en pequeñas cantidades produce un efecto crónico, mientras que cuando la ingesta es alta

tiene un efecto agudo (Scudamore, 1994). También el aceite crudo es una fuente de contaminación; pero si el proceso de refinado se realiza adecuadamente el producto resultante puede quedar libre de aflatoxina (Keenan y Savage, 1995).

La aflatoxicosis causa graves daños en el hígado (cirrosis, inducción a tumores), perjudica el sistema nervioso central, provoca desordenes en la piel y defectos hormonales (Pitt, 1989) y tiene un efecto sinérgico con el virus de la hepatitis B (Turner *et al*., 2005). La AFB_1 es el agente natural cancerígeno más importante; por ejemplo, un producto con 1 $\mu g.kg^{-1}$. $día^{-1}$ produjo cáncer en el 50% de los animales testeados, y 140 mg son letales para un hombre de tamaño medio. Luego, le siguen en toxicidad la AFM_1, AFG_1, AFB_2 y AFG_2 (Scudamore, 1994).

Los animales que consumen harinas o granos contaminados tienen daños en el hígado, pues la toxina provoca hemorragias, cirrosis, necrosis del parénquima hepático, proliferación de células en los canales biliares y cáncer; y puede afectar los riñones provocando congestionamiento o hemorragias. También produce pérdidas de producción, ya que disminuye la ganancia de peso al reducir la eficiencia de utilización del alimento, y disminuye la inmunidad. La toxicidad aguda depende de la raza, edad, sexo, estado del animal, composición de la dieta y el ambiente. La toxicidad de la AFB_1 depende de la especie: las más susceptibles son las aves, porcinos, bovinos, búfalos y caprinos, mientras que los ovinos son más resistentes (Scudamore, 1994).

En Argentina, los valores de aflatoxinas son muy bajos, incluso nulos. Se han detectado valores máximos de 0,5 ppb (Valek *et al.,* 2006) y 36 ppb (Dalcero *et al.* citados por Chulze, 2005), esta característica permite al país comercializar maní a nivel mundial ocupando los primeros lugares en las exportaciones.

En el documento de la FAO del año 2003 (FAO, 2014), se puede leer que, a nivel mundial, 98 países tenían reglamentado los niveles de tolerancia de aflatoxina en los alimentos y en las raciones (87% de la población mundial). En América del sur, sólo un país (Ecuador) no dispone de una norma (FAO, 2014; Vallejo López, 2014). En general, los países que importan maní argentino cuentan con una normativa que legisle este aspecto de la alimentación, para proteger la salud de su población (FAO, 2014).

Los niveles de tolerancia pueden estar expresados en la suma de AFB_1, AFG_1, AFB_2 y AFG_2 y a veces combinado con límite específico para de AFB_1. Según la FAO es discutible si un límite reglamentario para la suma de las aflatoxinas contribuye significativamente a una mejor protección de la salud pública. La de AFB_1 es la aflatoxina más importante desde el punto de vista de la toxicología como de la frecuencia. Es poco probable que los productos básicos contengan las AFG_1, AFB_2 y AFG_2 y no AFB_1 y generalmente es menor (FAO, 2014).

En la Unión Europea, según Gimeno (2006), la reglamentación alimentaria para el consumo animal sólo legisla para la AFB_1 (con base de 12% de humedad) y es la siguiente:

- Todas las materias primas para alimentación animal: 20 ppb.
- Alimentos completos para cerdos, aves de corral, bovinos, ovinos y caprinos (excepto los animales de producción lechera y animales jóvenes): 20 ppb.
- Alimentos completos para ganado lechero: 5 ppb.
- Alimentos completos para terneros y borregos: 10 ppb.
- Otros alimentos completos: 10 ppb.

- Alimentos complementarios para cerdos, aves de corral, bovinos, ovinos y caprinos (excepto alimentos complementarios para ganado lechero, terneros, borregos y otros animales jóvenes): 20 ppb.

- Otros alimentos complementarios: 5 ppb.

En cambio, para alimentación humana, Gimeno (2006) señala que la reglamentación hace referencia a AFB_1, AFB_2, AFG_1, AFG_2 y AFM_1, ocratoxina A y patulina. Los valores tolerados en maní son los siguientes:

- Maní, frutos de cáscara, frutos secos y productos derivados de su transformación, destinados al consumo humano directo o usados como ingredientes en los productos alimenticios: 2 ppb (AFB_1) y 4 ppb (total aflatoxinas).

- Maníes destinados a procesos de selección, u otro tratamiento físico, antes del consumo humano directo o de su uso como ingredientes de productos alimenticios: 8 ppb (AFB_1) y 15 ppb (total aflatoxinas).

- Frutos de cáscara y frutos secos destinados a procesos de selección, u otro tratamiento físico, antes del consumo humano directo o de su uso como ingredientes de productos alimenticios: 5 ppb (AFB_1) y 10 ppb (total aflatoxinas).

- En el caso de preparados para lactantes, preparados de continuación (incluidas la leche para lactantes y niños, y alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales dirigidos específicamente a los lactantes, la concentración máxima permitida de AFM_1 es de: 0,025 $\mu g.kg^{-1}$ (0,025 ppb).

- Alimentos infantiles y alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, y alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales dirigidos específicamente a los lactantes, la concentración máxima permitida es de 0,50 ppb de ocratoxina (referido a materia seca cuando se trata de alimentos infantiles y alimentos elaborados a base de cereales).

En el MERCOSUR el límite armonizado entre los países es de 20 $\mu g.kg^{-1}$ de AFB_1 + AFB_2 + AFG_1 + AFG_2 para maní y pasta de maní (SENASA, 2014).

En Argentina, según el Código Alimentario Argentino (2006), los niveles de tolerancia para el maní (pelado, en cáscara, crudo, tostado, pasta o manteca) es de 20 $\mu g.kg^{-1}$ de AFB_1 + AFB_2 + AFG_1 + AFG_2 y 5 $\mu g.kg^{-1}$ de AFB_1.

Condiciones predisponentes para la infección y contaminación

La infección con *A. flavus* y la contaminación con aflatoxina puede ocurrir en diferentes momentos de la cadena de valor del maní. En cada uno de ellos, estos hongos pueden encontrar condiciones favorables para crecer y producir la toxina. Uno de los aspectos de gran importancia, y que es transversal a toda la cadena, es la constitución de las estructuras naturales de la especie y que actúan como barrera de protección contra la infección y contaminación. Éstas están determinadas genéticamente, pero pueden ser modificadas por las condiciones ambientales y los daños mecánicos producidos durante el ciclo del cultivo, el arrancado, el descapotado, el transporte, acondicionamien-

to y almacenamiento. En general, los estudios de evaluación de las condiciones que favorecen la infección y contaminación, las clasifican en pre y poscosecha.

Precosecha

Características del cultivar

En el maní, el pericarpio del fruto y el tegumento de la semilla son una barrera natural a la penetración de *A. flavus* (Zambettakis, 1975); de ahí la importancia de evitar daños mecánicos durante el arrancado, descapotado y poscosecha. Los genotipos pueden presentar diferencias en las estructuras debido a características físicas y/o químicas que los hacen más o menos resistentes a la invasión por *A. flavus*.

El pericarpio es fácilmente invadido por este hongo en los estadios iniciales de crecimiento del fruto, pero es menor en aquellos cultivares que presentan bandas de esclerénquima que se forman en los estadios iniciales de desarrollo de los mismos. El tegumento es la otra barrera contra la invasión; los genotipos que tienen los hilos cubiertos y gruesas deposiciones cerosas, son más resistentes a la misma (Pettit *et al.*, 1989).

Los tegumentos que presentan alteraciones en las células de la exotesta, la gran cavidad central por donde penetra este hongo (Zambetakis y Bockelle-Morvan, 1976), imperfecciones o daños, son más susceptibles a la invasión. El crecimiento del hongo es dificultado cuando el tegumento es compacto (Pettit *et al.*, 1989), más grueso (Fernández *et al.*, 1997) y está adherido a los cotiledones (Singh *et al.*, 1992). Por otra parte, el tegumento regula la tasa de intercambio de agua en la semilla, y los cultivares que tienen menor tasa de absorción y mayor tasa de secado son más resistentes a la invasión por *A. flavus* (Ketring *et al.*, 1976).

La influencia química sobre el crecimiento de *Aspergillus* spp y la producción de aflatoxina, puede ser debida a compuestos presentes en el tegumento. Las variedades de tegumento blanco son más susceptibles a la invasión por *A. flavus* (Sanders y Mixon, 1978) y *A. parasiticus* (Singh *et al.*, 1992) y tienen menor contenido de taninos; que en alta proporción inhiben el crecimiento de este hongo (Sanders y Mixon, 1978) y la producción de aflatoxina (Pettit *et al.*, 1989). La presencia y composición de proteínas en el tegumento pueden influenciar la resistencia (Amaya-F *et al.*, 1980). También, el mayor contenido de calcio en el tegumento disminuye el crecimiento del hongo (Pitt *et al.*, 1991) cuando este nutriente influencia el espesor del mismo (Fernandez *et al.*, 1997).

En condiciones naturales la planta produce fitoalexinas, que inhiben la germinación de las esporas y el crecimiento de las hifas, principalmente en frutos y semillas inmaduros (Cole y Dorner, 1991). También existen otros caracteres asociados a la resistencia o disminución de la contaminación; como la resistencia a sequía, que tiene una relación negativa con ella y se han detectado genotipos con tales características (Holbrook, 2006).

Los cultivares difieren en su respuesta a la colonización por *Aspergillus* spp y la formación de aflatoxinas. Las variedades más resistentes, retardan la colonización que ocurre después de la formación de los granos (Waliyar, 1986). Entre los cultivares utilizados en Argentina, Florunner está citado en varios estudios por presentar cierto grado de resistencia (Mixon y Rogers, 1973; Ketring *et al.*, 1976; Pettit *et al.,* 1989).

Temperatura

La temperatura del suelo en la zona de desarrollo de los frutos es muy importante para la invasión de *A. flavus y A. parasiticus* y la subsecuente contaminación con aflatoxinas (Cole *et al*., 1982). La temperatura óptima para el crecimiento de estos hongos varía entre 25 y 34ºC (Hill *et al*., 1985); mientras que para la producción de aflatoxina el rango es más estrecho. Se han registrado valores entre 26-31ºC (Hill *et al*., 1985) y entre 25-27ºC al finalizar el ciclo (Blankeship *et al*., 1984). El pico de infección y de contaminación se alcanza aproximadamente con 30ºC (Hill *et al.,* 1985).

La contaminación también es favorecida por el estrés hídrico, que modifica la temperatura del suelo. En esta condición la planta reduce el volumen del canopeo permitiendo un mayor pasaje de radiación hacia el suelo, lo que aumenta su temperatura y, consecuentemente, la de los frutos (Sanders *et al*., 1984). En cambio, bajo condiciones de riego el suelo está más frío. Aunque las diferencias de temperatura en la zona de los frutos entre un suelo con estrés hídrico (alta temperatura) y otro regado (frío), no son muy grandes, alcanzan para favorecer el desarrollo del hongo y la contaminación con aflatoxina (Cole *et al*., 1982), en la primera de estas situaciones.

Humedad

La incidencia y contaminación es favorecida en maní cuando ocurren déficits hídricos progresivos en el ciclo del cultivo, principalmente durante el desarrollo de estas limitaciones, porque el estrés produce fisuras en el pericarpio y los cotiledones, con la consecuente salida del contenido celular que favorece la colonización (Young y Shadel, 1993), y se reduce la producción de fitoalexinas (Cole y Corner, 1991). Se puede registrar mayor infección y contaminación cuando los déficits hídricos se producen durante el llenado de granos con temperaturas próximas al óptimo para el desarrollo de *A. flavus* (Craufurd *et al.,* 2006).

Los suelos arenosos que tienen menor capacidad de almacenamiento de agua, son más susceptibles al estrés hídrico y, consecuentemente, más favorables al desarrollo de estos hongos (Graham, 1982). Cortos períodos de estrés hídrico en suelos con alto nivel de inóculo, son suficientes para una invasión rápida de *A. flavus* (Pettit *et al*., 1989).

Insectos

En el campo, insectos como *Elasmopalpus lignoserus* producen perforaciones en los frutos y granos durante el estrés hídrico, lo que favorece la contaminación (Blankenship *et al*., 1984). Estos daños permiten la infección, pues el micelio y las esporas se encuentran en la superficie de los mismos y, además, ambos organismos (*A. flavus* y *E. lignoserus*) tienen los mismos requerimientos ambientales (Diener *et al*., 1982).

Patógenos

En la rizosfera del maní, las especies predominantes son de los géneros *Aspergillus, Fusarium, Curvularia, Penicillum* (Waliyar, 1986), *Alternaria, Rhizopus, Streptomice, Cephalosporium, Mucor, Pullularia* y *Scopolariopsis* (Zambettakis, 1975) y su abundancia varía durante el ciclo del cultivo (Waliyar, 1986). Según Zambettakis (1975) estas especies son muy competitivas, y no hay acción antibiótica entre ellos y *Aspergillus*.

Estudios recientes han demostrado que la técnica de control biológico desarrollada a partir de la aplicación de cepas no toxigénicas, que compiten con las cepas toxigénicas por los sitios de infección, reducen significativamente la concentración de aflatoxina 84%, en promedio del maní en el campo y 98% en maní descascarado de las categorías comestibles (Dorner, 2008).

Nutrientes

Los genotipos con mayor contenido de Ca en el tegumento presentan mayor resistencia a la invasión de *A. flavus* (Pettit *et al.*, 1989). La deficiencia de este nutriente reduce el espesor del tegumento -barrera física- y la concentración de este nutriente en el mismo -barrera química-; al disminuir la protección natural de la semilla se favorece el crecimiento de este hongo y la producción de aflatoxina (Fernandez *et al.*, 1997). De igual modo, cuando otros nutrientes (P, S y K) se encuentran en alta proporción, disminuye la resistencia de la semilla a la invasión de estos hongos (Pettit *et al.*, 1989).

Poscosecha

Los factores más importantes para el crecimiento de *A. flavus* y la producción de aflatoxina es la humedad del sustrato (semillas, frutos), la humedad relativa del aire (HR) y la temperatura (Diener *et al.*, 1987).

Humedad del sustrato

En el maní, *Aspergillus* spp. puede crecer cuando la semilla tiene entre 11 y 35% de humedad; pero la producción de aflatoxina se realiza con valores entre 14-24% (Diener *et al.*, 1987).

Condiciones ambientales

Cuando la temperatura del aire es de 30ºC y la HR alcanza los 86,3% se crean las condiciones óptimas para el crecimiento de *A. flavus* (Han Elamin, 1988) y la producción de aflatoxina. Por ende, no hay contaminación cuando la HR es de 83%, pues las semillas alcanzan una humedad de equilibrio entre 10,5-11,0% (Diener y Davis, 1967).

Las lluvias durante el curado pueden influenciar el desarrollo de estos hongos y la contaminación, pero su efecto depende del momento de ocurrencia de las mismas. Al inicio del curado no se producen daños (Troeger *et al.*, 1969), posteriormente se retarda la pérdida de agua e incrementa el daño causado por este hongo (Mehan *et al.*, 1983), porque la contaminación se favorece cuando las semillas tienen entre 14 y 24% de humedad (Bampton, 1963).

Secado

La resistencia a la invasión de los hongos puede ser modificada por el curado y el secado artificial del maní (Mehan *et al.*, 1983; Pettit *et al.,* 1989).

El aumento del tiempo de secado en el campo favorece la colonización por *A. flavus* (Jackson, 1967; Mehan *et al.*, 1983) y la contaminación con aflatoxina (Jackson, 1967); principalmente, en condiciones de alta HR y/o lluvias que disminuyen la tasa de secado de las semillas; aunque también es influenciada por el estado nutricional del cultivo, principalmente de Ca, que actúa sobre la protección natural de la semilla (Fernandez *et al.*, 1997). El elevado contenido de humedad inicial y la baja tasa de secado favorecen el desarrollo de toxinas (Waliyar *et al.*, 2015).

El secado artificial puede afectar la estructura del tegumento (Fernandez *et al.*, 1997), dependiendo del genotipo (Glueck *et al.*, 1977). Estas modificaciones favorecen la penetración de las hifas de los hongos (Mixon y Rogers, 1973; Zambettakis y Bockelee-Morva, 1976). Además, la resistencia natural del grano es reducida por el secado rápido que causa el desprendimiento del tegumento en todos los cultivares (Woordward, 1973).

Semillas

En general las semillas descascaradas de menor tamaño e inmaduras, tienen altos niveles de aflatoxinas (Dorner, 2008).

Almacenamiento

En el almacenamiento, los insectos aumentan la temperatura y la humedad, así como también los daños producidos por ellos favorecen el crecimiento de hongos, entre ellos *Aspergillus* spp, y la contaminación con las toxinas producidas por estos patógenos.

El contenido de aflatoxina depende de las condiciones de almacenaje y la duración del mismo. La alta humedad favorece el crecimiento de *A. flavus* y la producción de toxinas; en cambio, condiciones de anaerobiosis tienen un efecto inverso. Cuando estos hongos tienen condiciones que favorecen su desarrollo en el maní almacenado, reducen la calidad del producto (Saleemullah *et al.*, 2006).

Prevención de la contaminación

Precosecha

- Secuencia de cultivos no susceptibles (avena, centeno, melón, papa dulce).
- Variedades resistentes, principalmente la tolerancia/resistencia a déficit hídricos.
- Equilibrio entre los nutrientes del suelo.
- Control biológico con cepas no aflatoxinogénicas.
- Control de insectos, aunque con baja humedad tienen poca eficiencia.
- Riego para prevenir estrés hídrico y de temperatura.

Cosecha:

- Condiciones óptimas para el arrancado.
- Disminuir el tiempo de secado en el campo.

Poscosecha:

- Evitar mezclas con material contaminado.
- Prevenir rehidratación por condensación o goteras y rehumedecimiento del piso.
- Ventilación adecuada.

- Evitar infestación con insectos que pueden causar focos de calor, aumento de humedad y daños en los granos.

Reducción de la contaminación con aflatoxina

Tratamientos químicos

Tratamientos con productos que contengan NH_4OH y H_2O_2 al 1% en base a la materia seca (Gontijo *et al.*, 1988).

Reducción con calentamiento en el tostado del maní. En este proceso se puede reducir entre el 42-82% de la aflatoxina, porque es muy estable por debajo de 100ºC, pero soporta 268ºC (Keenan y Savage, 1995).

Tratamiento con amonio, formaldehído o hipoclorito de sodio para la alimentación animal (Cole *et al.*, 1995).

Adición al alimento para animales de elementos secuestrantes; por ejemplo, bentonita sódica (Cole *et al.*, 1995).

Tratamiento físico

En el maní, el material contaminado no tiene una distribución homogénea. Los lotes de alto riesgo son los que tienen granos inmaduros, pequeños, arrugados y/o con daño; generalmente están asociados a granos livianos y menos densos que pueden ser separados mediante mesas de gravedad, por tamaño o selección electrónica por color. También con el blanching se reduce el contenido de aflatoxina por remoción del tegumento (Cole *et al.*, 1995; Keenan y Savage, 1995; Wilson, 1995; Dorner, 2008).

El calentamiento de las muestras de maní con temperaturas de 150 °C (que llega casi a la cocción) puede reducir hasta un 80% la concentración inicial de AFB_1 174 ng g^{-1} (Arzandeh y Jinap, 2011).

Control biológico

Ha sido desarrollada una técnica de control biológico para prevenir la contaminación de maní con aflatoxina y CPA. El control está basado en la exclusión competitiva con una cepa no aflatoxinogénica de *A. flavus* en el suelo donde se desarrolla maní, y es efectiva para la contaminación con aflatoxina en pre y poscosecha (Dorner, 2008).

Educación de la población

El conocimiento de los efectos de las toxinas, especialmente aflatoxina, sobre la salud de las personas y de los animales puede traducirse en mejoras de la calidad de vida de la población. El desconocimiento de las condiciones que favorecen el desarrollo de las toxinas puede conducir a la producción y/o consumo de productos - granos con niveles de contaminación que afectan la salud. Se ha detectado, en otros países, que es necesario conocer las metodologías de manejo poscosecha que conducen a la concentración de toxinas en un lote (Matumba *et al.*, 2015), como así también prácticas de manejo –como secado, manipuleo y almacenamiento- (Waliyar *et al.*, 2015) y estrategias que impidan la formación los que intervienen en la cadena de valor del maní.

Bibliografía citada

Ahmed, E.M. y C.T. Young.1982. Composition, quality, and flavour of peanut. En: Pattee, H.E. y C.T. Young. *Peanut Science and Technology*.APRES. Yoakum-TX, EE.UU. Cap. 17. p: 655-689.

Ackermann, B. 2014. Outlook del Cluster Manisero Argentino. En: fundacionmani.org.ar/descargas/El-sector-manisero.pdf. Consultado: 06/05/14.

Amaya-F, J.; C.T. Young; A.J. Norden y A.C. Mixon. 1980. Chemical screening for A*spergillus flavus* resistance in peanuts. *Oléagineux*, 35(5): 255-259.

Arzandeh, S. y S. Jinap. 2011. Effect of initial aflatoxin concentration, heating time and roasting temperature on aflatoxin reduction in contaminated peanuts and process optimisation using response surface modeling. *International Journal of Food Science and Technology*, 46 (3): 485-491.

Atayde, D.D.; T.A. Reis; I.J. Godoy; P. Zorzete; G.M. Reis y B. Corrêa. 2012. Mycobiota and aflatoxins in a peanut variety grown in different regions in the state of São Paulo, Brazil. *Crop Protection*, 33: 7-12.

Baker IV, G.L. 2002. *Flavor formation and snsory perception of selected peanut genotypes (Arachis hypogaea L.) as affected by storage water activity, roasting, and planting date*. Tesis PhD. Universidad de Florida. 142 p.

Bampton, S.S. 1963. Growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in groundnuts.*Trop. Sci.* 5: 73-81.

Barros, G.; A. Torres y S. Chulze. 2001. Caracterización morfológica y perfil toxigñenico de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus parasiticus* aislados de suelo de tres áreas de la región manisera. *XVI Jornada Nacional de Maní*. Gral.Cabrera - Cba. Actas, p: 41-42.

Blankenship, P.D.; R.J. Cole; T.H. Sanders y R.A. Hill. 1984. Effect of geocarpophere temperature on pres-harvest colonization of drought-stressed peanuts by *Aspergillus flavus* and subsequent aflatoxin contamination. *Mycopathologia*. 85: 69-74.

Blengino, C. 2014. Análisis Foda de las exportaciones de maní. En: www.alimentosargentinos.gov.ar/ contenido/sectores/foda/FODA_MANI.pdf. Consultado: 06/05/14.

Caliccio, J.P. 2013. Efecto de condiciones hídricas contrastantes (riego y secano) sobre la eficiencia de uso del agua, crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de maní. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC.

Cassini, C.; M.J. Martinez; J. Dardanelli; M. Balzarini; C. Borgogno; M. Nasseta; C. Silva y D. Avalis. 2002. Características del maní argentino. *IDIA XXI*, 3: 168-171.

Cerioni, G.A. 2003. Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní *(Arachis hypogaea L.),* su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis MSc. FAV - UNRC. Río Cuarto - Cba. 95 p.

Chulze, S. 2005. Aflatoxinas en maní. En: March, G.J. y A.D. Marinelli. *Enfermedades del maní en Argentina*. Biglia Impresores. Cap. 5. p: 97-102.

Código Alimentario Argentino. 2006. De los productos alimenticios. Cap III. 28 p.

Coker, R.D. Aflatoxin: past, present and future. 1979. *Tropical Sci*., 21(3): 143-162.

Cole, R.J. y J.W. Dorner. 1991. Peanut phytoalexins. En: Sharma, R.P. y D.K. Salunkhe. *Mycotoxins and Phytoalexins*.Florida: CRC Press. Cap.21. p: 501-509.

Cole, R.J.; J.W. Dorner y C.C. Holbrook. 1995. Advances in mycotoxin elimination and resistance. En: Patte, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*. Cap. 13. p: 456-476.

Cole, R.J.; R.A. Hill; P.D. Blankenship; T.H. Sanders y K.H.Garren. 1982. Influence of irrigation and drought stress on invasion by *Aspergillus flavus* of corn kernels and peanuts pods. En: Society for Industrial Microbiology. *Development in industrial microbioloy*.v.23. Cap.18.p: 229-236.

Conkerton, E.J.; L.F. Ross; D.J. Daigle; C.S. Kvien y D.S McCombs. 1989. The effect of drought stress on peanut seed composition. II. Oil, protein and minerals. *Oléagineaux*, 44(12): 593-602.

Cotty, P.J.; P. Bayman; D.S. Egel y K.S. Elias. 1994. Agriculture, aflatoxin and *Aspergillus*. En: POWELL, K.A. et al (Ed.). *The Genus Aspergillus*. New York: Plenum Press (Fems Symposium, 69). p: 1-27.

Craufurd, P.Q.; P.V.V. Prasad; F. Waliyar y A. Taheri. 2006. Drought, pod yield, pre-harvest *Aspergillus* infection and aflatoxin contamination on peanut in Niger. *Field Crop Res.,* 98(1): 20-29.

Diener, U.L. y N.D. Davis. 1967. Limiting temperature and relative humidity for growth and production of aflatoxin and free fatty acids by *Aspergillus flavus* in sterile peanuts. *J. Amer. Oil Chem. Soc*., 44: 259-263.

Diener, U.L.; R.E. Pettit y R.J. Cole. 1982. Aflatoxin and other mycotoxins in peanut. En: Patte, H.E. y C.T. Young

(Ed.). *Peanut: Science and Technology*. Yoakum: APRES. Cap.13. p: 486-519.

Diener, U.L.; R.J. Cole; T.H. Sanders; G.A. Payne; L.S. Lee y M.A. Klich. 1987. Epidemiology of aflatoxin formation by *Aspergillus flavus*. *Annu. Rev. Phytopathol.,* 25: 249-270.

Dorner, J.W. 2008.Management and prevention of mycotoxins in peanuts.*Food Additives and Contaminants,* 25(2): 203–208.

Driss, F. 1990. Rôle des lipides dans l'alimentation: le cas de l'huile de palme. *Oléagineux*, 45(8-9): 379-385.

Dwivedi, S.L.; S.N. Nigam; R. Jambunathan; K.L. Sahrwat; G.V.S. Nagabhushanam y K. Raghunath. 1993. Effect of genotypes and environments on oil content and oil quality parameters and their correlation in peanut (*Arachis hypogaea* L). *Peanut Sci*.,20: 84-89.

FAO. 2014. Reglamentos a nivel mundial para las micotoxinas en alimentos y en las raciones en el año 2003. En: www.fao.org/docrep/007/y5499s/y5499s00.htm. Consultado: 06/05/14.

Fernandez, E.; E. Bonadeo, I. Moreno; E. Hampp y R. Marzari.1998. Niveles de Ca y K de un Haplustol típico relacionados a la producción de maní. *13º Jornada Nacional del Maní*. Gral. Cabrera - Cba. 24/09/98. p: 18-19.

Fernandez, E.M.; G.A. Cerioni; O. Giayetto; C. Silva; E. Bonadeo e I. Moreno. 2001. Calcium and drought stress on seed quality: Germination and fatty acid. *New Milenium International Groundnut Workshop*. Quindao – China, 04-07/09/01, p. 101.

Fernandez, E.; Giayetto, O.; Cerioni, G.; Gastaldi, S.; Bessone, A.; Girardi, V.; Morla, F.; Kearney, M.; Rosso; M. 2012. Granometría de maní en diferentes genotipos y ambientes. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales* (INTA), 1(3): 271-280.

Fernandez, E.M. y C.A. Rosolem. 1998. Ácidos graxos e proteína em grãos de amendoim em função da calagem e do método de secagem. *Bragantia*, 57(1): 35-39.

Fernandez, E.M.; C.A., Rosolem; A.C. Maringoni y D.M.T. Oliveira. 1997. Fungus incidence on peanut grains as affected by drying method and Ca nutrition. *Field Crops Res.*, 52: 9-15.

Gastaldi, S. J. 2008. *Rendimiento de genotipos de maní en Del Campillo*. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC.65p.

Gimeno, A. 2006. La Legislación de la Unión Europea y tolerancias para algunas micotoxinas en la alimentación. En: www.engormix.com/la legislaciónunión europea s artículos 524 MYC. htm. Consultado: 04/05/06.

Girardi, V. 2009. *Rendimiento y calidad comercial de cultivares de maní, en la región de Río Cuarto, Córdoba*. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 34p.

Glueck, J.A., L.E. Clark y O.D. Smith. 1977. Testa comparisons of four peanut cultivars. *Crop Sci*., 17: 777-782.

Gontijo, M.J.M.; C.D. Teixeira y J.C. Gomes. 1995. Detoxification processes for aflatoxin-contaminated maize. *Canadian Agric. Bureau*., Abst. 6.

Graham, J. 1982. The occurrence of aflatoxin in peanuts in relation to soil type and pod splitting.*Food Technol. Aust*., 34(5): 208-212.

Grosso, N.R. y C.A. Guzmán. 1995. Chemical characteristics of Argentinean groundnut cultivars. *International Arachis Newsletter*, 15: 17-18.

Grosso, N.R.; A. Lamarque; D.M. Maestri; J.A. Zygadlo y C.A. Guzmán. 1994a. Fatty acid variation of runner peanut (*Arachis hypogaea* L.) among geographic locaties from Córdoba (Argentina). *JOACS*,71(5): 541-542.

Grosso, N.R.; A. Lamarque; J.A. Zygadlo; D.M. Maestri; C.A. Guzmán y E. Giandana. 1994b. Importancia de la relación oleico/linoleico en la calidad química del aceite de maní. *2das Jornadas Argentinas de Química Fina*. Mendoza. 01-03/07/94. Libro de Resúmenes s/p.

Hag Elamin, N.H.; A.M. Abdel-Rahim y A.E. Khalid. 1988. Aflatoxin contamination of groundnuts in Sudan. *Mycopathologia*, 104: 25-31.

Hill, R.A., D.M. Wilson, W.W. McMilliam, N.W. Widstrom, R.J. Cole, T.H. Sanders y P.D. Blankenship. 1985. Ecology of the *Aspergillus flavus* group and aflatoxin formation in maize and groundnut. En: Lacey, J.(Ed.). *Trichthenece and other mycotoxins*. New York: John Wiley & Sons. Cap.8. p: 79-95.

Holbrook, C.C. 2006. Recent advances in germplasm and progress on the development of peanut with drought tolerance and reduced aflatoxin contamination. *Vº Encuentro Internacional de especialistas en Arachis*. Río Cuarto, 04-07/04/06. s/p.

Holman, R.T.; S.B. Johnson y T.F. Hatch. 1993. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. *Amer. J. Clin. Nutr.*, 36: 617-623.

Horn, B.W.; J.W. Dorner; R.L. Greene; P.D. Blankenship y R.J. Cole. 1994. Effect of *Aspergillus parasiticus* soil inoculation on invasion of peanut seeds. *Mycopathologia*, 125: 179-191.

Jackson, C.R. 1967. Some effects of harvesting methods and drying conditions on development of aflatoxins in peanut. *Phytopathology*, 57: 1270-1271.

Keenan, J.I. y G.P. Savage. 1995. Mycotoxin in groundnt, with special reference to aflatoxin. En: Smart, J. *The groundnut crop. A scientific basis for improvement*. Cap.13. p: 509-551.

Ketring, D.L.; C.R. Benedict y M. Yeager. 1976. Growing season and location effects on water uptake and drying rates of peanut seeds from genotypes resistant and susceptible to invasion by *Aspergillus flavus* Lk ex Fr. *Agron. J.*,68: 661-665.

Knauf, D.A.; K.M. Moore y D.W. Gorbert. 1993. Further studies on inheritance of fatty acid composition in peanut. *Peanut Sci.*, 20: 70-76.

Knauf, D.A. y P. Ozias-Akins. 1995. Recent methodologies for germplasm enhancement and breeding. En: Pattee, H.E. y C.T. Young. *Peanut Science and Technology.*APRES.Stillwater – OK, EE.UU. Cap. 3. p: 54-94.

Kumar, G.D.S. y M.N. Popat. 2010. Farmers' perceptions, knowledge and management of aflatoxins in groundnuts (*Arachis hypogaea* L.) in India. *Crop Protection*,29(12): 1534-1541.

Kvien, C.S.; W.D. Branch; M.E. Sumner y A.S. Csinos. 1988. Pod characteristics influencing calcium concentrations in the seed and hull of peanut. *Crop Sci.*, 28: 666-671.

Lansden JA y J.I. Davidson. 1983. Occurrence of cyclopiazonic acid in peanuts. *Applied and Environmental Microbiology*, 45:766–769.

Lisa, C.F. 2010. Rendimiento y calidad comercial de maní en función del agregado de calcio al suelo. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 21 p.

López, Y.; O.D. Smith; S.A. Senseman y W.L. Rooney. 2001. Genetic factors influencing height oleic acid content in Spanish market-type peanut cultivars. *Crop Sci*. 41: 51-56.

Matumba, L.; C. Van Poucke; M. Monjerezi; E. Njumbe Ediage y S. De Saeger. 2015. Concentrating aflatoxins on the domestic market through groundnut export: A focus on Malawian groundnut value and supply chain. *Food Control*, 51: 236 – 239.

Mehan, V.K.; D. McDonald y B. Lalitha. 1983. Effect of season, location and field - drying treatment on *in vitro* seed colonization of groundnut genotypes by *Aspergillus flavus*. *Oléagineux*, 38(10): 553-559.

Mercer, L.C.; J.C. Wyne y C.T. Young. 1990. Inheritance of fatty acid content in peanut oil. *Peanut Sci*., 17: 17-21.

Mixon, A.C. y K.M. Rogers. 1973. Peanut accessions resistant to seed infection by *Aspergillus flavus*. *Agron. J*., 65: 560-562.

Nepote, V.; M.G. Mestrallet; R. Accietto; R. Olmedo; M. Villaroel; L. Ryan; S. Conci y y N.R. Grosso. 2005. Evaluación sensorial de diferentes líneas alto oleico. *XX Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera – Cba, 22/09/05. Actas, p: 3-4.

Norden, A.J.; D.W. Gorbert; D.A. Knauf y C.T. Young. 1987. Variability in oil quality among peanut genotypes in Florida breeding program. *Peanut Sci.*, 14: 7-11.

Ofuya, Z.M. y V. Akhidue. 2005. The Role of Pulses in Human Nutrition: A Review. *J. Appl. Sci. Environ. Manag.*, 9(3): 99-104.

O'Keefe, S. F.; V. A. Wiley y D.A. Knauf. 1993. Comparison of oxidative stability of high and normal-oleic peanut oils. *J. Amer. Oil Chemis. Soc*.,50(5): 489-492.

Pattee, H.E.; E.B. Johns; J.A. Singleton y T.H. Sanders. 1974. Carbon-14 distribution in peanut fruit parts during maturation following ^{14}CO treatment of intact plant. *Peanut Sci.*, 1: 63-67.

Pettit, R.E.; H.A. Asiesen; R.A. Taber; J.B. Szerszen y O.D. Smith. 1989. Screning groundnut cultivars for resistance to *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* and aflatoxin contamination. En: Aflatoxin Contamination of Groundnut. International Workshop, 1987, Patancheru.*Procceding*. Patancheru: ICRISAT. p. 209-303.

Pildain, M.B., J.C. Frisvad; G. Vaamonde; D. Cabral; J. Varga y R.A. Samson. 2008. Two novel aflatoxin-producing *Aspergillus* species from Argentinean peanuts. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 58: 725-735.

Pildain, M.B.; G. Vaamonde y D. Cabral. 2004. Analysis of population structure of *Aspergillus flavus* from peanut based on vegetative compatibility, geographic origin, mycotoxin and sclerotia production. *International J. Food Microbiol.*, 93: 31-40.

Pitt, J.I.; S.K. Dyer y S. McCammon. 1991. Systemic invasion of developing peanut plants by *Aspergillus flavus*. *Lett. Appl. Microbiol.*, 13: 16-20.

Pitt, J.L. 1989. Toxigenic Aspergillus and Penicillum species.Department of Agriculture, Bangkok, Tailandia. En:www.micotoxinas.com.br/boletim25.htm. Consultado: 23/04/15.

Pramparo, M.; M. Martinello; P. Martino; M. Mattea; M. Ibáñez y E. Fernandez. 2001. Composición de ácidos grasos en genotipos de maní. *Conferencia Lipidex SudAmérica* 2001. 19-21/03/01. Buenos Aires. Libro de Resúmenes. p.31.

Renaud, S.; M. De Lorgeril; J. Delaye; J. Guidollet; F. Jacquard; N. Mamelle; J.L. Marti; I. Manjaud; P. Salen y O. Toubol. 1995. Cretan Mediterranean diet for prevention of coronary heart diseases. *Am. J. Clin. Nutr.*, 61: 1360s-1367s.

Rodríguez, G.P. Funciones de la vitamina E en la nutrición humana. 1997. *Rev. Cubana Aliment. Nutr.*, 11(1): 46-57.

Ross, L.F. y C.S. Kvien. 1989. The effect of drought stress on peanut seed composition. I. Soluble carbohydrates, tartaric acid and phenolics. *Oléagineux*, 44(6): 295-301.

Saleemullah, A.I.; I.A. Kjalil y H. Shah. 2006. Aflatoxin content of stored and artificially inoculated cereals and nuts. *Food Chemistry*, 98: 699-703.

Sanders, T.H.; P.D. Blankenship; R.J. Cole y R.A. Hill. 1984. Effect of soil temperature and drought on peanut pod and stem temperature relative to *Aspergillus flavus* invasion and aflatoxina contamination. *Mycopathologia*, 83: 51-54.

Sanders, T.H. y A.C. Mixon. 1978. Effect of peanut tanins on percent seed colonization and *in vitro* growth by *Aspergillus parasiticus*. *Mycopathologia,* 66(3): 169-173.

Sanders, T.H.; H.E. Pattee; J.R. Vercellotti y K.L. Bett. 1995. Advances inpeanut flavour quality. En: Pattee, H.E. y H.T. Stalker. *Advances in peanut science*.APRES. Cap. 16. p: 528-553.

Scudamore, K.A. 1994. *Aspergillus* toxins in food and animal feedinstuffs. En: Powell, K.A. *et al.* (Ed.). *The Genus Aspergillus.*New York: Plenum Press, (Fems Symposium, 69). p: 59-71.

SENASA. 2006. Norma de Calidad para la Comercialización de Maní. Resolución SAGPyA Nº 12/99. http://www.senasa.gov.ar/marcolegal/Res_RE/re_12_99.htm. Consultado: 27/05/06.

SENASA. 2014. Resolución conjunta N° 66/02 y 344/02. Código Alimentario y Mercosur. En: www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File4244-rc-0066_y_0344-02.pdf. Consultado: 06/05/14.

Silva, M.; M.J. Martinez; M. Turco; C. Cassini; C. Ferrayoly y N.R. Grosso. 2005. Contendido de tocoferoles y sabor a maní tostado durante el almacenamiento en granos de maní confitería. *XX Jornada Nacional de Maní*. Gral Cabrera - Cba., 22/09/05. Actas, p: 20-22.

Singh, A.K.; V.K. Mehan; M.H. Mengesha y R. Jambunathan.1992. Imbibitions rates, leachates and fungal colonization of seeds of selected groundnut germplasm lines with different seed test colours. *Oléagineux,* 47(10): 579-582.

Stalker, H.T.; C.T. Young y T.M. Jones.1989. A survey of fatty acids of peanut species. *Oléagineux,*44(8-9): 419-424.

Troeger, J.M.; E.J. Williams y C.E. Holaday. 1969. Aflatoxin incidence in peanuts as affected by harvesting and curing procedures. *J. APREA*, 1(1): 62-67.

Turner, P.C.; A. Sylla; Y.Y. Gong; M.S. Diallo; E.E. Sutcliffe; A.J. Hall y C.P. Wild. 2005. Reduction in exposure to carcinogenic aflatoxins by postharvest intervention measures in west Africa: a community-based intervention study. *Lancet*., 365: 1950-1956.

Vaamonde, G.; A. Patriarca; V. Fernandez Pinto; R. Comercio y C. Degrossi. 2003. Variability of aflatoxin and cyclopiazone acid production by *Aspergillus* section *flavi* from different substrates in Argentina. *Inter. J. Food Microb.* 88: 79-84.

Valek, J.; M. Quiroga y C. Lüders. 2006. Estudio de la asociación entre la presencia de *Aspergillus* sección *flavi* y aflatoxinas en granos de maní, al inicio y final de cosecha, en la región manisera Del Campillo. *Vº Encuentro Internacional de especialistas en Arachis.* Río Cuarto, 04-07/04/06. s/p.

Vallejo López, M.J. 2014. Determinación de Aflatoxinas B1, B2, G1 y G2 presentes en harina de maíz del sector Tumbaco mediante el uso de columnas de inmunoafinidad (IAC) y cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC). En: repositorio.espe.edu.ec/bitstream /21000/5013/2/T-ESPE-033049-A.pdf. Consultado: 06/05/14.

Viola, P. y M. Audisio. 1987. *El aceite de oliva y la salud*. Consejo Oleícola Internacional. Madrid. 36 p.

Visio, E. 2008. Rendimiento y calidad comercial de genotipos de maní en respuesta a la aplicación de calcio al suelo. Trabajo Final de Grado. FAV – UNRC. 21 p.

Waliyar, F. 1986. Etude comparative de l'évolution de la mycoflora rhizosphérique de deux variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L) au Sénégal. II. Analyse de l'évolution qualitative de la mycoflore rhizosphérique. *Oléaginuex*, 41(4): 189-194.

Waliyar, F.; V.C. Umeh; A. Traore; M. Osiru; B.R. Ntare; B. Diarra; O. Kodio; K. Vijay Krishna Kumar y H. Sudini. 2015. Prevalence and distribution of aflatoxin contamination in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Mali, West Africa. *Crop Protection*, 70: 1-7.

Wilson, D.M. 1995. Management of mycotoxin in peanut. En: Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanut health management.*APS Press. Cap. 13. p: 87- 92.

Woodward, J.D. 1973. The relationship of milling quality to kernel tensile strength.*Proc. APREA.* 5: 169-174.

Worthington, R.E. y R.O. Hammons. 1977. Variability in fatty acid composition among *Arachis* genotypes: a potential source of product improvement. *J.Amer Oil Chemis. Soc.*, 54:105A-108A.

Young, C.T. y W.E. Shadel. 1993. Comparison of drought-induced and mechanically-induced physical damage of tissue on the other surface of resting peanut seed using light and scanning electron microscopy. *Oleagineux*, 48(1): 35-39.

Zambettakis, CH. 1975. Etude de la contamination de quelques variétés d'arachide par *Aspergillus flavus. Oléagineux*, 30(4): 161-167.

Zambettakis, CH. y Bockelle-Morvan. 1976. Recherches sur la structure du tégument séminal de la graine d'arachide et son influence sur la pénétration de l'*Aspergillus flavus*. *Oléagineux*, 31(5): 219-228.

ANEXOS - Capítulo 18

La Norma de Calidad para la Comercialización de Maní de la SAGPyA, en cada Anexo , establece los rubros, las bases de comercialización, las tolerancias de recibo y rebajas correspondientes, además la mecánica operativa para cada determinación y las mermas por secado.

De acuerdo con su presentación, el maní se clasificará en :

1. Maní en Caja (Cáscaras, Vainas) (Anexo a): Son los frutos de la especie "Arachis hypogaea L." con sus envolturas naturales que los contienen.

2. Maní Descascarado: Son los granos de la especie "Arachis hypogaea L." librados de la vaina, cáscara o caja que los contienen. El maní descascarado se clasifica en:

2.1. Maní para Industria de Selección (Anexo b): Es aquél que por sus características dará origen, previo proceso de selección, al maní confitería.

2.2. Maní para Industria Aceitera (Anexo c): Es aquél que se destina a la extracción de aceite y subproductos.

2.3. Maní Tipo Confitería (Anexo d): Es aquél que, por sus características de limpieza, sanidad y homogeneidad, adquiridas a través del proceso de selección, está en condiciones de consumo humano.

2.4. Maní Partido (Anexo e): Es aquél que, por sus características de limpieza y sanidad, adquiridas a través del proceso de selección, está en condiciones de consumo humano y se presenta partido en mitades de grano.

Anexo a: Norma de Comercialización de Maní en Caja

Rubros	Bases	Tolerancia de Recibo	Rebajas
Tierra	4,0%	10,0%	Para valores superiores a 4,0% y hasta el 8,0% se rebajará a razón del 2% por c/% o fracción proporcional. Para valores superiores al 8,0% y hasta el 10% se rebajará a razón de 3,0% por c/% o fracción proporcional.
Cuerpos Extraños	4,0%	10,0%	Para valores superiores a 4,0% y hasta el 7,0% se rebajará a razón del 1,5% por c/% o fracción proporcional. Para valores superiores al 7,0% y hasta el 10% se rebajará a razón de 2,5% por c/% o fracción proporcional.
Granos Sueltos	-	10,0%	

Anexo b: Norma de Comercialización de Maní Dscascarado para Industria de Selección

Rubros	Tolerancia de Recibo
a. Tierra	Máximo 2,0%
b. Cuerpos extraños	Máximo 2,5%
c. Granos pelados	Máximo 10,0%
d. Granos de otro color	Máximo 5,0%
e. Granos con daño tipo 1	Máximo 2,5%
f. Granos con daño tipo 2	Máximo 2,5%
g. Granos alterados en su presentación	Máximo 6,0%
h. Granos quebrados y/o partidos	Máximo 5,0%
i. Humedad	Máximo 9,0%
j. Insectos y arácnidos vivos	Libre
k. Olores comercialmente objetables	Libre
l. Revolcados	Libre

Color: de acuerdo al color de su tegumento el maní para industria de selección se clasificará en: colorado, rosado, rosado pálido.

Rendimiento de maní tipo confitería: Es la fracción de maní para industria de selección integrada por todos los granos enteros y sanos que no pasen a través de las siguientes zarandas o tamices:

Colorado y rosado pálido: Tajo: 6,25 mm (zaranda a convenir entre las partes).

Rosado: Tajo: 7,5 mm.

Las fracciones retenidas sobre cada zaranda se pesarán a fin de establecer el porcentaje de cada granometría, la cual se determinará, a su vez, en base al recuento de granos contenidos en una onza (28,35 g) sobre cada fracción.

Anexo c: Norma de Comercialización de Maní Descascarado para Industria Aceitera

Rubros	Bases	Tolerancia de Recibo	Bonificaciones	Rebajas
Contenido de Materia Grasa S.S.S. y L. (1)	44%	-	Para valores superiores a 44%, a razón de 1,5% por c/% o fracción proporcional	Para valores inferiores a 44%, a razón de 1,5% por c/% o fracción proporcional. (3)
Acidez de la Materia Grasa	1,5%	-	No corresponde	Para valores superiores a 1,5% y hasta 3,0% se rebajará a razón de 2,5% por c/% o fracción proporcional. Para valores superiores a 3,0% se rebajará a razón de 3,0% por c/% o fracción proporcional.
Tierra	0,5%	2,5%	No corresponde	Para valores superiores a 0,5% y hasta 2,5% se rebajará a razón de 2% por c/% o fracción proporcional. Para mercadería que exceda la tolerancia de recibo y hasta 5,0% se rebajará además a razón de 2,5% por c/% o fracción proporcional. Para valores superiores a 5,0% se rebajará además el 3,0% por c/% o fracción proporcional.
Cuerpos Extraños	0,5%	6,0%	No corresponde	Para valores superiores a 0,5% y hasta 6,0% se rebajará a razón de 1,0% por c/% o fracción proporcional.
Humedad	-	9%	No corresponde	(2)

Libre de insectos y arácnidos vivos

(1) Sobre sustancia seca y limpia.

(2) Cuando la mercadería exceda la tolerancia de recibo para humedad (9%) se descontarán los gastos convenidos de secado y la merma correspondiente de acuerdo a la tabla oficial vigente.

(3) Previo a la liquidación de materia grasa se descontarán los kilos de cuerpos extraños y tierra, sobre el resultante (maní limpio) se efectuará la bonificación o rebaja.

Arbitrajes: granos revolcados en tierra y otras causas de calidad inferior: descuentos sobre el precio de 0,5% - 1% - 1,5% y 2% según intensidad.

Anexo d: Norma para la Comercialización de Maní Tipo Confitería

Grado	**Máximas tolerancias para cada grado (%)**		
	Granos Dañados		**Cuerpos Extraños** (excluida la tierra)
	Tipo 1	Tipo 2	
1	1,5	0,5	0,1
2	2,0	1,0	0,2
3	2,5	2,0	0,3

Color: de acuerdo al color de su tegumento el maní para industria de selección se clasificará en: colorado, rosado, rosado pálido.

Especificaciones comunes para todos los grados:

1. Humedad: Máximo 9%.

2. Granos quebrados y/o partidos no revolcados: Máximo 4% (A partir del 1º de Octubre y hasta el 1º de Abril para rosado y rosado pálido, la tolerancia se amplía a 6%).

3. Insectos y arácnidos vivos: Libre

4. Granos de otro color: Máximo 1%.

5. Revolcado: Libre.

6. Granos alterados en su presentación: 5%.

7. Tierra: Máximo 0,1%.

Fuera de estándar: La mercadería que exceda las tolerancias del grado 3 o que exceda las especificaciones indicadas en el punto 2 de la Norma XIII y Anexo correspondiente, será considerada fuera de estándar. Asimismo, todo lote que presente olores comercialmente objetables, granos revolcados en tierra o que por cualquier otra causa sea de calidad inferior, también será considerado fuera de estándar.

Granometría: De acuerdo a su tamaño, el maní tipo confitería será clasificado en distintas categorías según su granaje, independientemente de lo estipulado en el punto 2. Las categorías mencionadas se identificarán en función del número de granos de maní enteros contenidos en 28,35 gramos de muestra y su determinación se efectuará conforme a la mecánica operativa que se describe en

el punto 7 de la Norma XIII y Anexo correspondiente. Dichos granajes deberán escalonarse como máximo de diez (10) en diez (10) unidades hasta el caso de ochenta (80) granos. Para valores superiores, las categorías se escalonarán como máximo, de veinte (20) en veinte (20) unidades.

Anexo e: Norma para la Comercialización de Maní Partido

Grado	**Granos Dañados**		**Cuerpos Extraños**	**Granos Enteros**	**Granos Quebrados**
	Tolerancias máximas para cada grado (%)				
	Tipo 1	**Tipo 2**	**Excluida tierra**		
1	1,5	0,5	0,1	6,0	4,0
2	2,0	1,0	0,2	8,0	5,0
3	2,5	2,0	0,3	10,0	6,0

Especificaciones comunes para todos los grados:

1. Humedad: Máximo 9,0%.

2. Revolcado: Libre.

3. Granos alterados en su presentación: Máximo 5,0%.

4. Insectos y/o arácnidos vivos: Libre.

5. Tierra: Máximo 0,1%.

Fuera de estándar:

La mercadería que exceda las tolerancias del Grado tres (3) o que exceda las especificaciones indicadas en el punto 1, será considerada fuera de estándar. Asimismo, todo lote que presente olores comercialmente objetables, o que por cualquier otra causa sea de calidad inferior, también será considerado fuera de estándar.

Capítulo 19. Calidad, tecnología y mercado de trabajo

Roberto R. Benencia y Elena M. Fernandez

Durante las últimas décadas, una nueva agricultura que busca superar el modelo productivista, responsable de la crisis social y ambiental en el campo, comenzó a instalarse como modelo orientado hacia el logro de *productos de calidad* en función de una demanda con crecientes exigencias y con costos de producción más bajos (Goodman y Watts, 1994). De esta manera, la actividad recobra cierta centralidad a partir de formas de regulación y diferenciación de la producción frente a la lógica de la masividad propia del *fordismo* agrícola, así como de nuevas funciones económicas y sociales que la misma pasa a desempeñar (Marsden, 1999).

En la realidad, las diversas acepciones de la calidad asocian, en grados diversos, las características físicas de los productos, su particularidad y distinción y su calidad externa. La calidad remite, por tanto, a dimensiones superpuestas que sintetizan valores socialmente compartidos entre determinados grupos de consumidores y a los cuales se adaptan los productos. Son, por lo tanto, los valores clave de la sociedad que se encuentran en juego en la cuestión de la calidad de los alimentos, la manera de relacionarse de los grupos sociales con la naturaleza y entre sí (Renard, 1999); aunque también, la calidad, puede convertirse en un nuevo eje ordenador de la organización social y productiva de un territorio y/o de un producto (Neiman, 2003).

Así, según este último autor, la emergencia de producciones estructuradas en torno a criterios de calidad implicó un cambio de las relaciones sociales, nuevas formas de articulación agroindustrial y mayor supervisión de la agroindustria sobre la producción primaria, cambios tecnológicos y cambios en la demanda laboral. Estos procesos implicaron la racionalización tanto de la organización productiva como de la laboral.

De esta manera, tal como afirman Arce y Marsden (1994) -citados por Renard (1999)-, la calidad es el factor alrededor del cual se coordinan los productores -agrícolas e industriales-, los distribuidores y los consumidores, y que deriva en la creación de nichos de mercado específicos.

En este capítulo, intentaremos mostrar cómo la introducción de este concepto y su puesta en práctica en relación con el maní en Córdoba llevaron a producir un cambio de importancia en el cultivo y el procesamiento en una microrregión; cambio de tal magnitud que le posibilitó a ésta posicionarse como la segunda y a veces la primera exportadora mundial del producto durante la corriente década, pero que al mismo tiempo implicó la emergencia de nuevos actores, fuertes desplazamientos de productores, transformaciones tecnológicas de importancia y consecuentes cambios en la demanda laboral.

La producción de maní en Argentina en el contexto internacional

Como hemos visto en capítulos previos, la producción de maní argentino se ha concentrado, históricamente, en la región Centro-Sur de Córdoba, alcanzando en ella prácticamente el 94% de la

producción nacional -lo que le otorga la característica de cultivo regional e inclusive ser considerada territorialmente un cluster[1] manisero-; el volumen producido representa aproximadamente un 3% del total de la producción mundial (SAGPyA, año 2000).[2]

Los principales países productores de maní son China, India y los Estados Unidos;[3] en ese contexto, la Argentina es un importante referente en el mercado externo, en términos de formador de precios, por los altos volúmenes exportables[4] y por la reconocida calidad comercial del producto. Ambos factores hacen de la Argentina uno de los principales competidores a nivel internacional.[5] Como resultado de este comercio mundial -de productos y derivados- ingresa al país una importante cantidad de divisas,[6] así como también su producción ejerce una gran influencia en el desarrollo de la microrregión donde se cultiva.

[1] Una serie de autores han trabajado este concepto, que con sus particularidades puede aplicarse a esta área productiva de Córdoba: al respecto, Becattini (1979) desarrolló el concepto de *distrito industrial***,** que supera las condiciones de proximidad geográfica y especialización, incorporando características como el predominio de pequeñas empresas, una estrecha colaboración entre ellas, competencia a través de la innovación, alto grado de confianza entre empleadores y trabajadores, prestación de servicios colectivos mediante un sistema de autoayuda y una administración pública que refuerza la capacidad innovadora local. Son estas características las que definen a un territorio con especialización en un proceso productivo y con redes de colaboración de pequeñas empresas como "clusters". La escuela italiana otorga especial importancia al concepto de territorio. Becattini (1979) afirma que éste no es tan sólo un marco de la economía, sino un recurso económico. En este sentido, "…la calidad del territorio es lo que permite a una tecnología cruzarse con una determinada cultura; a las empresas, encontrar un ambiente específico; al mercado, traducir la competencia en cooperación, y a la economía, movilizar a la sociedad y las intenciones de cada uno de sus miembros. Consecuentemente, el pensamiento económico que se priva de la dimensión territorial pierde el eslabón que posibilita estas conexiones…" (Larrea Aranguren, M. 2003). En el análisis de los distritos se articulan conceptos ligados al territorio, la cultura local y el sentido de pertenencia. "La contigüidad espacial entre empresas, actores e instituciones proporciona una rápida circulación de información y mercaderías, así como facilita una difusión del progreso técnico. El sistema de valores que surge de la cultura local es una base importante para el desarrollo de las empresas del distrito; una cultura basada en el éxito a través del esfuerzo y el trabajo, así como una organización social no polarizada son elementos a destacar en los casos exitosos de la Tercera Italia. Esto refuerza la importancia de las tradiciones históricas y culturales" (Ferraro, C., 1998).

[2] La producción de maní en el mundo sólo representa el 8.5% del total de la producción de oleaginosas y equivale a un 15% de la correspondiente a la soja. En un contexto de creciente producción de oleaginosas, es de destacar que mientras estos productos en conjunto lograron un importante incremento del 21%, el maní obtuvo un considerable aumento de su producción durante los años 90, pero de sólo el 6% en el último quinquenio, alcanzando las 33.1 millones de toneladas en el ciclo 2005-2006. También es de resaltar el hecho de que del total producido de maní en el mundo, sólo un 6% se comercializa internacionalmente -aproximadamente 2 millones de toneladas-, versus el 30% en el caso de la soja, detectando para esta especie una menor restricción al comercio con respecto al maní, lo cual indicaría que el grado de apertura que presenta el mercado de maní es bajo en relación con el resto de las oleaginosas (Agüero, 2006).

[3] Según estadísticas de la FAO, para el 2005, la producción de China fue de 14.638.500 Tn; la de la India, de 6.500.000 Tn; la de los EE.UU., de 2.112.700 Tn; en la misma fecha, la Argentina produjo 593.000 Tn, ocupando el noveno lugar.

[4] Apenas el 6% de la producción nacional se destina a abastecer el consumo doméstico.

[5] En la década anterior, China exportaba un promedio de 500.000 toneladas anuales de maní, Argentina, 250.000 toneladas, y los EE.UU., unas 200.000. Pero a partir de de 2006 hasta la fecha -según SENASA-, las exportaciones de maní comestible de argentina superaron las 400.000 toneladas anuales. En 2010, Argentina despachó 496.000 Tn, y en 2011, 529.000 Tn. Casi el 80% de las exportaciones argentinas se dirigen hacia los países de Europa (SAGPyA, 2007).

[6] La Argentina recibió por las exportaciones de maní confitería en promedio en los últimos cinco años aproximadamente 220 millones de dólares anuales (SAGPyA, 2007).

Durante las últimas décadas se dado un proceso de modificación de los patrones de consumo, en el que los consumidores tienden a reducir el empleo de productos enlatados y en conserva, incrementando el de productos frescos o frescos-congelados. Esto se debe, en primer lugar, a la percepción de la población de que los productos en su estado natural son más sanos, por lo cual los productos agrícolas disponibles en fresco y a precios accesibles son preferidos respecto a los productos enlatados (Hernández Trujillo, 2003).

Los consumidores quieren saber qué es lo que comen, de dónde proviene, cuáles son los ingredientes y estar seguros de la ausencia de elementos tóxicos o nocivos. La obligación de proveerles de protección y de proporcionar dicha información se traduce en el cumplimiento de protocolos estrictos y en procedimientos de etiquetaje complejos.

No obstante, es necesario incorporar otros elementos al fenómeno, en particular a este que estamos estudiando, para comprender la importancia de su aceptación y demanda. El maní confitería proveniente de Córdoba -que se exporta con un mínimo proceso de elaboración posterior a la cosecha, y que está destinado básicamente al consumo como ingrediente salado, a la fabricación de manteca, confituras, golosinas, etcétera- es un producto generado en forma extensiva, sustitutivo y de menor costo que las llamadas frutas secas (nueces, avellanas, almendras), y está dirigido a satisfacer una demanda creciente por parte de las clases medias emergentes de los países desarrollados o en desarrollo.

Al analizar dicho proceso, se observa que la gestión de la calidad del maní ha supuesto la reorganización de la cadena agroalimentaria y la adaptación de los actores, empezando por los productores, para responder a la demanda de calidad: esta adaptación, según Renard (1999), se refiere tanto al respeto a las normas, técnicas o no, que garanticen las características del producto o los umbrales de la calidad superior, y el respeto de los dispositivos de comercialización, aunque no totalmente, en este caso, de los acuerdos sobre el reparto de la renta.

Razones y consecuencias de los cambios en la producción de maní en la zona

Tal como se expresa en capítulos anteriores de este libro, la decisión de producir maní confitería se toma a fines de los ’70/inicios de los ’80 -con anterioridad, este cultivo estaba básicamente destinado a la producción de aceite comestible-, y se desarrolla y perfecciona en los `90, y el resultado de los cambios se manifiesta en su mayor intensidad a partir de los 2000, donde es posible apreciar el incremento de la exportación de maní y las variaciones en sus diferentes formas, según la información que se expone en cuadro 1.

Cuadro 1. *Exportación de maní, según formas. Período 2001-2006, en porcentajes*

Años	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	(%)					
Maní confitería	47,7	33,5	30,1	25,7	30,5	31,5
Maní procesado	22,2	26,5	36,4	48,3	43,3	44,2
Aceite	15,2	24,6	17,3	18,2	16,2	16,1
Otras formas	14,9	15,4	16,2	7,8	10,0	8,2
Total	100	100	100	100	100	100

Fuente: SAGPyA, 2007

Fuente: SAGPyA, 2007. Descripciones: Maní confitería: maní blancheado (sin tegumento). Maní procesado: maníes preparados o conservados de otro modo, incluso con adición de azúcar u otro edulcorante o alcohol, no expresados ni comprendidos en otra parte. Aceite: aceite de maní en bruto; los demás aceites de maní. Otras formas: maní con cáscara; maní industria; tortas y demás residuos sólidos de la extracción del aceite de maní, incluso molidos o en pellets.

De acuerdo con la información precedente, la exportación de maní hacia el 2006 ya estaba constituida básicamente por maní confitería y maní procesado. El maní confitería argentino y sus productos derivados son apreciados y demandados en los mercados más exigentes del mundo.

En la campaña 2009/10, sobre un total sembrado de 202.053 hectáreas, en la provincia de Córdoba se implantaron 173.687 hectáreas, siguiendo en importancia las provincias de La Pampa con 20.300 hectáreas, Salta con 5.840 hectáreas y San Luis con 1.500 hectáreas.

La producción en dicha campaña alcanzó las 611.040 toneladas de maní descascarado o sin caja, de los cuales 135.843 toneladas fueron insumo de la industria aceitera y el resto fue destinada a la industria procesadora de maní para consumo humano, que luego se exporta en su gran mayoría. El 35% del producto de la industria aceitera se exporta.

En 2010, se exportaron 267 mil toneladas como maní blancheado; 162 mil toneladas como maní confitería; 66 mil toneladas como aceite crudo; 58 mil toneladas como maní partido; 33 mil toneladas como pellets y expeller de maní; 11 mil toneladas como manteca de maní, y 8 mil toneladas como maní tostado.

En el año 2010 las divisas provenientes de las exportaciones totales del sector alcanzaron un total de 582 millones de dólares.

En tanto que en 2011, la Argentina exportó, aproximadamente, 607.000 Tn en manufacturas (maní *blancheado*, pasta y manteca de maní, aceites, harinas y pellets de maní) a más de 70 mercados, siendo los países de la Unión Europea y los Estados Unidos los más importantes (López, 2011).

La emergencia de las nuevas plantas selectoras

Para que esta transformación pudiera producirse fue necesario que a fines de los ’70 se llegara a la conclusión de que había que cambiar de variedad, optando por el cultivo de un maní de la calidad que por entonces requería el mercado internacional, como es el maní confitería, cuya semilla se importó desde EE.UU., dejando de lado el autóctono maní colorado. Este cambio fue motorizado, en el inicio, por las empresas más antiguas del sector, a las que les siguieron grupos de productores familiares que en la década del ’90 constituyeron sus propias plantas y decidieron apostar por el cambio, tal como puede apreciarse en el cuadro 2.

Cuadro 2. *Características de las principales industrias maniseras*

Departamento	Localidad	Denominación	Forma jurídica	Año de fundación
General San Martín	Pasco	Manisel	Soc. de hecho	1997
	Ticino	Lorenzati Ruetsch y Cia.	SA	s/d
	Villa María	INTEGRARI	SA	s/d
	Etruria	Agrotransporte	SA	1983
Juárez Celman	Gral. Deheza	Gastaldi Hnos.	SA	1931
		AGD	SA	1948
	Gral. Cabrera	Agroargentina-Indelma	SA	1992
		PRODEMAN	SA	1998
		Lorenzo Perlo y Cia.	SRL	1993
		CARISEL	SA	1994
		COTAGRO	Cooperativa	1944
	Alejandro Roca	GOLDEN Peanut	SA	1994
	La Carlota	MANISUR	SA	1992
	La Laguna	AGROMANI	SA	1997
Río Cuarto/ Juárez Celman	Carnerillo	ARG. DE GRAAF	SA	s/d
Río Segundo	Las Junturas	Maglione Hnos. y Cia.	SA	1933
Tercero Arriba	Dalmacio Vélez	Industrias Martín Cubero	SA	1991
	Hernando	Servicios Agropecuarios	SRL	s/d
	Las Perdices	Baselica Hnos.	SA	1977

Fuente: Elaborado por Busso et al. (2004) en base a encuestas.

El cuadro permite apreciar que durante la década del ’90 surge o se afianza un conjunto de empresas seleccionadoras o seleccionadoras y procesadoras nuevas en el área; por ejemplo, de las 15 empresas con fecha de fundación constatada que se registran en 2002, el 60% tiene origen en dicha década (Busso *et al*., 2004).

Muchas de ellas integran selección y/o procesamiento y cultivo, y en los años siguientes al inicio del fenómeno, se observa el incremento creciente de su participación en el número de hectáreas sembradas, que pasa de representar el 35% del total nacional en la campaña 2000/01, al 60% en la campaña 2002/03.[7]

Este avance constituyó un cambio de escala que repercutió sobre los productores más pequeños, que entre mediados de los ’80 e inicios del 2000 sufren un fuerte desplazamiento, tal como se puede apreciar en los párrafos que siguen.

Variaciones en las explotaciones maniseras

Entre 1988 y 2002, las explotaciones donde se produce maní en Córdoba se redujeron de 2797 a 999 (una caída del 64,4%), en tanto que la superficie de éstas varió muy poco, de 952.371 ha a 917.996 ha (un -3,0%), con lo cual el tamaño medio de estas explotaciones pasó en el período (14 años) de 340 ha a 918 ha (un incremento del 63,4%), que muestra un fuerte proceso de concentración en el área (Cuadro 3).

Cuadro 3. *Variaciones en las explotaciones maniseras entre 1988 y 2002*

Años	Explotaciones maniseras	Hectáreas Totales	TME donde se siembra maní (en ha)	Hectáreas sembradas con maní	TME con maní (en ha)
1988	2797	953.374	340	204.013	73
2002	999	917.996	918	221.658	222
Variación en %	**-64,4**	**-3,0**	**+63,4**	**+8,6**	**+204,1**

Fuente: Cálculos propios a partir de salidas especiales de los CNA 1988 y 2002. TME: tamaño medio de la explotación

Si el mismo análisis lo hacemos respecto a las hectáreas sembradas con maní en dichas explotaciones, observamos que éstas se incrementaron levemente: de 204.013 que había en 1988 a 221.658 en 2002 (un incremento del 8,6%). Se produce entonces un incremento significativo del tamaño medio de las explotaciones sembradas con maní, que pasa de 73 ha a 222, lo que muestra la importante caída de las explotaciones pequeñas (menores a las 200 ha), y la concentración en aquellas mayores a las 200 hectáreas.

[7] Aunque según consultas realizadas a informantes calificados (Cámara del Maní, profesionales y productores de la región), la participación de las empresas seleccionadoras en dicha campaña -sea bajo la modalidad de asociación contractual productiva (agricultura por contrato) o de integración vertical en superficie propia o arrendada- es de alrededor del 75% del área sembrada total (Busso *et al*., 2004).

Si se analizan los datos del CNA 2002 referidos a las explotaciones maniseras, puede apreciarse cómo se produjo este traspaso de tierras entre unos y otros productores; por ejemplo, la forma de producción mixta (generalmente propiedad-arrendamiento) representa un 55% del total de las explotaciones maniseras, y si a ello se le suma la forma de tenencia arrendamiento más aparcería se llega al 68,8% del total de explotaciones (Cuadro 4) (Benencia, 2006).

Si el análisis lo realizamos relacionando tipo jurídico con tipo de tenencia en la provincia, puede apreciarse (Cuadro 4) la importancia que adquiere la forma de tenencia Mixta (p.ej. Propiedad/ Arrendamiento, etcétera) tanto en el caso de Persona física como en el caso de Sociedad de hecho, y, por otro, la casi total coincidencia de la figura jurídica Sociedad accidental con el Arrendamiento y aparcería, articulaciones que estarían mostrando la toma de tierras bajo estas figuras para la producción de maní. También representa un valor a ser tenido en cuenta la relación Sociedad anónima y Propiedad (40.9%), que implicaría la existencia de tierras en propiedad por parte de las empresas para la misma producción.

Cuadro 4. *Explotaciones del área manisera, según tipo jurídico y tipo de tenencia, en la provincia de Córdoba. En números relativos*

Tipo Tenencia/ Tipo Jurídico	Propiedad y sucesión indivisa	Arrendamiento y aparcería	Tenencia accidental	Otra forma	Mixta	Total
Persona física	28,4	14,5	2,5	0,2	54,4	100
Soc./hecho	24,8	10,5	3,4	-	61,2	100
Soc./Accidental	--	78,5	14,3	-	7,1	100
Soc./SRL	25,0	12,5	12,5	-	50,0	100
Soc./Anónima	40,9	11,4	9,1	-	38,6	100
Soc./e/comandita Cooperativa/Ente público nacional/ Otros	37,5	-	25,0	-	37,5	100

Fuente: Salidas especiales del INDEC. Censo Nacional Agropecuario 2002. Cálculos propios.

El corrimiento del área manisera hacia el sur de la zona núcleo

Durante la década del 2000 se produce una nueva transformación en el proceso estudiado, un corrimiento territorial hacia el sur de la zona núcleo original del área de cultivos, un área que se dedicaba básicamente a la ganadería de cría, y que por un incremento de lluvias posibilita el cultivo del maní y de la soja (ver capítulo 8).

La introducción de empresarios maniseros de la zona núcleo en las zonas nuevas, dio lugar a la concertación de distintos tipos de acuerdos con los productores locales para la producción de maní:

- acuerdos entre productores locales y productores externos o empresas (a la manera de socio mayor-socio menor). En este caso, el dueño de la tierra puede realizar combinaciones: arrendar parte de la tierra y trabajar la otra parte por su cuenta; compra de tierras o arrendamiento del total de la explotación por parte de productores o empresas externas (sin necesidad de asociarse con locales, y trabajar con contratistas, también externos, o con empleados propios), e inclusive, existen acuerdos entre productores locales (tipo consorcios para sembrar juntos), aunque son los menos.

Los productores del área tienen bien claro que los empresarios externos a la región son quienes fijan las reglas de juego y manejan la cadena manisera.

Por ejemplo, "...hay chacareros que se asocian entre ellos (formando una especie de consorcio) siembran por cuenta propia, y sacan bien; pero después tienen problemas en la comercialización si no se asocian con los grandes productores externos...".

No obstante, hay empresarios que buscan a un productor a quien arrendarle y les haga bien su trabajo en la tierra arrendada; que cuide el cultivo; de esta manera, se desligan de tener que manejar, por ejemplo, 20.000 ha (todas juntas); es decir, que "tercerizan" parte de la producción con los mismos productores a los que les han arrendado, buscando limitar costos de transacción, básicamente, supervisión y control; ya que los "socios", al ser parte interesada, se preocupan por hacer las cosas bien; aunque "...lo que quieren que vos ganes (siempre) lo deciden ellos...".

Al respecto, comenta un técnico: "...entre los contratistas ha habido una depuración muy grande (una zarandeada); por eso, la tendencia actual es la de asociarse empresas y productores; como es poco lo que se paga, hay que comprometerlo al tipo; en vez de cobrar, capitaliza los trabajos, se interesa...; el que es socio, pone el escardillo bien, aporta..."; aunque hay que tener en cuenta que el productor siempre es un "socio menor".[8]

Razones y consecuencias de una experiencia exitosa

El éxito de este proceso, motorizado por las empresas, fue resultado de la combinación de varios factores asociados:

- cambios tecnológicos
- incremento de la productividad
- modificaciones en el uso del tiempo
- tipo de trabajo demandado

Elementos de la calidad que influyen sobre el mercado de trabajo

De acuerdo con los protocolos de calidad, podemos apreciar que éstos han influido fuertemente sobre la producción del maní argentino.

El uso de la nueva semilla y las nuevas formas de producir se tradujeron en fuertes incrementos de la productividad; los rendimientos se han casi duplicado en los últimos 30 años (Cuadro 5)

Cuadro 5. *Rendimientos promedio de maní (kg/ha) entre 1970 y 2006*

[8] Una situación similar observa Neiman (2003) entre las empresas bodegueras de la vitivinicultura mendocina; cuando una bodega maneja muchos predios y cuando las localizaciones geográficas de éstos son muy dispersas, "…la supervisión directa se hace prácticamente inviable y la performance productiva del viñedo pasa a depender en mayor medida del productor que pueda ser *fidelizado* por la empresa…".

Años	1970/71-1979/80	1980/81-1990/91	1991/92-2000/01	2001/02-2005/06
Kg/ha	1044	1417	1376	1803

Fuente: SAGPyA, Estimaciones productivas, 2007.

Por otro lado, la incorporación de los nuevos cultivares Virginia runner implicó, necesariamente, un cambio en la tecnología, tanto de precosecha (uso masivo del desmalezado químico), como de cosecha (introducción de la cosechadora multicilíndrica), herramienta específica para cosechar el maní con la humedad requerida, y que posibilitó la cosecha a granel; a lo que le sucedió el agregado de contenedores para su transporte directo a las plantas para el secado, con la finalidad de reducir de esta manera la formación de los hongos productores de aflatoxina, logrando un grano de mayor calidad desde el inicio.

Estas innovaciones tecnológicas influyeron en los productores y trabajadores tradicionales de dos maneras; por un lado, el pequeño productor familiar que no pudo hacerse cargo de los costos (en insumos, básicamente) que implicaba la nueva forma de producir y que no pudo resistir el período de prueba que demandaba el cambio de variedad, optó por retirarse de la producción, vendiendo o arrendando sus tierras; de ahí la caída que se observa entre 1988 y 2002 -pleno período crítico para el cultivo de maní-, de las explotaciones y de la correspondiente mano de obra permanente (Cuadros 3 y 6).

Cuadro 6. *Comparación de la mano de obra total permanente familiar y asalariada, en las explotaciones maniseras, entre 1988 y 2002, en números absolutos y relativos*

Categoría ocupacional	1988	2002	Diferencia
	Nº	Nº	%
Familiares	5544	1313	-76,3
Asalariados	3360	1264	-62,4
Total	8904	2577	-71,0

Fuente: Elaboración propia sobre datos de los CNA 1988 y 2002.

La desaparición de este tipo de explotaciones nos permite apreciar también el incremento de la productividad de la mano de obra permanente por hectárea entre las dos fechas mencionadas, tal como surge del cuadro 7.

Cuadro 7. *Comparación de la productividad de la mano de obra permanente, familiar y asalariada, en las explotaciones maniseras, entre 1988 y 2002*

Categoría ocupacional	**Mano de obra permanente** (Fam+Asal)	**Superficie sembrada con maní** (en ha)	**Productividad del trabajo** (ha maní/trabajo permanente)
1988	8904	204.013	22,9
2002	2577	221.658	86,0

Fuente: Elaboración propia sobre datos de los CNA 1988 y 2002.

Por otro lado, la mecanización completa de la cosecha y el uso de agroquímicos en precosecha, provocan el fuerte desplazamiento de la mano de obra transitoria que se ofrecía en esas actividades.

Por ejemplo, actividades que en la década de los años 70 eran intensivas en el uso de mano de obra -como era el caso del desmalezado-, a fines de los '90 se realizan con una cantidad menor de fuerza de trabajo, por la disponibilidad y difusión de herbicidas para el control de malezas (Busso *et al*. 2004).[9]

A la vez que se intensificaba la demanda selectiva de maquinistas de cosecha, así como también la incorporación creciente de ingenieros agrónomos encargados del control de los establecimientos productivos de propiedad de las empresas y/o arrendados por éstas.[10]

Aparte de la mano de obra especializada (o básica), que se dedica al manejo y a la reparación de maquinaria para la roturación de la tierra, siembra, fumigación, arrancada, cosecha,[11] hay en algunas áreas específicas requerimiento de mano de obra transitoria para cargar bolsas en los camiones de transporte de maní hasta la planta, y aquella contratada para repasar los campos;[12] esta mano de obra puede ser:

[9] En este sentido, el control de malezas en la década de 1970 se realizaba a mano, y se utilizaban 6 horas por hectárea aproximadamente; mientras que en 1995 ya se utilizaban agroquímicos, y sólo se requería 1 hora y 20 minutos por hectárea. Una tendencia similar han mostrado las actividades de cosecha y carga de los granos (Agüero y Demo, 1997).

[10] En una nota reciente de la Cámara Argentina del Maní se afirma que "…hoy, el cultivo del maní está en manos de productores de elite, expertos y ultra profesionalizados; un ejército de ingenieros agrónomos monitorean permanentemente los campos, y equipos de científicos se dedican a trabajar en maní en las universidades de Córdoba y Río Cuarto, el INTA, el ICTA y el CEPROCOR, y las plantas procesadoras de Argentina son las más avanzadas y eficientes del mundo…" (Revista "Container", Año III Nº 21, mayo 2007).

[11] Se ha observado también, en algunos casos, migración de pequeños contingentes de personal especializado proveniente de la zona núcleo de la misma provincia de Córdoba, que se desplaza con su familia, y se asienta en las nuevas zonas. En Mattaldi, por ejemplo, se comenta que vino "gente de afuera" a instalarse; gente que en un principio iba y volvía. La expansión de los cultivos ha tomado la poca mano ociosa que había en el lugar, y se han agregado unas 20 o 30 familias que han venido de Carnerillo, Gral. Cabrera, de Hernando, a instalarse, y que quieren mudarse definitivamente, alquilar vivienda; algunos hasta han puesto negocios; "... consumen lo que venden los comercios locales, todo de aquí, no traen comida. Por ejemplo, los comercios les venden comestibles a los contratistas que traen los empresarios...". Habitualmente son 8-10 contratistas, con su personal, que tienen los equipos aquí; repasan las herramientas. Tienen personal encargado del manejo de los equipos, y operarios tractoristas y mecánicos.

[12] El desmalezado manual en la actualidad no reemplaza a ningún agroquímico de los considerados específicamente, es un repaso que se le hace al lote, cortando quínoa, chamico, cardo ruso, yuyo colorado, achicoria, zapallito amargo, enredadera; ya que todas estas malezas suelen estar mezcladas y con muy baja infestación por cada especie. Al no ser de una misma familia se deberían utilizar varios tipos de herbicidas, lo que no se justifica por el costo. En general, suele haber un nivel de infestación de una planta/100 m^2. Existe un herbicida de uso común en estos casos que afecta a varias de estas especies mencionadas, que es Spider,

- local (aunque generalmente hay comentarios prejuiciosos respecto de la mala calidad de ésta), o
- externa al área: cuadrillas de trabajadores santiagueños o tucumanos (muy eficaces y eficientes), coordinados por un capataz o enganchador, que en una misma zona trabajan para todos los contratistas.[13]

No obstante, esta situación ha dependido del tamaño de la explotación y de su forma de vinculación con la industria, dado que son factores que afectan la posibilidad de acceso y uso de tecnologías vinculadas a la presiembra, siembra, precosecha, cosecha y poscosecha.[14]

Según Miranda (2001), en el sector agropecuario, las convenciones de calidad y los estándares de referencia están íntimamente relacionados con los procesos contemporáneos de reestructuración productiva, con las innovaciones en la organización del trabajo y con la presencia de trabajadores polivalentes con niveles elevados de calificaciones tácitas (Foray, 1995; Quaranta, 1998).

Por otra parte, la emergencia de las plantas seleccionadoras de maní, como veremos en el punto siguiente, representó la apertura de una fuente de trabajo, en gran parte femenino, demandada básicamente para cumplir con otras funciones que surgen, también, de los protocolos de calidad.

Las nuevas empresas maniseras

En el caso específico de la industria, la tecnología actual de selección y control de calidad del maní muestra un elevado grado de automatización, incrementándose también la capacidad de procesamiento por parte de la fuerza de trabajo empleada.

Como comentábamos más arriba, durante la década del ’90 se fundaron varias empresas dedicadas a la selección y/o al procesamiento del maní confitería; gran parte de las cuales tiene su origen en la constitución de grupos de productores familiares que lograron acumular capital individualmente o que optaron por asociarse, tales los casos de Prodeman y Carisel, respectivamente, que se pasan a describir.

Prodeman S.A.

Prodeman -en su origen, una pequeña empresa dedicada a la selección y exportación de maní- es una de las empresas que se ubican en la vanguardia del procesamiento y venta de maní argentino.

A fines de 1994 se crean las nuevas instalaciones de Prodeman S.A., en General Cabrera, con el propósito de ampliar la industrialización del maní, y a partir de 2001 nace un nuevo producto de exportación, el maní *blancheado*. En 2006 se inauguró la nueva planta de blancheado, con tecnología de avanzada.

---

cuyo costo aproximado es de 16 u$s/ha. Y hay otros herbicidas que en estado avanzado del cultivo (momento en que se hace desmalezado manual) pueden afectar el maní, haciendo disminuir el rendimiento.

[13] Esta situación la observamos en localidades como Jovita o Serrano, por ejemplo.

[14] Si bien ha habido una importante reducción de la mano de obra por el uso de nuevas tecnologías, puede apreciarse que el cultivo de maní aún requiere mayor cantidad de mano de obra que el de la soja.

Prodeman S.A., junto a las empresas productoras Dealca S.A., Maniagro S.A. y Proagro S.A. constituyen un grupo económico que tiene por objetivo producir, procesar y exportar maní.

La familia Cavigliasso es socia propietaria de la empresa, de la cual participan activamente tres de los hijos del dueño y fundador.

Prodeman -que busca preservar la calidad de los productos en cada etapa del proceso de elaboración- produce básicamente:

- Maní confitería de alta calidad (la capacidad de procesamiento es de 250 tn diarias)
- Maní blancheado, para lo cual tiene una capacidad de procesamiento de 300 tn diarias, y
- grana de maní, en diferentes tamaños de partículas; pasta de maní y manteca de maní.

La empresa cuenta con depósitos de frío con capacidad para almacenar 22.000 tn de maní; estos depósitos son necesarios para la conservación del producto, porque el maní tiene mucha materia grasa, y en los meses de mayor temperatura (diciembre, enero y febrero) se puede mantener la acidez, y tener el producto con mayor estabilidad en todas sus propiedades.

Otros aspectos importantes de la planta de Prodeman son el esquema de secado, transporte y logística del maní. Tienen un sistema de contenedores (copiado de empresas estadounidenses visitadas años atrás, pero dándole más agilidad al acopio).

Con alrededor de un centenar de contenedores, el maní va del campo a la fábrica en el mismo contenedor: "…cuando llega el camión, bajamos el contenedor, le cargamos el vacío, y podemos tener mayor rapidez en el manipuleo, ya que el transporte se hace con camiones comunes…", dice Gustavo Cavigliasso -encargado de personal y de procesos-, y agrega, "…si la mercadería llega con mucha tierra, se manejan diferentes variables para su prelimpieza; hasta un porcentaje de tierra lo tengo que prelimpiar, y si el porcentaje es mínimo, lo vuelco a la celda directamente…".

La firma siembra -por su cuenta- unas 20.000 ha de maní por año.

En el procesamiento trabajan unas 180 personas (en actividades de acopio, secado, descascarado y *blancheado*).

Carisel S.A.

Carisel S.A. es una empresa que nació en 1992, cuando cuatro productores agropecuarios, tomaron la decisión de comprar una pequeña planta procesadora de maní que existía en General Cabrera.

"Luego -dice el titular de Carisel, Miguel Carlos Actis-, en 1996, en el parque industrial de Gral. Cabrera, en un predio de 12 ha, empezamos a montar todo lo que corresponde a almacenaje, secado y recepción de mercadería. Y ya está la nave montada para la nueva planta de proceso".

Los socios de Carisel S.A. son Miguel Carlos Actis, Luis Ghiglione, Elso Ponzio y la familia Maffini.

La filosofía de estos socios maniseros fue apostar por la escala y el asociacionismo. Dicen: "… para nosotros ha sido una época muy importante y seguimos apostando al maní en materia de producción regional, porque es un cultivo que sigue bastante firme en el mercado mundial del maní…". La firma exporta su maní a través del consorcio Arnus, integrado además por la Cooperativa de Arroyo Cabral, Manisur, Gastaldi, Baselica y Jorge Kadic.

Hacia fines de la década del ’90 se venía afirmando una tendencia que, por diferentes razones, terminó expulsando a muchos productores. Actis lo explica de la siguiente manera: “…Antes, el productor sembraba mucho, pero hoy son las plantas las que siembran mucho maní, y para ello se está utilizando la estructura de productores que aún resisten, los cuales en su mayoría no son contratistas, sino socios; se hacen cultivos en sociedad, que se manejan con distintos porcentajes, lo que estamos procesando en la planta, además de un poco de producción propia; pero en general la siembra se hace compartida con productores…”.

La mano de obra en la industria

La emergencia de estas plantas seleccionadoras produjo en el área, en corto tiempo, un incremento de la demanda de mano de obra; en particular, de mujeres en la actividad de selección; el clásico “picoteo”, de quienes, de pie o sentadas en bancos altos, durante turnos de 8 horas, se encargan de retirar de una cinta sin fin las semillas de maní que no cumplen con las condiciones de calidad requeridas por el protocolo internacional. Para realizar su tarea, estas trabajadoras, en el proceso de selección, deben tener en cuenta características físicas (tamaño) y organolépticas (semillas con manchas: hongos, humedad, daños de insectos) del producto (Véase Protocolo de Calidad de empresas de la Unión Europea en el Anexo).

Con respecto a la captación de esta mano de obra femenina se produjo un doble proceso por parte de la agroindustria: primeramente, una fuerte demanda inicial de seleccionadoras, de cualquier edad (para cuidar la aspectos físicos de la calidad requerida: básicamente eliminación de semillas manchadas en la cinta), y en un segundo momento (en la actualidad) se está asistiendo cada vez más a la incorporación de selectores electrónicos de mayor precisión en el descarte de semillas, lo cual está provocando un fuerte desplazamiento de esta mano de obra. (Véase en el Anexo ubicación de esta mano de obra en los diagramas de flujo de maní confitería de la planta industrial Prodeman S.A.).

Estas trabajadoras son reclutadas en las mismas localidades donde están instaladas las plantas selectoras y procesadoras del maní.

Conclusiones

La emergencia de producciones estructuradas en torno a criterios de calidad implicó un cambio de las relaciones sociales, nuevas formas de articulación agroindustrial y mayor supervisión de la agroindustria sobre la producción primaria, cambios tecnológicos, y cambios en la demanda laboral. Estos procesos implicaron la racionalización tanto de la organización productiva como de la laboral.

El caso de la producción de maní, en la región centro sur de Córdoba, es un claro ejemplo de transformación productiva provocada por las exigencias de calidad de parte de los mercados externos. Esta transformación produjo, además del cambio del cultivo de maní colorado por maní confitería y la incorporación de tecnología de cosecha acorde con la nueva variedad de semilla necesariamente adoptada, la concentración de la producción en manos de unas pocas empresas de origen familiar que se encargan de su producción, selección, conservación, procesamiento, almacenaje y exportación del producto.

En lo que respecta a las transformaciones de la mano de obra, se observa un proceso similar a aquel del que dan cuenta diferentes estudios referidos a otros cultivos, donde la continua y acelerada

mecanización de las tareas de cosecha profundizó la expulsión de mano de obra rural, sobre todo de carácter transitorio, a la vez que se intensificó la demanda de empleo bajo diferentes formas y modalidades en los establecimientos de tipo empresarial; así como la emergencia de contratistas de maquinaria agrícola, lo cual requirió la demanda selectiva de maquinistas de cosecha.

En el caso que analizamos, a la vez que se mecanizó la cosecha y se generalizó el desmalezado químico, la mano de obra transitoria responsable de estas actividades casi desapareció del área. También se aprecia la incorporación creciente de ingenieros agrónomos encargados del control de los establecimientos productivos propios y/o arrendados por las empresas.

Por otra parte, en el interior de las plantas selectoras y procesadoras se observa una demanda de mano de obra, básicamente femenina, encargada de la selección de semillas de calidad, así como de técnicos profesionales especializados en actividades de control y programación en el procesamiento industrial, y para cumplir con las normas de calidad del producto; así como de peones varones dedicados a actividades de estiba.

El cambio acaecido en esta producción en los últimos años ha posicionado a esta micro región cordobesa como un distrito agroindustrial, que se ha convertido, según los ciclos económicos anuales, en el primer o segundo exportador mundial de maní confitería.

Bibliografía citada

Agüero, Daniel (2006), "Mercado internacional y nacional del maní", en Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto (compiladores), *El cultivo del maní en Córdoba*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto.

Agüero, Daniel et al. (1977), "La evolución del sistema agroalimentario del maní y su impacto económico y social en el sector primario", Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Facultad de Ciencias Económicas, Río Cuarto.

Arce, Alberto y Marsden, Terry (1994), "Foodpractices and Social relations: towards cultures of consumption", Ponencia presentada en el XII Congreso Mundial de Sociología, Bielefeld.

Becattini, G. (2002), "Del distrito industrial marshaliano a la 'teoría del distrito' contemporánea. Una breve reconstrucción crítica – Investigaciones regionales, dialnet.unirioja (en línea) <http:/dialnet.unirioja.es/servlet/portadarevistas>

Benencia, Roberto (2006), "Cambios territoriales, tecnológico-productivos y laborales en la producción de maní en la provincia de Córdoba", en Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto (compiladores), *El cultivo del maní en Córdoba*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto.

Busso, G.; M. Civitaresi; A. Geymonat y R. Roig (2004), *Situación socioeconómica de la producción de maní y derivados en la región centro-sur de Córdoba. Diagnósticos y propuestas de políticas para el fortalecimiento de la cadena.* Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Desarrollo Regional, Fundación Maní Argentino, Río Cuarto. 163 p.

Cámara Argentina del Maní (2007), "Maní argentino en el mundo. Máxima eficiencia y altísima calidad", en *Revista Container* Año III, Nº 21, www.camaradelmani.com.ar

Ferraro, C. (1998), *Distritos industriales y aglomeraciones. Lecciones de la experiencia italiana,* CEPAL, Buenos Aires.

Foray, D. (1995), "Standard de référence, coûts de transaction et économie de la qualité: un cadre d'analyse", en Francois Nicolas, EgizioValceschini (Eds), *Agro-alimentaire: une économie de la qualité*, INRA Editions Economica.

Giayetto, Oscar (2006), "Origen, historia y clasificación del maní", en Elena M. Fernandez y Oscar Giayetto (compiladores), *El cultivo del maní en Córdoba*, Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Río Cuarto.

Goodman, David y Watts, Michael (1994), "Reconfiguring the rural or fording the divide?: Capitalist restructuring and the global agro-food system", *Journal of Peasent Studies,* Vol. 22 nº 1: 1-49.

Hernández Trujillo, José Manuel (2003), "Globalización y desarrollo de nuevas formas de competencia en la agricultura", en *Análisis Económico*, primer semestre, año/vol. XVIII, número 037, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Distrito Federal, México pp. 121-139.

Larrea Aranguren, M. (2003), "Clusters y territorio: retos al desarrollo local en la Comunidad Autónoma del País Vasco. *Ekonomiaz* nº 53, Universidad de Deusto (en línea) <http://www.biblioteca.deusto.es/servlet/Sattellite/Page/1107426114664/c0/Biblioteca/Page/BuscadorBDTemplate.

López, Gustavo M. (2011), "Serie de estudios sectoriales: caso maní y derivados del maní", Trabajo coordinado por la Fundación INAI. Programa de Inserción Agrícola, Apoyo a los procesos de apertura e integración al comercio internacional ATN/ME-9565-RG BID/FOMIN, Argentina.

Marsden, Terry (1999), "Rural futures: the consumption countryside and its regulation", en *Sociologia Ruralis,* vol. 39, 4: 501-521.

Miranda, Omar A. (2001): "Proceso de trabajo y convenciones de calidad en la poscosecha. El empaque de fruta fresca en la provincia de Río Negro", en Guillermo Neiman (coomp.), *Trabajo de campo. Producción, tecnología y empleo en el medio rural,* Ediciones CICCUS, Buenos Aires.

Neiman, Guillermo (2003), "La 'calidad' como articulador de un nuevo espacio productivo y de organización del trabajo en la vitivinicultura mendocina", en Mónica Bendini, SaleteCavalcanti, Miguel Murmis y Pedro Tsakoumagkos (Comp.), *El campo en la sociología actual. Una perspectiva latinoamericana*, Universidad Nacional del Comahue/Posgrado en Sociología de la Agricultura Latinoamericana, Facultad de Derecho y Ciencias Sociales/Ed. La Colmena, Buenos Aires.

Quaranta, Germán (1998), «Proceso de trabajo y competencias laborales en el sector agropecuario: un estudio de casos sobre explotaciones tamberas», en *Actas* del *4º Congreso Nacional de Estudios del Trabajo,* Buenos Aires.

Renard, María Cristina (1999): "Globalización y mercados de calidad: una vía para los pequeños productores", en *Cuadernos Agrarios* Nº 17-18, México.

Anexo - *Capítulo 19*

Características físicas, organolépticas y composición

Maní Crudo Seleccionado

Características Físicas

Rubro	Valores
Calibre (granos por onza)	34/38; 38/42; 40/50; 50/60; 60/70; partido
Quebrados y/o partidos	Máximo 3% (sólo para maní entero)
Granos enteros	Máximo 3% (sólo para maní partido)
Granos pelados	Máximo 5,0 %
Granos con daños serios	Máximo 1,0 % (incluye daños por insectos, moho, helados, descompuestos, ardidos)
Granos con defectos	Máximo 1,0 % (incluye descoloridos, sucios y brotados)
Infestación viva	Ausente
Impurezas	Máximo 5 piezas por cada 100 kg (con ausencia de vidrios y metales)
Manchas oscuras después de freír	Máximo 2,0 % (mancha superior a 2 mm^2)
Manchas blancas después de freír	Máximo 50 %

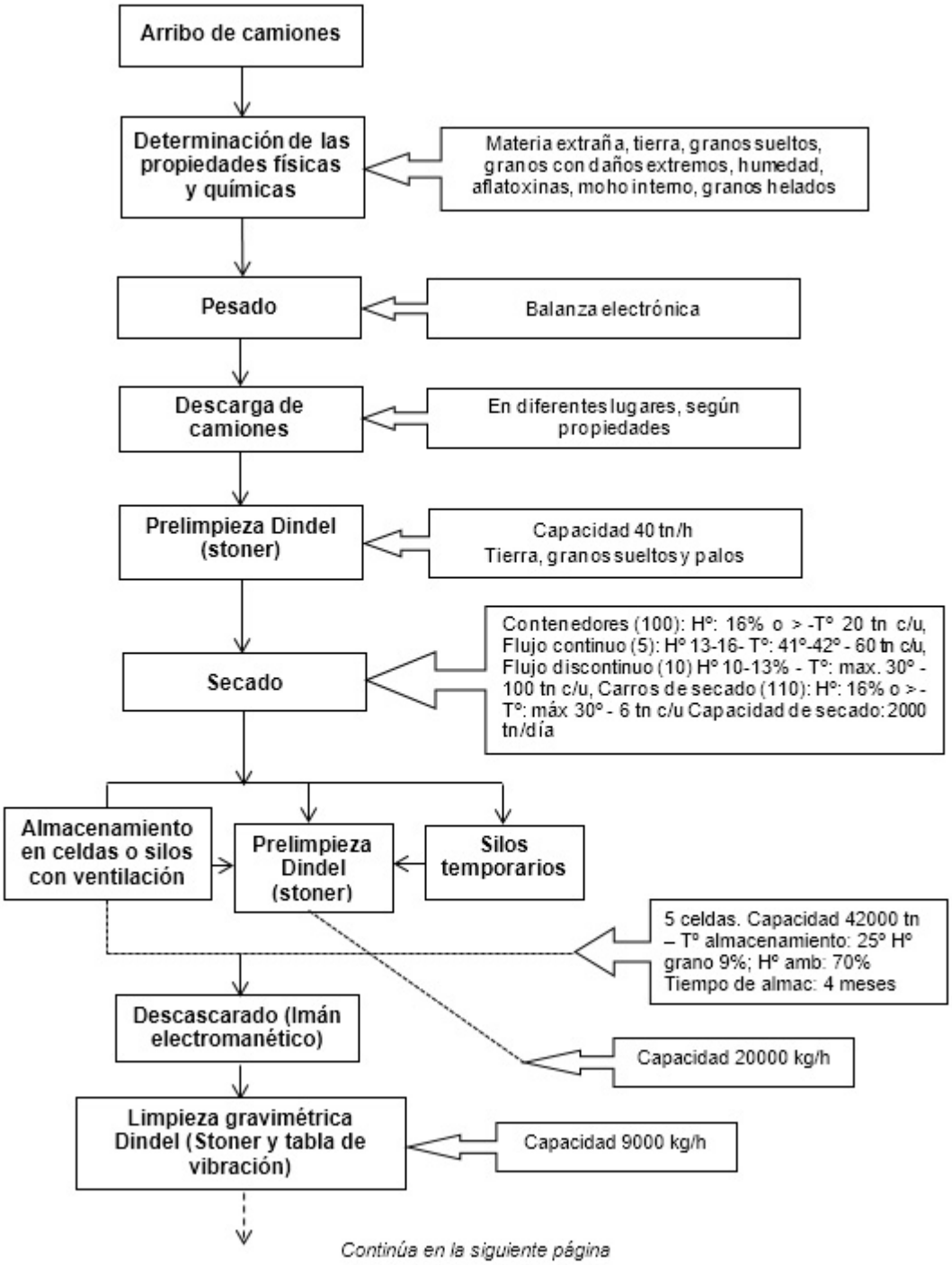
Características Organolépticas

Parámetro	Característica
Color	Granos homogéneos, rosado y rosado pálido
Sabor/Olor	Característico, no rancio ni mohoso
Textura	Crujiente típica, no gomoso, sumamente duro o quebradizo

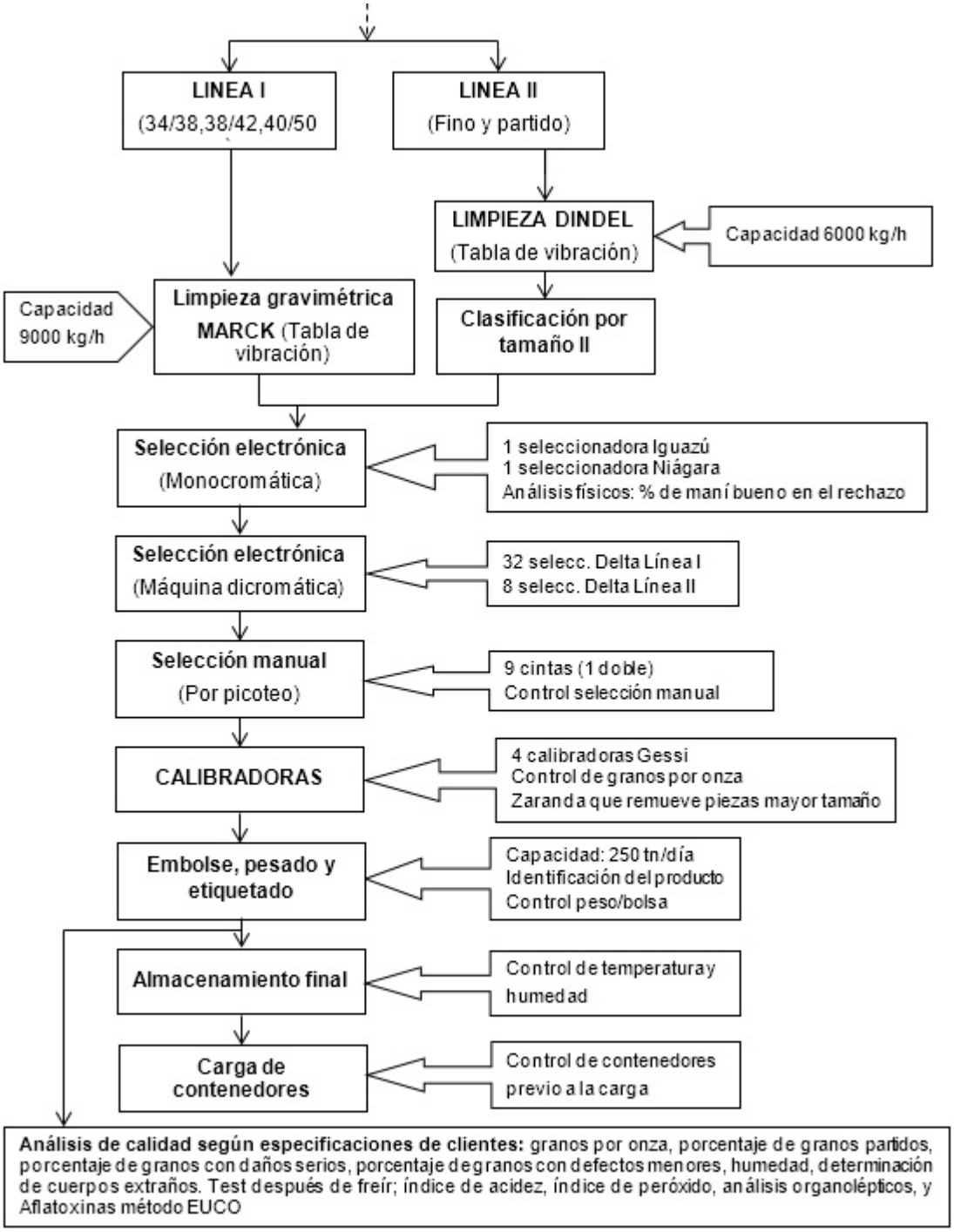
Composición

Parámetro	Valores
Humedad	Mínimo 5,30 % - Máximo 8,5 %
Acidos grasos libres	Máximo 0,8 %
Valor de Peróxido	Máximo 0,5 meq02/kg
Aflatoxina	Máximo 4 ppb total, máximo 2 ppb B1

Fuente: Especificación PN2RUN (20/05/00) The Nut Company



Continúa en la siguiente página


LINEA I
(34/38,38/42,40/50
LINEA II
(Fino y partido)
LIMPIEZA DINDEL
(Tabla de vibración)
Capacidad 6000 kg/h
Capacidad
9000 kg/h
Limpieza gravimétrica
MARCK (Tabla de
vibración)
Clasificación por
tamaño II
Selección electrónica
(Monocromática)
1 seleccionadora Iguazú
1 seleccionadora Niágara
Análisis físicos: % de maní bueno en el rechazo
Selección electrónica
(Máquina dicromática)
32 selecc. Delta Línea I
8 selecc. Delta Línea II
Selección manual
(Por picoteo)
9 cintas (1 doble)
Control selección manual
CALIBRADORAS
4 calibradoras Gessi
Control de granos por onza
Zaranda que remueve piezas mayor tamaño
Embolse, pesado y
etiquetado
Capacidad: 250 tn/día
Identificación del producto
Control peso/bolsa
Almacenamiento final
Control de temperatura y
humedad
Carga de
contenedores
Control de contenedores
previo a la carga
Análisis de calidad según especificaciones de clientes: granos por onza, porcentaje de granos partidos, porcentaje de granos con daños serios, porcentaje de granos con defectos menores, humedad, determinación de cuerpos extraños. Test después de freír; índice de acidez, índice de peróxido, análisis organolépticos, y Aflatoxinas método EUCO

Capítulo 20. Mercado Nacional e Internacional

Daniel Agüero

En los últimos años, el desempeño de la cadena de maní en Argentina se destacó en el marco de importantes cambios ocurridos en el mercado internacional, el cual es de gran incidencia ya que este producto genera localmente una notable economía regional de perfil netamente exportador, con estímulo en la generación de innovaciones significativas en el mercado doméstico.

Según datos aportados por el Servicio Agrícola Externo de Estados Unidos, en el ciclo 2013/14, la producción mundial alcanzó prácticamente los 40 millones de toneladas, mostrando un fuerte incremento con relación al inicio del periodo 2000/01 (Figura 1).

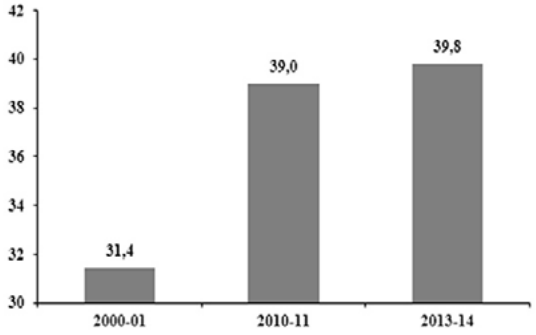


Figura 1. *Producción mundial de maní en millones de toneladas*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Mapa Agroalimentario y USDA

En el ámbito internacional, se generaron importantes cambios durante el período 2000-2011, que resulta necesario conocer para entender las estrategias implementadas por los distintos países e identificar las oportunidades de mercado.

En dicho contexto, un análisis del periodo mencionado, muestra que el intercambio comercial se mantuvo en un 6 a 8 % de la producción mundial, superando los 2,5 millones de toneladas, si bien hubo un cambio en quienes lideraron la exportación en ese lapso.

La producción mundial de maní se incrementó un 14%, con una tasa anual de 1,3%. En esa evolución adquiere relevancia lo ocurrido en Argentina y Estados Unidos con incrementos productivos de 75 y 27%, respectivamente. Es importante también mencionar a China como el principal país productor con más de 15 millones de toneladas, que junto con India, representan el 56% de la producción mundial (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales países productores de maní (en millones de toneladas)

Países	2000/01	2010/11	2011/12
China	14,5	15,7	16,8
India	5,7	6,0	4,7
EE.UU.	1,48	1,89	3,05
Nigeria	1,47	1,55	3,07
Indonesia	1,04	1,25	1,25
Argentina	0,56	1,0	0,7
Resto	6,70	8,48	10,0

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Mapa Agroalimentario y FAO 2014

En este ámbito, también se considera la participación de varios países africanos que buscan recuperar su producción manisera para mejorar sus economías y aprovechar las oportunidades del mercado internacional. Entre ellos, cabe mencionar a Nigeria, Ghana, Malawi y Sudáfrica. Este último, mucho tiempo atrás, logró ubicarse entre los principales países productores, y ahora parece dispuesto a mejorar la calidad e incrementar su producción. De todas maneras, y al igual que sus vecinos subsaharianos, en Sudáfrica conocen que las estrictas regulaciones sanitarias y crecientes exigencias de calidad fueron los principales motivos de su desaparición como exportador, reduciendo a un 25% la producción lograda en los años 70.

Otro producto de gran incidencia es el maní de la India, cuyas exportaciones superarían las 800 mil toneladas, en virtud de disponer de dos cosechas anuales más una gran cantidad de hectáreas sembradas, que lo convierte en el segundo mayor productor mundial (ver Cuadro 1). Allí, se siembran en promedio seis millones de hectáreas en 40% de los 28 estados que componen el país, y aunque realiza dos cosechas por año, presenta baja productividad y su producción total es de 5,8 millones de toneladas.

En este contexto de competencia creciente, Estados Unidos recolectó en 2012 la mayor cosecha manisera de su historia, con un récord de tres millones de toneladas. Las autoridades de ese país, a través de su Departamento de Agricultura (USDA), manifestaron temores ante la posibilidad de que la capacidad de almacenamiento se viese desbordada y surjan problemas con la manipulación y la protección sanitaria de la materia prima. De todas maneras, se evalúa que el producto tiene potencial para una mayor expansión, lo que impulsaría el crecimiento económico en los Estados del sudeste norteamericano, a partir de la promoción y ayuda de la industria manisera. Es decir, EEUU proyecta incrementar la producción hacia el futuro, si bien el exceso de oferta en el mercado puede incidir en la disminución consecuente de los valores internacionales.

Sin embargo, es importante advertir que la mayor producción no necesariamente significa un incremento proporcional en la oferta exportable. Los stocks deprimidos de los últimos años, las subas del consumo doméstico en países productores, el endurecimiento de las normas sanitarias y los acuerdos comerciales bilaterales, son factores que inciden actualmente, mientras que tiempo atrás el mercado se regía por el libre juego de oferta y demanda.

En materia de exportaciones, se destaca el rol de Argentina, como el país de mayor incremento en este rubro durante la última década, aunque también China compite por el primer lugar con 600.000 toneladas. En este sentido, la participación de Argentina se elevó de un 15 a un 27%, de gran significancia por el liderazgo mundial que obtuvo, en detrimento del desempeño de China (Figura 2).

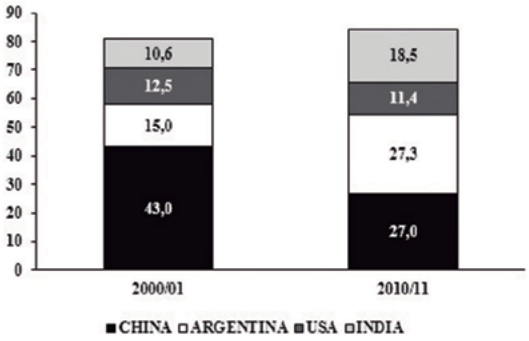


Figura 2. *Principales países exportadores de maní en porcentaje*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Mapa Agroalimentario 2011

A nivel de importación, el comercio mundial creció un 10% en la década bajo análisis, alcanzando prácticamente los dos millones de toneladas para el ciclo 2010/11. Entre los importadores, se destaca el predominio de la Unión Europea con el 38% del total, seguida por Indonesia con un aumento anual del 5%, muy superior al promedio mundial, e incluso de su propia producción, aspectos que la señalan como un mercado potencial muy interesante.

Entre los cambios observados a nivel internacional, se menciona la legislación alimentaria que adoptó mayor rigurosidad y se tornó muy restrictiva siendo, en algunos casos, motivo de denuncias ante la Organización Mundial de Comercio por constituir barreras para-arancelarias.

Europa sigue siendo un importador muy importante, pero en los últimos años se registraron modificaciones significativas por cuanto aparecieron otros consumidores, demandas diferenciadas y nuevas oportunidades de mercado, entre los que se puede incluir a México, Rusia, Canadá yJapón, con compras que oscilan entre 120 y 150 mil toneladas (Figura 3).

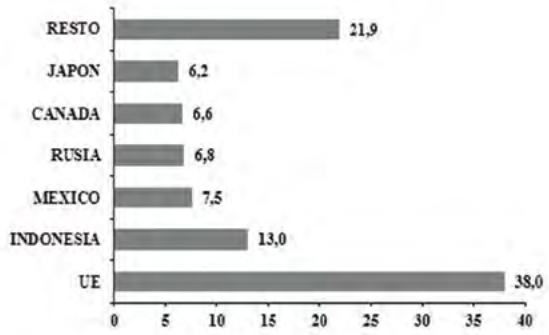


Figura 3. *Principales países importadores de maní. Período 2010/11, en porcentaje*
Fuente: Elaboración propia con datos del Mapa Agroalimentario 2011

En lo que respecta a la industrialización del maní, el incremento fue del 12% en la década analizada alcanzando 16 millones de toneladas. Se destaca el moderado crecimiento de China con 11,5% que sigue liderando la molienda mundial con un 47% de participación, acompañado de los aumentos experimentados por Sudán,y por Burma y Senegal en menor medida (Figura 4).

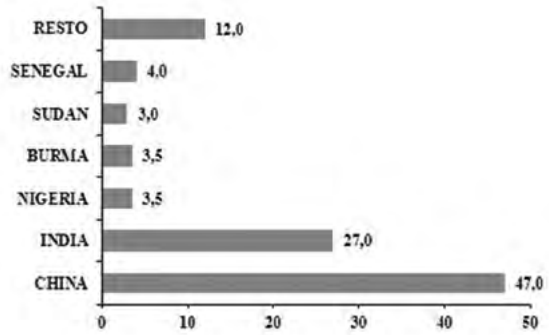


Figura 4. *Principales países industrializadores de maní (en porcentaje)*
Fuente: Elaboración propia con datos del Mapa Agroalimentario 2011

El consumo mundial de maní creció 13,2% alcanzando 35,3 millones de toneladas. En este componente, se destaca el crecimiento de 2,4 millones de toneladas operado en China, un 10% respecto a su consumo inicial, seguida por Estados Unidos con un aumento del 27% y de Indonesia con el 25%. La participación en el consumo total es liderada por China (42,4%) e India (15,6%), encontrándose también Estados Unidos, Nigeria e Indonesia con porcentajes menores (Figura 5).

Según datos de la Universidad de Georgia en Estados Unidos, el consumo doméstico mejoró en 2011, ya que el mercado interno fue positivo y sigue creciendo en base a productos como golosinas y snacks. Además, la manteca de maní también registró un incremento por lo que, desde el punto de vista del consumo, los indicadores son claramente positivos. Se destacó también que, aún con aumentos en los precios del mercado minorista del 30 a 40%, el uso de maní en Estados Unidos

registró valores positivos a comienzos de 2012, en todas las categorías. Los candies o golosinas registraron un aumento interanual del 15,7%, mientras que la manteca de maní y los snacks, también presentaron aumentos.

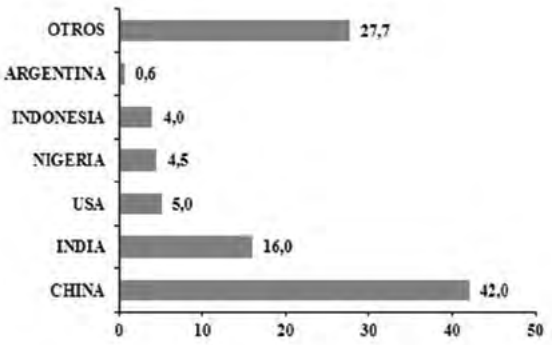


Figura 5. *Principales países consumidores de maní en millones de toneladas*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Mapa Agroalimentario 2011

Si se analiza la relación producción–consumo, se observa que en el año 2000 Argentina lideraba la misma con un valor de 2,6; mientras que China, India, Nigeria y Estados Unidos mostraban una relación cercana a 1. En esa fecha sólo Indonesia tenía una relación menor a la unidad, es decir un consumo mayor a su producción.

En el ciclo 2010/11, los cambios muestran que Argentina profundizó la relación con un valor de 4,4 mostrando un notable excedente para la exportación, y valores menores a 1 en Nigeria e Indonesia, reflejando algunos mercados para el interés vendedor, pero con cambios poco significativos en China, India y EE.UU. (Figura 6).

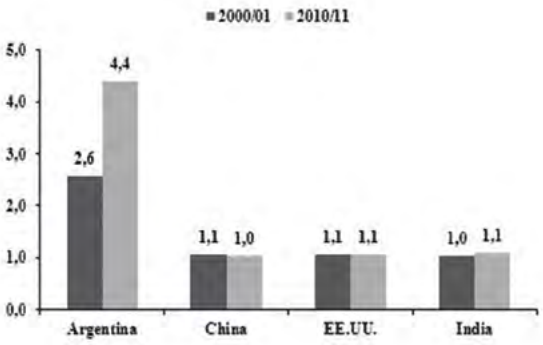


Figura 6. *Relación producción–consumo de maní*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del Mapa Agroalimentario 2011

Aceite de maní

La producción mundial de aceite alcanzó 5,3 millones de toneladas en el ciclo 2010/11. El liderazgo productivo lo mantenía China con el 46% del total mundial, seguido por India con el 27,8%. Es importante señalar la baja incidencia de Argentina con sólo 1,2% en esta escala.

Desde el ciclo 2009/10, la producción mundial de aceite sigue incrementándose hasta alcanzar los 5,6 millones de toneladas en el ciclo 2013/14, con una tasa de aumento del 16,3% en el periodo 2010-2014 y con clara tendencia positiva. De todas maneras, ese aumento es menor al logrado por la producción mundial de todos los aceites la que, en el mismo periodo, logro una suba del 20%. De ese total, China es responsable del 49% para el periodo 2013/14, seguida de India con el 21% (Figura 7).

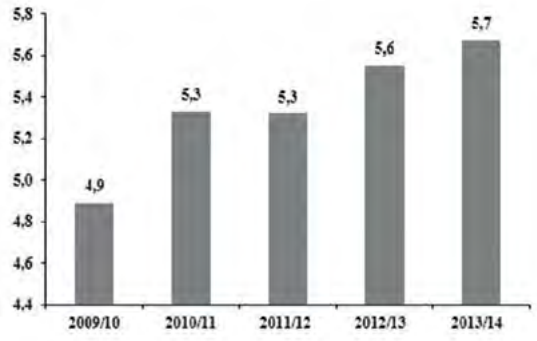


Figura 7. *Producción mundial de aceite de maní en millones de toneladas*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA (Foreign Agricultural Service, 2014)

A nivel de exportaciones, Argentina lidera la franja exportadora con 60.000 toneladas y el 30,7% de participación mundial seguida por Senegal, país que en la última década perdió parte de su volumen exportado.

Por otra parte, en las importaciones se subraya una reducción del comercio de 12,7% hasta alcanzar las 180.000 toneladas, y se evidencia que China fue el único país que logró un aumento en sus compras externas del orden del 200%. Entre los países importadores, la Unión Europea lidera esta sección con China, que en conjunto representan el 80%, seguido por Estados Unidos (10%).

El consumo de este producto está muy concentrado en China e India con más del 75% con evidencia de un aumento sostenido desde mediados de la década hasta alcanzar un volumen mundial de 5 millones de toneladas en 2011. Posteriormente, el consumo continuó incrementándose hasta 5,6 millones de toneladas en 2014, con un aumento del 12% en el periodo 2010-2014.

En lo que respecta a la relación producción-consumo, el mayor valor del índice lo presenta Argentina con 63, el resto tiene un valor de 1, salvo la Unión Europea y Estados Unidos con valores menores a 1, lo que indicaría un alto consumo y necesidad de adquirir el producto en el mercado internacional, mostrando oportunidades interesantes de aprovechar.

Respecto al stock final, se puede señalar que se ha mantenido en los tres últimos ciclos productivos, y a nivel de existencias, con Estados Unidos e India desempeñando el rol más importante.

En términos de perspectivas, según OilWorld, se puede inferir que la relación ajustada entre la producción mundial de aceite de maní y su consumo, implicará un escenario con stocks mínimos hacia 2015/16 que, sumado a una menor producción global, permite avizorar precios sostenidos tanto para el aceite como para la harina.

Harina de maní

La producción mundial de harina de maní alcanzó 6,9 millones de toneladas en el ciclo 2013/14, con una tasa de incremento del 15,2% en los últimos diez años. Al igual que el aceite, se acentúa el predominio asiático por cuanto China e India concentran el 75% de la producción global, muy lejos de los otros países productores (Figura 8). Argentina sólo participa con el 1,4% en ese nivel, con escasa modificación en su producción durante los últimos años.

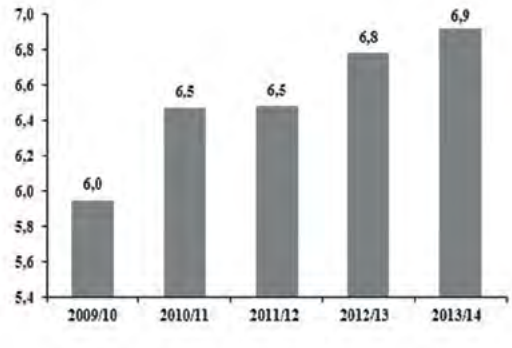


Figura 8. *Producción mundial de harina de maní en millones de toneladas*
Fuente: Elaboración propia en base a datos del USDA (Foreign Agricultural Service, 2014)

La exportación de este subproducto alcanzó las 100.000 toneladas en 2013/14, luego de algunos años de reducción, y es liderada por India con el 36,8%, seguida de Senegal (29,4%). Ello, en virtud de un importante cambio causado por una fuerte reducción experimentada por este último país, que lideraba el ranking exportador a inicios de la década, y que India incrementó sus ventas externas un 150%. Por su parte, Argentina mejora su desempeño con el 6,6% de las ventas mundiales.

El comercio se redujo considerablemente (60%) para llegar a las 100.000 toneladas con fuertes caídas en la mayoría de los países destacándose Indonesia y Vietnam con más del 80% cada uno, la Unión Europea con 76% y China con 58%; mientras que actualmente lideran las importaciónes la UE y China con el 37 y 22%, respectivamente.

El consumo se incrementó un 16,3% entre las campañas analizadas, comprendiendo 6,9 millones de toneladas y China concentró el mayor consumo con el 48,8% del total mundial.

Respecto al índice producción-consumo, se resalta la posición de Argentina con una relación de 1,1, pero mucho menor que la existente en el ciclo 2000/01.

En términos de stock final, se observan también menores existencias alcanzando en el ciclo 2013/14 un volumen de 50.000 toneladas.

En el mercado mundial, se pueden identificar algunas oportunidades relevantes en una proyección futura. Las mismas están basadas en una creciente demanda de alimentos sanos, nutritivos y de gourmet; la disponibilidad de un producto de elevada calidad con total cumplimiento de las normas establecidas por la Unión Europea que permite un mejor posicionamiento frente al resto de los países competidores. Además, a nivel de la demanda, existen requerimientos crecientes de las economías asiáticas, caso de mantequilla y aceite de maní, debido a cambios en el hábito alimentario.

No obstante, pueden considerarse algunas amenazas al no existir un mercado que establezca precios de referencia más la permanente existencia de barreras para-arancelarias que limitan el comercio. A estos aspectos cabe agregar la fuerte competencia de otros países, si bien el producto argentino se caracteriza por una muy buena calidad de producto.

Comercio internacional de Argentina

El mercado de maní de Argentina se caracteriza por estar destinado, en su mayor parte, a la exportación ya que alrededor del 90% del total producido se comercializa internacionalmente, siendo Europa el principal destino y donde el maní de origen argentino es considerado entre los de mejor calidad (Ackermann, 2008 *comun. pers*.).

En esta materia, Argentina se ha consolidado como el mayor exportador mundial de maní y la calidad de sus productos le ha dado prestigio mundial por lo que ha desplazado a China y Estados Unidos en el escenario internacional.

Se exportan básicamente manufacturas con alto agregado de valor, lo que implica una importante generación de empleo directo a nivel regional. Las ventas externas de 2014 implicaron la exportación de 400.000 toneladas a destinos que superan los 100 países y por un valor superior a los 1.000 millones de dólares.

Entre las manufacturas que son elaboradas y exportadas se pueden mencionar:

- Maní Confitería (Shelled, Blanched, Splits, Chopped, Sliced)
- Maní Preparado y/o Saborizado (Snacks)
- Pasta de maní
- Manteca de maní
- Aceite de maní, crudo y refinado
- Harina de maní
- Pellets y expellers de maní

Históricamente el consumo interno en Argentina, osciló entre el 5 y 10% del total producido, el resto se vende al exterior según el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). En cuanto a usos, en nuestro país, el maní sólo se consume como snack y se utiliza algún porcentaje en la industria de golosinas. La manteca y el aceite de maní no se consumen internamente y se envía

al exterior el total procesado. De la harina producida se exporta el 60% y el resto se usa para alimentación animal o en la elaboración de sopas o comidas para bebés (Ackermann, 2005 *comun. pers.*).

En este contexto, el análisis del período 2006-2011 muestra un incremento de magnitud importante en las ventas externas (alrededor de 29,8%), lo cual denota una tasa anual del 5%, y significa que el mercado internacional tiene una alta receptividad de los productos argentinos.

Con relación a los destinos de los productos argentinos, en 2006 se destacan Holanda y Gran Bretaña encabezando con el 47 y 5,8%, respectivamente. En 2011, Holanda encabezó el ranking exportador con una menor participación (39%); mientras que Rusia se ubicó en segundo lugar con el 11% de las ventas, determinando un gran aumento de su participación (Figura 9).

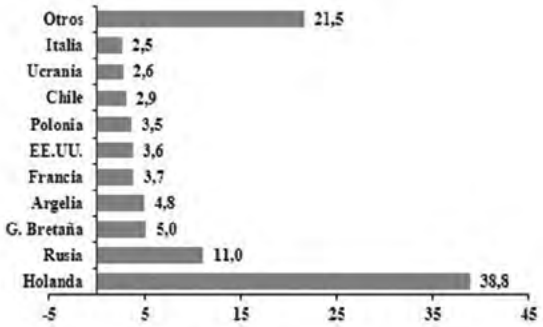


Figura 9. *Destinos de las exportaciones argentinas de maní en porcentaje (año 2011)*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA (Dirección Nacional de Mercados del MAGPyA, 2014)

Se destaca la aparición de nuevos países compradores como Zambia, Albania y Etiopía, aunque la gran novedad reside en el intercambio con Japón, ya que los envíos a este país no superaron las mil toneladas anuales en el último decenio. La estrategia comercial iniciada en 2011 permitió alcanzar despachos por 2.850 toneladas de maní comestible, lo cual significa un aumento superior al 180%. Esto significa que, las misiones comerciales desarrolladas para investigar los caminos de acceso al mercado japonés y tomar conocimiento de su cultura comercial, permitieron advertir el nivel de precios con que preparan y exhiben sus alimentos, con gran rigurosidad en el cuidado de la calidad de las importaciones y conseguir así que Japón ingrese como mercado meta en el portfolio comercial de Argentina.

También se puede considerar la estrategia comercial hacia el oriente en países como los Emiratos Árabes, Vietnam e Indonesia. Específicamente, en el primer caso, el producto argentino está posicionado en el mercado y con ventas crecientes que parten de 1.800 toneladas anuales de manufacturas de grano entre 2002 y 2005, en promedio; y las 6.000 toneladas de maní para confitería en 2011, más manteca de maní por un valor próximo a los 12 millones de dólares. Asimismo, las incursiones de los funcionarios argentinos permitieron evaluar la existencia de distintos segmentos comerciales determinando nuevas oportunidades para el producto nacional.

En lo referente a Vietnam, más allá de su propia producción (200.000 hectáreas sembradas), la situación es deficitaria por lo que hay gran interés en importar maní argentino por su similitud con el producto local, respecto de productos procedentes de otros destinos como China e India.

Estas perspectivas permiten considerar que, por tratarse de economías emergentes de gran dinamismo y que buscan mejoras continuas en su calidad de vida, estos países requerirán más alimentos de calidad como la oferta proveniente de Argentina, sumado a la firme posibilidad de reexportar a la región asiática que es la de mayor expectativa de crecimiento y desarrollo en el mundo.

Al considerar los países destinos para el ciclo 2013, se observa la misma participación de Holanda, con el 37%, seguida de Rusia, Reino Unido y Argelia. También se identifica una creciente participación de Vietnam y el posicionamiento de Rusia como segundo destino, probablemente por los conflictos que este país enfrenta con la Unión Europea.

En el ciclo 2014, el sector manisero continúa buscando nuevos mercados, diversificando su oferta exportable e incrementando el agregado de valor, objetivos expresados en 89 países importadores de maní argentino con un total exportado de 398.901 toneladas de maní comestible. En ese volumen, Holanda incrementa su participación al 42%, con ventas que ingresaron por el puerto de Rotterdam, desde donde la mayor parte se redistribuye a toda la Unión Europea. También se observa una reducción en el aporte de Rusia, que continúa siendo el segundo destino y, además, existen países que aumentan sus compras, como Reino Unido, Polonia y Chile. En este último caso, una parte significativa de ese volumen se reexporta hacia países con los cuales la nación trasandina dispone de tratados de libre comercio que permite importantes preferencias arancelarias. Considerando que las exportaciones de maní comestible totalizaron 460.037 toneladas en 2013, 2014 tuvo una merma de 61.136 toneladas (Figura 10).

Otro aspecto a comentar, reside en la estrategia implementada por otros países productores que importan maní de Argentina, tal los casos de Australia, Sudáfrica, México, India y China, como así también la importación realizada desde Estados Unidos, a través de una cuota comercial (Todo Maní, 2015). En ese contexto, existen nuevos mercados como Kiribatí, Sri Lanka, Omán, Austria, El Salvador y Nigeria, siendo éste un tradicional productor de maní en África Subsahariana (Todo Maní, 2015).

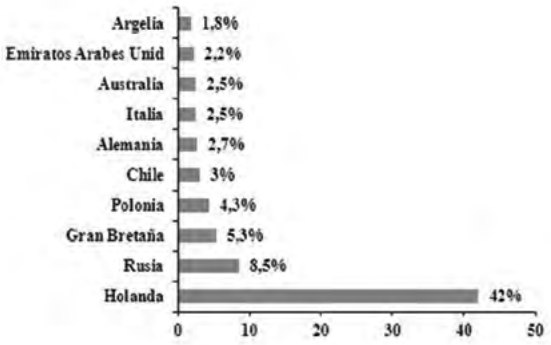


Figura 10. *Destinos de las exportaciones argentinas de maní en 2014*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA (2014)

La evolución de las exportaciones de maní comestible en el último quinquenio, alcanzó un máximo en el año 2011 (Figura 11). Ello incluyendo solamente las manufacturas de grano; es decir sin considerar las exportaciones de pasta, manteca, aceites, harinas y pellets.

También cabe subrayar la importancia de haber logrado una menor concentración de las exportaciones en el año, lo que constituye una desestacionalización de los envíos, básicamente por el nivel de inversiones realizadas (depósitos de frío) y el uso de variedades con alto contenido de ácido oleico, que genera un producto de mayor estabilidad.

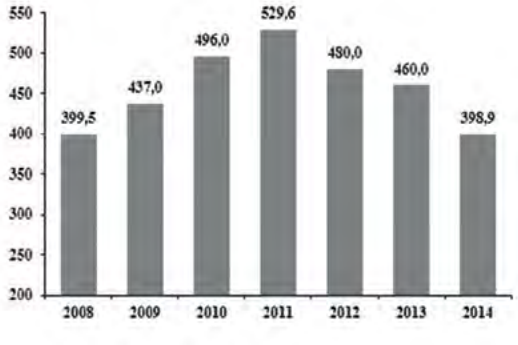


Figura 11. *Evolución de las exportaciones argentinas (en miles de toneladas)*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA (2014)

Luego del volumen máximo exportado en 2011, se observa una reducción aproximada del 20% en relación al año 2014.

En la Figura 12, se puede observar una tendencia positiva de los envíos al exterior, que adquiere un comportamiento superior al promedio de la década 2004-2014.

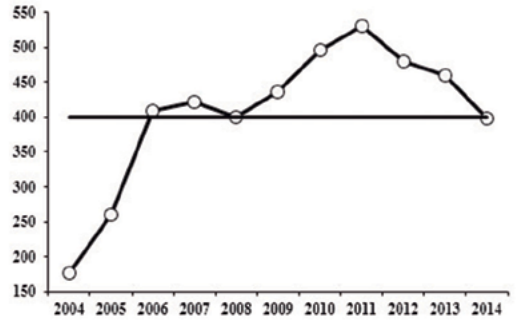


Figura 12. *Evolución de las exportaciones argentinas respecto al promedio 2004-2014 (en miles de toneladas)*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA (2014)

Con respecto al valor de las exportaciones, se observa un nuevo piso en la década actual, considerando que en el periodo 2008-2010, tales envíos se realizaron por un valor promedio de 550 millones de dólares. En cambio, entre 2011-2013, dicho valor aumentó a 900 millones de dólares, revalorizando el producto nacional en un 64%, y, de esa manera, incrementando el aporte de la cadena manisera a la economía nacional.

Es importante aclarar que los valores de las exportaciones en dólares de la figura 13 corresponden a todos los productos del complejo maní (crudo, blanched, aceite, manteca, harinas, expellers).

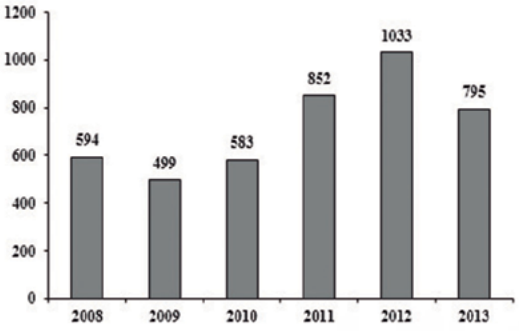


Figura 13. *Evolución de las exportaciones argentinas del complejo maní (en millones de dólares)*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA y Cámara Argentina de Maní (2014)

El destino de las exportaciones por bloque comercial es diverso, si bien se destaca la Unión Europea como principal mercado comprador. Aunque ese predominio europeo se redujo de 67 a 56%, lo que indica que, con el aumento de las exportaciones, es mayor la cantidad de países que adquieren el producto nacional. Esta diversificación de los mercados, como estrategia comercial, es positiva debido a que reduce el riesgo ante la volatilidad de las economías del continente europeo.

En menor medida, se observa un aumento de los envíos de maní argentino al Mercosur y a otras zonas del mundo, tal como puede observarse en la Figura 14.

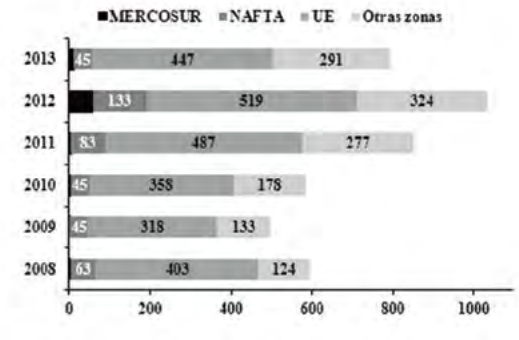


Figura 14. *Composición de las exportaciones de maní a los bloques comerciales, en millones de dólares*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA y Cámara Argentina de Maní (2014)

Con respecto al grupo de exportaciones, excluyendo el maní confitería, merece destacarse el aceite, la harina, pasta y manteca. El volumen promedio de este conjunto en el último quinquenio se muestra en la Figura 15.

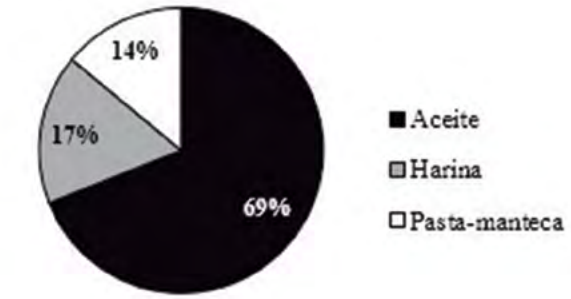


Figura 15. *Composición de las exportaciones con molienda. Promedio 2007-2011*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de OIL WORLD, USDA, FAPRI[1], COMTRADE[2], DNMA/SAGPYA[3], CIARA[4], INDEC[5] (2014)

Las exportaciones de maní para confitería registraron una caída del 13,3% con respecto al año anterior, sin embargo hubo un crecimiento en las exportaciones de aceite de maní.

En la figura 15, se identifica el aceite de maní como el principal producto procesado que se exporta con aproximadamente 60.000 toneladas anuales, seguido de la harina con 15.000 toneladas y del conjunto pasta-manteca con 12.000 toneladas.

Además de los maníes comestibles (crudo, blancheado, splits, grana, tostados) que se exportan, existen otros productos cuyas ventas externas representan un significativo ingreso de divisas. En 2014, Argentina alcanzó una marca histórica con la exportación de 67.852 toneladas de aceite de maní a 23 países (Figura 16). Este producto muestra una evolución cíclica, recuperando en el periodo 2013/14 los mismos volúmenes exportados en 2010. A nivel de mercado se destaca China, el mayor productor global de maní, con el 78% de la adquisición del producto argentino, lo cual muestra una fuerte dependencia de ese país comprador.

[1] Food and Agricultural Policy Research Institute
[2] UN International Trade Statistics Database
[3] Dirección Nacional de Mercados Agrícolas (SAGPYA)
[4] Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina
[5] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Argentina)

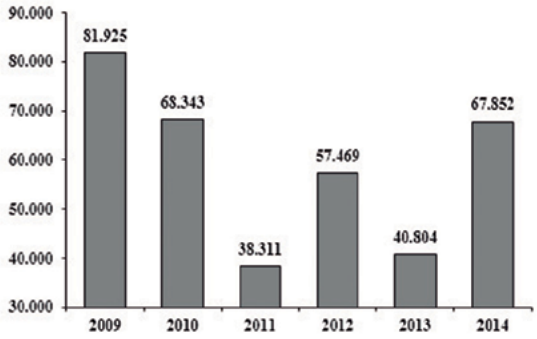


Figura 16. *Evolución de las exportaciones argentinas de aceite de maní en toneladas*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SENASA y J.J. HINRICHSEN S.A. (2014)

Con relación al pellet y expellers de maní, se superaron las 15.000 toneladas exportadas en el ciclo 2012/13, siendo Chile el principal destino, con un 95% de las ventas.

En cuanto a las exportaciones de pasta de maní alcanzaron las 4.729 toneladas en el año 2013, siendo los principales destinos Estados Unidos (27%) y Jordania (19%), y mostrando un incremento de 27% con respecto a 2012.

En 2013, Argentina exportó 7.507 toneladas de manteca de maní, con una disminución de 1.727 toneladas en 2014. Los principales destinos de este producto son: Israel (47%) y Australia (18%).

Para el ciclo 2013/14, una producción superior a las 927.000 toneladas en caja para Córdoba, San Luis y La Pampa, enfatizan un rendimiento en grano menor a 600.000 toneladas. Afortunadamente para Argentina se sigue demandando maní y aceite producidos en Córdoba desde China, a la vez que los productos con esta denominación de origen continúan expandiendo su frontera comercial en el sudeste asiático y los países árabes.

En Argentina, el complejo manisero se ubica principalmente en la provincia de Córdoba, el cual está casi exclusivamente dedicado a la exportación, con un mercado doméstico poco desarrollado, mientras que la industria exporta el 80% de su producción.

Cotizaciones de maní a nivel nacional

La figura 17 permite establecer una buena perspectiva económica en términos de la evolución positiva de la cotización de este producto, tanto para el maní industria como el producto de confitería. El incremento observado en el quinquenio 2010-2015 fue de 158%, con clara tendencia positiva. El precio industria oscila entre 70-80% del precio del producto para confitería.

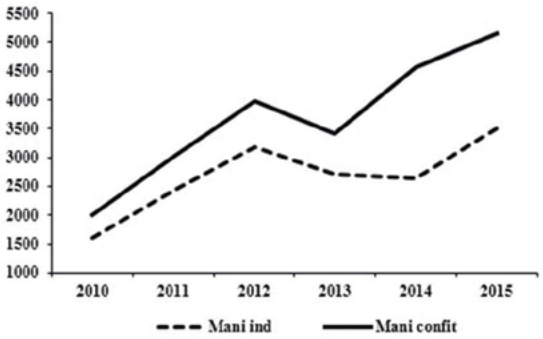


Figura 17. *Precios de maní industria (ind) y confitería (confit) en la provincia de Córdoba. Expresados en pesos argentinos por tonelada*

Fuente: Elaboración propia en base a datos de Bolsa de Cereales de Córdoba (2015)

Sin embargo, al considerar la cotización expresada en dólares (Figura 18), se observa una importante variabilidad de tipo cíclica, con un valor máximo en el año 2012. Es necesario destacar que si bien los demás commodities agrícolas experimentan actualmente una disminución de sus precios internacionales debido a distintos factores, el maní no muestra, hasta el momento, una caída equivalente.

En la campaña 2014/15, las perspectivas son buenas ya que es mejor tener mucha producción con precios que no son tan buenos, que tener precios muy altos y muy poca oferta que brindar al mercado. El sector enfrenta un mercado muy tranquilo, con una situación de demanda estática, ya que Estados Unidos tuvo una producción importante y China e India también lograron buenas producciones. Para 2015, las empresas de la región manisera, asumen un precio de 600 U$s por tonelada para comprar la mercadería al productor, un 17% menor al monto pagado en el ciclo anterior. Sin embargo, expertos del mercado granario, señalan que el USDA advierte que la actividad soja en Argentina en el ciclo 2014/15 sólo es viable como cobertura cambiaria, en virtud que los costos de producción se incrementaron y los precios de los granos disminuyeron. Pero los productores analizan la producción de ese ciclo no tanto a partir de esas variables, sino en función de la evolución del tipo de cambio y de la política gubernamental sobre exportaciones de granos.

En consecuencia, surge el interrogante sobre cuál cultivo generará una menor pérdida, o quizás un resultado favorable modesto. Ante este escenario y en respuesta a la pregunta, la opinión de los especialistas comerciales es que el cultivo de maní generará un resultado económico positivo importante en el ciclo 2014/15.

De todas maneras, no sólo hay que considerar la producción global sino también el saldo exportable con destino al mercado mundial, que en Argentina es muy significativo.

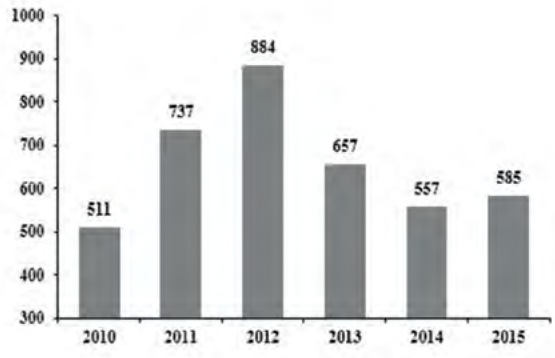


Figura 18. *Precios de maní en la provincia de Córdoba expresados en U$s/tonelada*
Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Bolsa de Cereales de Córdoba y Banco Central de la República Argentina (2015)

Panorama del precio de maní en el mercado internacional

La Argentina es un importante referente en la formación de precios del mercado internacional, por los altos volúmenes exportables y la reconocida calidad comercial del producto. El resultado de esta importante presencia en el comercio mundial, implica el ingreso al país de gran cantidad de divisas; mientras la producción ejerce una gran influencia en el desarrollo regional de Córdoba.

Cuadro 2. *Precios del maní en EE.UU. expresados en U$s/tonelada*

Estado	Julio 2011	Julio 2012
Alabama	1093	1492
Florida	1029	1460
Georgia	1039	1596
Mississippi	1016	sd
Nuevo México	1125	sd
Carolina Norte	1179	1596
Oklahoma	1211	sd
Carolina Sur	1129	1424
Texas	1234	2562
Virginia	1147	sd
Estados Unidos	1084	1600

Fuente: USDA (sd: sin datos)

Los valores del producto en el mercado internacional mostraron un notable incremento, del orden del 48%, en el último año señalado, sobre el cual incide el clima en gran medida por la sequía en EEUU. Según su Departamento de Agricultura (USDA), sembraron 35% más superficie que el año anterior, cubriendo 575.500 hectáreas y estimándose una producción de 2.138.690 toneladas. En este sentido, es importante mencionar que dicho incremento estuvo influenciado por bajos rendimientos debido a la falta de aporte hídrico en el cinturón manisero. En los tres principales estados productores (Georgia, Texas y Alabama), las condiciones de sequía afectaron al 90% de sus territorios.

Esta suba del precio en EEUU, también tuvo su correlato en el mundo (Cuadro 3), donde se identifica ese pico de cotización, aunque luego mostró una reducción de cierta magnitud, superior al 40% en los precios de inicios del ciclo 2014/15.

Cuadro 3. *Precios del maní en el mercado internacional expresados en U$s/tonelada*

Ciclo	Precio EEUU [1]	Precio Rotterdam [2]
2003/04	425	976
2004/05	402	915
2005/06	383	857
2006/07	394	1,128
2007/08	458	1,688
2008/09	517	1,204
2009/10	467	1,209
2010/11	508	1,792
2011/12	729	2,480
2012/13	635	1,391
2013/14	524	1,300
2014/15	454	1,360
Promedio 2003/13	**492**	**1364**

[1]US Farm Price, Inshell, USDA

[2]Rotterdam CIF; US Runners 40/50%, Shelled Basis, Oilworld

Fuente: Datos aportados por USDA y OIL WORLD (2015)

Respecto a las incidencias en el mercado mundial hacia futuro, deben considerarse algunas disposiciones aprobadas en Estados Unidos y la Unión Europea. En ese sentido, merece destacarse que en el marco de la crisis internacional, el país norteamericano aprobó una reforma que puede afectar, si la cosecha se complica, debido a que las ayudas oficiales son cruciales para los maniseros americanos históricamente ayudados por subsidios.

Además, la Comunidad Europea decidió modificar el esquema de su Sistema Generalizado de Preferencias (SGP). A partir de 2014, los países que tengan una renta per cápita superior a 4.000 dólares durante los últimos cuatro años, serán excluidos (Argentina, entre otros). Bajo el actual SGP, el maní confitería argentino ingresa libre de arancel. Los productos con mayor elaboración (que también están amparados) gozan de aranceles preferenciales de 7,7 y 8,4%, contra la tarifa normal de 11,2 y 12,8%.

También en materia de valores, el precio del aceite de maní tuvo su máxima expresión en 2012 y valores en el último ciclo 2014/15 por debajo del promedio 2003-2013 (Cuadro 4).

Cuadro 4. *Precios del aceite de maní en el mercado internacional (U$s/tn)*

Ciclo	Precio EEUU [1]	Precio Rotterdam [2]
2003/04	425	976
2004/05	402	915
2005/06	383	857
2006/07	394	1128
2007/08	458	1688
2008/09	517	1204
2009/10	467	1209
2010/11	508	1792
2011/12	729	2480
2012/13	635	1391
2013/14	524	1300
2014/15	454	1360
Promedio 2003/13	**492**	**1364**

[1]US Farm Price, Inshell, USDA

[2]Rotterdam CIF; US Runners 40/50%, Shelled Basis, Oilworld

Fuente: Datos aportados por USDA y OIL WORLD (2015)

Situación nacional

En materia de superficie sembrada es notorio el incremento logrado en el último quinquenio mostrando un promedio de 325.000 hectáreas, variación positiva del 70% con respecto al promedio del primer quinquenio de este siglo (187.000 ha).

Es importante destacar que la superficie sembrada superó las 411.000 hectáreas a nivel nacional en el último ciclo productivo, valor muy superior incluso a lo proyectado en el Plan Estratégico Agropecuario y Agroindustrial (PEAA) que estima para el 2020 una siembra del orden de las 240.000 ha (Figura 19).

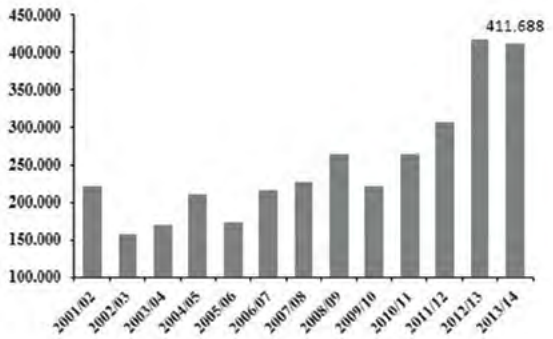


Figura 19. *Evolución de la superficie sembrada con maní en Argentina en hectáreas*
Fuente: Datos aportados por SIIA.

Cuando se analiza la evolución de la superficie cultivada con respecto al promedio de la década (Figura 20), se identifica una tendencia creciente notablemente superior a las cifras iniciales.

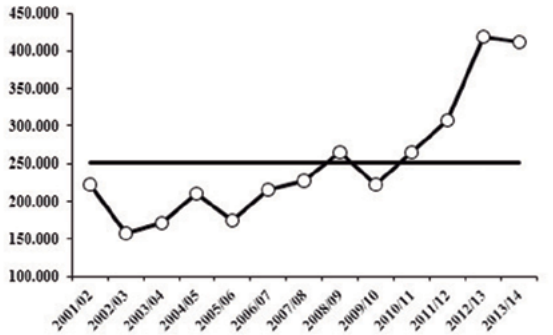


Figura 20. *Evolución de la superficie sembrada con maní en Argentina respecto al promedio de la última década (línea horizontal)*
Fuente: CAM y Bolsa de Cereales de Córdoba

En cuanto a la productividad, se observa un fuerte incremento, del orden del 34%, entre el último y el primer quinquenio de la década anterior (Figura 21); sin embargo, el crecimiento total del periodo fue del 70%. Se refleja así un aumento de inferior magnitud al observado en la superficie sembrada, pero logrando un piso de 27-28 quintales con una tendencia creciente considerable, en particular en la provincia de Córdoba. Esta evolución indica que la mayor producción lograda se debe principalmente al aumento de la superficie sembrada con este cultivo (Figura 20).

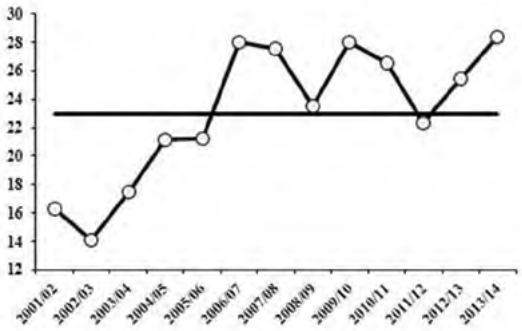


Figura 21. *Evolución del rendimiento promedio a nivel nacional (en quintales por hectárea)*
Fuente: Datos de SIIA

A pesar de algunas adversidades climáticas que ocasionaron daños y se traducirán en mermas de rendimiento, y de un contexto internacional no tan favorable, el cultivo de maní evoluciona favorablemente y Argentina tendrá un importante saldo exportable similar al de los últimos años. Esto constituye una buena perspectiva para la región, por el agregado de valor que aporta esta cadena productiva regional y el nivel de empleo que genera en la zona. Además, el sector industrial manisero dispondrá de un buen volumen para procesar con una calidad del producto apropiada a los requerimientos del mercado internacional. La estabilidad alcanzada en el saldo exportable indica un buen desempeño de la cadena manisera nacional, al lograr estabilidad en la oferta internacional; situación diferente a la actividad desarrollada por Estados Unidos, que en los últimos ciclos productivos obtuvo una producción muy variable. Este comportamiento productivo se relaciona con un importante aumento de superficie y rendimiento, en virtud de un fuerte avance tecnológico en genética y riego.

Para la provincia de Córdoba, en la campaña 2012/13, la Bolsa de Cereales de Córdoba estimó un incremento de 15.087 hectáreas, respecto al ciclo 2011/12 con una siembra total de 351.841 hectáreas, pese a los menores valores del producto a nivel internacional. Continuando con la provincia de Córdoba (Cuadro 5), en la campaña 2013/14 se sembró mayor superficie alcanzando las 344.041 hectáreas, con una suba interanual del 2,2 %. La estimación de la superficie sembrada del ciclo 2014/15 en Córdoba es de 349.407 hectáreas, un 2% superior al ciclo anterior, según registros de la Bolsa de Cereales de la provincia.

Evidentemente, estos incrementos en el último quinquenio, se deben a que el sector mantuvo fuertes inversiones tanto en tecnología para la producción primaria, como en la ampliación de su capacidad industrial instalada.

Cuadro 5. *Superficie sembrada de maní por provincia (en hectáreas)*

	Campaña 2012/13	Campaña 2013/14
Córdoba	351.841	344.041
La Pampa	15.860	13.600
San Luis	19.465	11.800
Total de las tres provincias	387.166	383.116
Total del país	418.063	411.688

Fuente: Datos aportados por SIIA y Bolsa de Cereales de Córdoba

Analizando los principales aspectos de Córdoba (Cuadro 6), se observa que en las últimas tres campañas el rendimiento viene disminuyendo como así también la producción en caja y en grano, a pesar de una mayor superficie sembrada.

En materia de rendimientos, es importante mencionar que la relación grano/caja de la campaña 2011/12 fue de 65/35, algo alejada del teórico 70/30, lo que se explica fundamentalmente por las condiciones de sequía y altas temperaturas. En el marco de esta evaluación, el sistema de información agroeconómica de la Bolsa de Cereales estimó una relación más elevada de 67,5/32,5 para el ciclo 2013/14.

Cuadro 6. *Superficie sembrada, rendimiento y producción del cultivo de maní en Córdoba (ciclos 2011/12, 2012/13 y 2013/14)*

	2011/12	**2012/13**	**2013/14**
Superficie sembrada (hectáreas)	336.391	351.841	344.041
Rendimiento en caja (q/ha)	28,2	27,2	27,0
Producción en caja (toneladas)	948.806	937.756	915.971
Producción en grano(toneladas)	621.289	602.306	618.692

Fuente: Datos aportados por Bolsa de Cereales de Córdoba

En términos provinciales, Córdoba, La Pampa y San Luis concentran el 93% de la producción nacional (Figura 22), lo que señala su importancia en la cadena manisera.

Es importante destacar que otras provincias como Salta y Santa Fe se inscriben en la siembra del maní a nivel nacional, aunque con menor número de hectáreas, en particular la primera de ellas que alcanza las 9.000 hectáreas, aproximadamente.

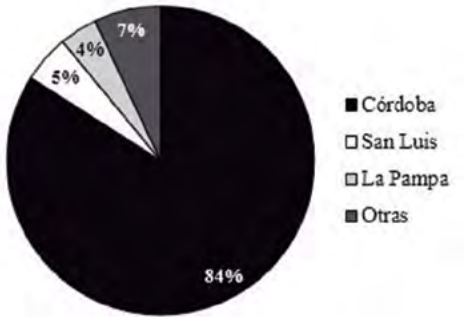


Figura 22. *Distribución relativa de la superficie sembrada con maní por provincias en Argentina*
Fuente: Datos aportados por SIIA y Bolsa de Cereales de Córdoba

Ante los incrementos de la superficie cultivada y del rendimiento se observa, en consecuencia, una fuerte ampliación de la producción, superior al 80%, de la mano de un importante paquete tecnológico y del factor climático (Figura 23).

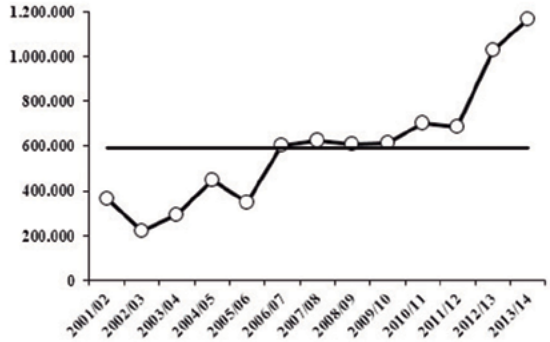


Figura 23. *Evolución de la producción nacional de maní en toneladas*
Fuente: SIIA y Bolsa de Cereales de Córdoba

A nivel nacional, se destaca la elevada concentración de la superficie sembrada con este producto, con el liderazgo de la provincia de Córdoba, que concentra algo más de 80% del total nacional en superficie y producción. En esta provincia, se localizan además, las actividades de comercialización, selección y acondicionamiento del producto confitero e industrializado.

Es decir, que Córdoba reúne la gran mayoría de los agentes económicos involucrados en el complejo manisero y sus principales actividades y funciones, lo que establece excelentes condiciones para un encadenamiento competitivo de gran desempeño.

El aporte de Argentina al mercado mundial en el ciclo 2013/14 superior al millón de toneladas, le ha permitido incrementar su participación mundial en el mercado del 2,0 al 3,0%. De esta manera, ante un aumento de la producción de maní mayor al 20% y la elevada proporción que Argentina exporta (80% de la misma), los informes del USDA señalan al país como el principal exportador

mundial de maní de alta calidad y de aceite de maní, y el principal proveedor de maní comestible de la Unión Europea. En este contexto, si bien los precios disminuyeron en el último ciclo, continúan con valores superiores al promedio histórico.

También se puede establecer, como se mostró anteriormente, que en los últimos años el maní aumentó su rendimiento y la calidad del mismo, lo cual contribuyó al posicionamiento a nivel mundial, con productos exportados para el consumo humano que exigen elevada calidad

Así mismo del total producido, se destaca más del 70% orientado a maní confitería con destino de exportación para consumo humano, un 20% destinado a la industria aceitera y menos del 10% de venta al exterior como grana para su uso en repostería o elaboración de manteca. Este desempeño en el mercado mundial lo convierte en el principal exportador del rubro considerando toda la gama de sus productos pero posicionándose como el primer vendedor mundial de maní de alta calidad.

Encadenamiento productivo como estrategia competitiva

El escenario actual, que emerge tras la crisis global, plantea el desafío de nuevas visiones y el rediseño de las estrategias. Este escenario de demanda creciente y cambiante, mercados que se reacomodan y consumidores cada vez más exigentes en calidad y normas de seguridad alimentaria, obliga a generar y fortalecer una nueva forma de asociación con mayor dinámica en sus sinergias.

En esta situación, la producción primaria y la industria promovieron la conformación de un nuevo tipo de agrupamiento, que involucra además al sector público con base en la acción del gobierno provincial y gobiernos municipales de más de 30 localidades.

De esta manera, se inició la conformación del cluster manisero de Córdoba con el fin de trabajar en la consolidación de destinos no tradicionales y la promoción de sus exportaciones a través de una mayor y más agresiva presencia en ferias y misiones comerciales. También se hace necesario asumir el desafío de diversificar la oferta exportable, desarrollar nuevos productos y ampliar los objetivos de la investigación científica.

Además, la innovación tecnológica que presenta el sector, es resultado de un importante aporte de investigadores que desarrollan sus estudios en instituciones como INTA y las Universidades Nacionales de Córdoba y Río Cuarto, principales promotores del desarrollo tecnológico que actualmente presenta la cadena. En ese marco, se orientan los avances de los fabricantes de maquinaria, los aportes varietales realizados por los semilleros, incluyendo los laboratorios y proveedores de numerosos servicios.

De esta manera, la promoción en el agregado de valor se sustenta en la innovación, con importantes sinergias que exhiben los actores de toda la cadena para generar un cluster de importancia regional y gran nivel competitivo.

La capacidad para lograr calidad de productos ha sido uno de los pilares del éxito alcanzado por la industria manisera argentina en el mercado internacional basado en el desarrollo de una industria orientada a la exportación, con capacidad de anticiparse y responder eficazmente a los requerimientos del mercado. En ese sentido, la última estrategia implementada radica en diferenciar sus productos en el mercado mundial para imponer su marca de origen con certificación mediterránea.

Además, en términos sociales se genera una importante cantidad de puestos de trabajo directo en unos 30 pueblos rurales del sur de Córdoba, siendo en muchos casos, la principal fuente de empleo. Así, se estima una capacidad de captación de mano de obra en forma directa cercana a los 12.000 trabajadores (CAM, 2011).

El complejo manisero reinvierte en su zona de origen con gran efecto multiplicador en la economía regional, con gran parte de su renta reinsertada en infraestructura, ciencia y tecnología, capacitación de la fuerza laboral y maquinaria.

Hasta la actualidad, el cluster se destacó por el diseño de un plan estratégico de largo plazo que conjugue la excelencia productiva, la innovación y la eficiencia con la sustentabilidad integral. Se complementó con grandes inversiones y esfuerzos logísticos del sector más la aprobación de la ley Nº 10.094, de protección a la producción regional. Esta ley provincial, sancionada en 2012, protege a los productos maniseros a través de la denominación "Maní de Córdoba" y mediante un sello que garantiza calidad premiun, en un nivel que responda a las exigencias internacionales. Este compromiso, garantiza que se trata de un producto cultivado bajo normas de calidad con sustentabilidad ambiental, económica y social por Buenas Prácticas Agrícolas, con un proceso de BPM, HACCP[6], u otros sistemas, sin contaminantes, y con una composición química y nutricional, específica e inherente a su procedencia geográfica.

Entre las fortalezas que presenta la cadena manisera, puede destacarse la articulación entre los diferentes integrantes de la cadena y el buen nivel tecnológico que emana de la misma en su conjunto; en especial por el grado de innovación que se genera en el sector productivo ante la importante capacitación de los productores y técnicos. Ello es complementado por las condiciones agroecológicas poco propicias para el desarrollo de aflatoxinas con la existencia de mecanismos de prevención, control y segregación en caso de contaminación. Lo cual es certificado por laboratorios que desarrollan normas de calidad ISO y que legitima productos de reconocida e importante calidad a nivel internacional.

Asimismo, estos aspectos se complementan con una importante presencia de instituciones del ámbito gubernamental, científico, empresarial y profesional que permiten consolidar la conformación del cluster manisero.

Entre las limitantes de la expansión del complejo, se menciona la fuerte competencia de la soja, con altos costos de implantación y un fuerte proceso de arrendamiento en virtud que la gran mayoría de las hectáreas sembradas con maní se realizan en campos arrendados.

En lo comercial, se puede identificar la elevada dependencia del mercado externo ya que buena parte de la producción va dirigida a ese destino, lo cual plantea reforzar la estrategia para ampliar el mercado interno.

Argentina sigue siendo el principal oferente del mercado, ya que en maní blancheado, Estados Unidos exporta a Europa 10 veces menos que Argentina. Por lo que a pesar de todas las dificultades y con una fuerte competencia, este encadenamiento ocupa un lugar preponderante en el mercado internacional, en particular en el ámbito europeo.

Estas demandas exigirán nuevas innovaciones que requerirán incrementar las partidas destinadas a investigación y desarrollo en instituciones y empresas del sector.

[6] Análisis de Pelidros y Puntos de Control Críticos (por su sigla en inglés)

El mayor desempeño competitivo de este cluster, será clave para enfrentar la fuerte competencia que proviene de Estados Unidos. El encadenamiento nacional logró mayor eficiencia para superar las contingencias internas y la competencia asimétrica con el farmer (productor) norteamericano, ya que Estados Unidos tiene un nuevo programa que promueve la producción a base de subsidios.

La política comercial diseñada por el sector nacional, centrado en especializarse en la legislación de los países importadores y en un excelente sistema de calidad, permitió aumentar el número de países de destinos y el valor de las exportaciones.

Esta reingeniería comercial, se basa en las mayores exigencias de los consumidores con relación a la seguridad alimentaria, ya que no sólo se requiere un producto saludable sino seguro, y por ello la legislación incorpora cada vez más aspectos en este campo. Esto consolidará la capacidad competitiva de la cadena, en términos de la denominada Rivalidad Ampliada, concepto aportado por Porter (2002).

Estas estrategias están enmarcadas en el Plan Estratégico (PE), elaborado en 2013, con nueva visión: "un sector unido y proactivo, que se consolida por la imagen confiable de sus productos con valor agregado y de alta calidad, por su inversión en innovación tecnológica y reconocimiento local, nacional e internacional, consolidado en el crecimiento continuo y que promueve el desarrollo social y económico".

Finalmente, la CAM propuso reconocer al maní como una economía regional, que lo excluya del régimen de la ley de granos 21.453 en la cual se le otorga el mismo tratamiento que a las commodities, siendo que el maní es un producto diferenciado, industrializado y con gran contenido de valor agregado. Además, planteó la creación del Fondo Nacional del Maní con el objeto de apoyar la investigación científica que permita desarrollar un salto tecnológico que aumente la productividad y la competitividad del sector.

Bibliografía citada

Agüero, D. 2006. El mercado internacional y nacional de maní. Capítulo XV en: El cultivo de maní en Córdoba, E.M. Fernandez y O. Giayetto (Compiladores), Ed. UNRC. ISBN 950-665-407-7, 280 p.

Antuña, J. 2011. Mapa Agroalimentario Mundial. INTA. ISBN: 978-987-679-078-9.

Cámara Argentina del Maní. 2013. Caracterización del Cluster Manisero Argentino.

Porter, M. 2002. Ventaja Competitiva. Ed. SL. ISBN 9789702402039.

SENASA. 2015. Oficina de Estadísticas de Comercio Exterior.

Sistema Integrado de Información Agropecuaria (*SIIA) 2014. Series de tiempo de estadísticas agropecuarias. Ministerio de Agricultura*, Ganadería y Pesca de la Nación.

USDA Foreign Agricultural Service (FAS) 2014. Oilseeds: World Markets and Trade. http://www.todomani.com.ar. Consultado: Enero de 2015.

Capítulo 21. Huella de carbono de la cadena del maní de Córdoba[1]

Rodolfo Bongiovanni, Leticia Tuninetti y Guillermo Garrido

Recientemente ha cobrado importancia en la opinión pública el cambio climático, o aumento de la temperatura media global, de la atmósfera terrestre y de los océanos. Este calentamiento global es el resultado del aumento en la concentración de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmosfera, principalmente CO_2, CH_4 y N_2O, que suele ser explicado por la actividad del hombre.

Para hacer frente a este problema existen dos estrategias posibles: 1) Adaptarse al cambio; ó 2) Mitigar las emisiones. Si se decide seguir la segunda estrategia, como la más lógica, el primer paso es cuantificar las emisiones de dichos GEIs en las diferentes etapas de los procesos productivos, expresándolas en términos de CO_2 equivalente, lo que se conoce como Huella de Carbono, y forma parte del Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Este análisis puede permitir a los productores optimizar procesos o puntos críticos para reducir la huella, y a los consumidores les permite decidir qué alimentos comprar en base a la contaminación generada.

El objetivo de este trabajo es conocer la huella de carbono de la cadena del maní producido e industrializado en la provincia de Córdoba, con la finalidad de identificar las actividades que generan los mayores impactos y que tienen el mayor potencial de mejora. Desde el punto de vista de la cadena, interesa la potencialidad de esta metodología para determinar puntos críticos y poder plantear alternativas tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia, bajo la mirada de la sustentabilidad.

Como antecedente de estudios similares en maní, se puede mencionar el del American Peanut Council Sustainability Initiative (2010), y el del Environmental Working Group (2011).

El análisis está destinado a los diferentes actores de la cadena del maní: productores agrícolas, productores industriales, cámaras, asociaciones vinculadas, etc., quienes podrán utilizar los resultados: a) para que las propias empresas trabajen en la mejora continua de la gestión ambiental interna; b) para comparar el desempeño de la cadena del maní con productos alternativos, o con las mismas cadenas en otros países; c) como herramienta de marketing, competencia, y diferenciación; d) para brindar información a los consumidores, a los mercados nacionales/internacionales (huella de carbono u otros impactos); o e) como herramienta para gestionar políticas de apoyo al sector y/o a la región.

[1] Proyecto “Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales” del INTA, programa cultivos industriales, convenio INTA-INTI. Los datos fueron provistos por empresas asociadas a la Cámara Argentina del Maní, en base a una carta acuerdo entre el INTA y la Fundación Maní Argentino.

Método

El ciclo de vida de un producto normalmente comienza cuando los recursos naturales son extraídos (por ejemplo minería) o producidos (por ejemplo producción agropecuaria); luego esta materia prima se transporta y procesa para ser usada o consumida, y finalmente termina con la disposición final del residuo; y a veces se incluye el reciclado o reúso.

En cada fase del ciclo de vida de un producto, existen emisiones y consumo de recursos. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una técnica de relevamiento y análisis de datos (emisiones y consumos) de las etapas necesarias para que el producto sea producido, utilizado y finalmente descartado. Esta técnica evalúa los aspectos ambientales e impactos potenciales de un producto, un proceso o de un servicio, a lo largo de un periodo de tiempo.

El ACV puede considerarse como la primera y única metodología de evaluación ambiental estandarizada internacionalmente (normas de la serie ISO 14040). Esta norma contiene en cuatro partes, la definición del objetivo y alcance, el inventario, la evaluación de impacto, y la evaluación de la mejora.

Un ACV puede ser conducido tanto por empresas buscando mejorar su competitividad, como por el Estado o instituciones, que buscan beneficios para la comunidad. Es una herramienta que ayuda a tomar decisiones. Las posibles aplicaciones del ACV son múltiples, a continuación se presenta un listado de casos para los que se identificó ha sido utilizado.

El sector productivo lo puede usar para:

- Brindar una visión integral del impacto ambiental de un producto.
- Mejorar la imagen de la compañía, en un contexto de creciente demanda de información ambiental por parte de los consumidores.
- Complementar a herramientas más difundidas como Producción más Limpia (PL), Gestión Ambiental Rentable (GAR).
- Mostrar posibles reducciones de costos a través del uso más eficiente de recursos energéticos y materiales.
- Identificar reducciones de merma de producto, en los procesos de producción y distribución.
- Proponer argumentos y herramientas para la revalorización de subproductos y desechos a través del reciclado o la reutilización.
- Mostrar, dentro de las opciones disponibles, qué método de producción, de distribución y tipo de tecnología es más apropiado en términos ambientales.
- Mostrar, dentro de las opciones disponibles, qué etapas del ciclo de producción-consumo son las que mayor impacto ambiental generan.
- Comparar entre materias primas y embalajes alternativos.
- Comparar un producto o servicio con el de competidores o productos sustitutos.
- Comparar beneficios de la producción orgánica vs. producción tradicional.

- Propiciar la incorporación de prácticas de diseño y etiquetado ecológico.
- Brindar información de seguridad e higiene de las tareas que se desarrollan.
- Adaptarse a nuevas exigencias sobre ACV de diversos países o compañías.

El Estado lo puede usar para:

- Valorar la conveniencia de nuevas obras civiles de envergadura.
- Evaluar la promoción de productos, zonas industriales, entre otros.
- Reglamentar la producción, consumo y post consumo.
- (Des) alentar desarrollos tecnológicos de I+D de productos, procesos y servicios.
- Orientar la restricción-promoción de las importaciones/exportaciones con criterios de sustentabilidad ambiental.
- Informar a los consumidores (campañas de concientización, educación masiva)
- Aumentar la información disponible para elaborar Políticas Integradas de Desarrollo Sustentable.
- Aumentar la información disponible para tomar decisiones, que incorporen criterios ambientales, al momento de adquirir materiales, productos y servicios.
- Revisar parámetros que organicen el uso de suelo y preservación recursos naturales y construidos.

Los consumidores lo pueden usar para:

- Comparar tipos y marcas de productos y servicios.
- Comparar tecnologías que se usan.
- Comparaciones de envases y embalajes alternativos.
- Comparar productos sustitutos.
- Comparar producciones alternativas (orgánica vs. tradicional; de escala vs. artesanal; local vs. importado)
- Mejorar los hábitos/prácticas de consumo y de uso.
- Disponer de información ambiental sobre alternativas de disposición final de residuos.

Pasos en la elaboración de un Análisis de Ciclo de Vida

Para calcular el impacto ambiental de un producto, proceso o servicio usando la metodología Análisis de Ciclo de Vida (ACV), es necesario ejecutar una serie de pasos. En primer lugar se definen cuestiones relevantes, denominadas aquí “definiciones metodológicas”, que tienen que ver con los objetivos del proyecto, su alcance (límites del sistema en estudio), la unidad de medida (llamada

Unidad Funcional -UF-) para la cual son expresados los resultados y las categorías de impacto ambiental que se estudian.

Luego se arman los "inventarios ambientales", que incluyen todas las entradas y salidas de cada eslabón del proceso, que puedan afectar a través de algún tipo de impacto ambiental al medio ambiente. La información se colecta de fuentes primarias y secundarias, nacionales e internacionales y de diferentes años de generación.

La etapa de "análisis de inventario y obtención de resultados" consiste en agregar los datos de los inventarios ambientales para obtener resultados concretos de impactos ambientales. Este paso se lleva a cabo, en general, a través de un software de cálculo. Así se obtienen las contribuciones totales para cada categoría de impacto de cada etapa y de cada cadena.

Finalmente se exponen en este documento conclusiones y recomendaciones que se desprenden del análisis de los resultados obtenidos, y de los escenarios alternativos confeccionados.

Definiciones metodológicas

Objetivos

*General***:** Conocer el desempeño ambiental de la cadena del maní producido en la provincia de Córdoba, a través de la metodología de Análisis de Ciclo de Vida.

*Específico 1***:** Estimar la huella de Carbono de la cadena del maní de Córdoba.

*Específico 2***:** Estimar el uso de energía de la cadena del maní de Córdoba.

*Específico 3***:** Identificar las actividades que generan los mayores impactos y tienen el mayor potencial de mejora, para proponer o desarrollar tecnologías que permitan superar las ineficiencias detectadas.

Alcance

Es un estudio sectorial, orientado al conjunto de industrias maniseras de la provincia de Córdoba con características similares.

Como límites a lo largo se incluyen la producción primaria, el procesamiento industrial, y el transporte hasta el puerto. A lo ancho, el estudio abarca la energía y recursos requeridos para los procesos de la cadena del maní, desde su extracción hasta su utilización (Figura 1).

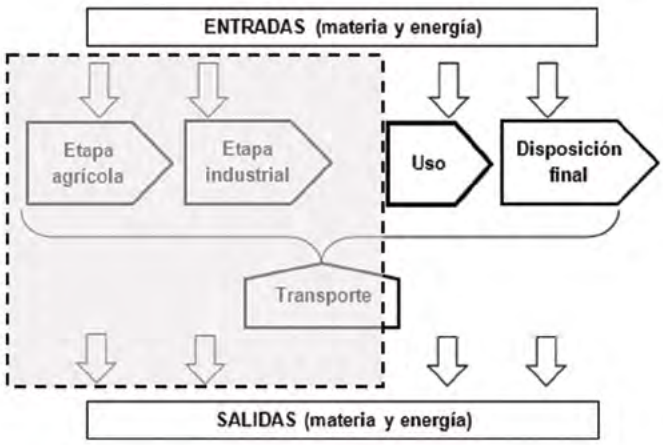


Figura 1. *Límites del sistema en estudio*

Geográficamente el estudio se sitúa en la región agrícola productora de maní, y en la zona donde se localizan las plantas de procesamiento instaladas en Córdoba; esto es la región sudoeste de la provincia.

Los datos de producción y procesamiento de maní fueron relevados para las campañas 2011-2012 y 2012-2013.

Los perfiles ambientales que complementan los datos relevados a campo, se toman de bases de datos internacionales con diferentes años de referencia (2000 a 2010). Esto se refiere a los perfiles de producción de agroquímicos, producción de combustibles, generación de energía eléctrica, entre otros.

Unidad Funcional (UF)

Son 1000 kg de maní en caja (sucio y húmedo por definición[2]) que salen del campo e ingresa a la industria.

Software de Análisis

Para este Estudio de Caso, se utiliza el software SimaPro 8, de origen holandés, creado y comercializado por PRE Consultants[3]. Este software permite modelar productos y sistemas desde la perspectiva del análisis de ciclo de vida. Permite construir modelos de un modo sistemático y transparente.

[2] El contenido de humedad del maní se determina al ingreso a planta, mediante un análisis del que puede resultar con alta humedad y requerir secado, o con humedad inferior al límite estipulado, y continuar hacia el almacenaje.

[3] Esta compañía de consultoría trabaja desde hace más de 20 años en temas relacionados a la sustentabilidad y Evaluación de ciclo de vida. El software es utilizado en la industria, institutos de investigación y consultoría en más de 80 países. http://www.pre-sustainability.com/content/about-pre

SimaPro viene integrado totalmente con la base de datos *Ecoinvent*[4], de amplio alcance internacional. Presenta datos de distintos países de Europa, promedios de regiones y datos de Latinoamérica. Posee también bases de datos, como *LCA FoodDatabase*, de origen danés[5] con datos de alimentos producidos y consumidos en Dinamarca; y *USLCI*[6], perteneciente al Laboratorio Nacional de Energías Renovables de Estados Unidos, con datos norteamericanos y canadienses.

La herramienta presenta distintos métodos de evaluación de impactos ambientales. Todas las bases de datos están totalmente armonizadas sobre la estructura, y encajan con todos los métodos de evaluación de impacto de SimaPro.

Impactos ambientales

Se estudia en primera instancia el calentamiento global o huella de carbono, que mide la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), expresadas en cantidad de CO_2, que son liberadas a la atmósfera como resultado de las actividades humanas en los eslabones del proceso que representa el ciclo de vida de un producto. El modelo se elabora con flexibilidad para incluir en el análisis otros impactos (uso del suelo, acidificación, potencial de toxicidad, etc.) que resulten de interés para los actores antes mencionados.

Descripción del sistema en estudio

Fase agrícola

En Argentina, los cultivares de maní disponibles pertenecen en su totalidad al tipo rastrero (*runner*). De acuerdo al lugar y a la fecha de siembra es posible elegir entre cultivares de ciclo completo (150-160 días a cosecha) o de ciclo corto (140-150 días a cosecha). Actualmente se dispone de cultivares de alto oleico, una característica muy deseada por los mercados compradores, ya que la elevada relación oleico/linoleico otorga a estos maníes mayor duración de los caracteres organolépticos deseables (Pedelini, 2008). La fecha de siembra aproximada es a partir del 15 de Octubre de cada año.

Durante el ciclo de cultivo se realizan pulverizaciones para el control de malezas, insectos y enfermedades.

La cosecha del maní es un proceso de dos etapas relacionadas, el arrancado y el descapotado, de modo que la eficiencia de la primera condiciona el resultado de la siguiente. Los productores pueden mantener o reducir la calidad durante cada uno de estas etapas, pero nunca podrán mejorar la calidad que no se ha logrado durante el periodo de crecimiento y desarrollo del cultivo.

La cosecha comienza con el arrancado, que consiste en arrancar, sacudir, y ubicar las plantas de varias hileras en una sola hilera, en forma invertida. Las cajas de maní quedan en la parte superior de dicha hilera, lo que permite un primer secado natural a campo por pérdida de humedad. El mejor momento de arrancado es cuando el cultivo tiene el porcentaje más alto de granos enteros maduros y el mayor rendimiento. El momento óptimo no es fácil de determinar, debido a que el maní es una

[4] http://www.ecoinvent.org/database/
[5] http://www.lcafood.dk
[6] http://www.nrel.gov/lci/

planta indeterminada y continúa emitiendo nuevos clavos y desprendiendo las vainas viejas hasta el momento de la cosecha o de la senescencia.

El descapotado es la operación mecánica que consiste en separar las vainas del resto de la planta, a través de una serie de procesos que se realizan dentro de la máquina descapotadora. Se realiza cuando la humedad del maní en la hilera desciende del 40-45% (al momento de arrancado) al 20-24%, después de 4 a 10 días de oreado (inicio del descapotado). Los restos vegetales vuelven al suelo, mientras que las vainas (cajas) se depositan en la tolva de la descapotadora.

En zonas susceptibles a la erosión hídrica o eólica, se suele realizar un barbecho verde con semillas de centeno o trigo, para generar una cobertura vegetal y proteger el suelo de los vientos de Agosto y lluvias de primavera.

Fase industrial

El maní se comercializa en vainas, principalmente a granel, y es transportado desde el campo en camiones. Al ingresar a la planta procesadora, los camiones son pesados en una báscula y se extrae una muestra según la Norma de Calidad para la Comercialización de Maní, Resolución 12/99 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Si no reúne los requisitos para maní confitería, no se admite la descarga y se destina a la industria aceitera. Si reúne los requisitos para maní confitería, se ingresa en planta, y se inician los procesos descriptos en la figura 2.

La pre-limpieza se realiza mecánicamente. Una máquina limpiadora típica cuenta con un sistema de aspiración y de zarandas.

El segundo proceso es el de secado mecánico. La humedad del maní se suele mantener por debajo del 10% para prevenir el desarrollo de hongos que producen aflatoxinas. Este contenido de humedad es difícil de alcanzar con el secado natural a campo, ya que también pierden humedad los tallos y las cajas, lo que reduce la eficiencia de la descapotadora. El secado normalmente se realiza en acoplados-tolva secadores con doble fondo, por el que se insufla aire natural (turbina) o caliente (turbina con un quemador), dependiendo de la humedad ambiental. El maní se seca hasta alcanzar el 10% de humedad.

El proceso de limpieza también se realiza mecánicamente con una máquina equipada con un sistema de aspiración y de zarandas. El flujo de material a limpiar recibe una primera aspiración, que evita la formación de polvillo. Luego, una segunda aspiración remueve polvillo, ramas, hojas, cajas rotas y prepara el material para la clasificación que se hace a través de diferentes tipos de zarandas. Un tercer proceso de aspiración, combinado con cribas ajustables, permiten que el maní pase a través de las aperturas, y que los cuerpos extraños sean barridos.

Las cajas (vainas) limpias que salieron de la máquina de limpieza pasan al descascarado. Esta sección está equipada con cilindros descascaradores y cóncavos reemplazables. Simultáneamente, un sistema de aspiración remueve el polvillo y los fragmentos de vainas, equipado con una trampa para granos para evitar que se pierdan granos. Las vainas aspiradas caen a una expansión de la cámara de aspiración (ciclón), saliendo fuera del circuito. Este material es retirado por camiones.

El maní obtenido del proceso de limpieza es sometido a la selección, que consta de tres etapas, según el grado de precisión: (A) Selección por vibradoras, donde las máquinas separan por diferencia

de peso específico los granos sanos y los granos enteros, de los granos con moho, brotados o podridos, y los cuerpos extraños. (B) Selección electrónica, donde las máquinas electrónicas policromáticas separan los granos fuera de estándar, destinándolos a la industria aceitera. (C) Selección por tamañadoras, donde la selección se hace en base al tamaño y las máquinas separan los granos de diferente calibre (número de granos por onza).

El producto de esta etapa que es el maní confitería, se envasa en big-bags (o bolsas de 25-50 kg) y se almacena en cámara de frío hasta su despacho.

El maní confitería obtenido puede ser blancheado. Para esto se transporta a una tolva de horno, atravesando cuatro zonas de calor con temperatura en forma ascendente entre 75º y 90ºC. Luego atraviesa dos zonas a temperatura ambiente, que permite la contracción del grano y el desprendimiento de la piel. El maní es alimentado a las peladoras que consisten en rolos con superficie rugosa para retener y aspiran la piel. Luego es alimentado a la electrónica (seleccionadora bricromática) la cual separa maní con daños visibles. El primer rechazo de la electrónica es transportado en elevador hasta la tolva que alimenta nuevamente al pelador, el segundo rechazo de electrónica es transportado en elevador y embolsado como maní industria. El maní aceptado por la electrónica se transporta hacia el elevador de embolse. El maní atraviesa una zaranda que separa el maní entero del partido. Dicha zaranda al ser vibratoria actúa también como transporte. Al final de la misma se encuentran colocadas trampas magnéticas para la retención de metales ferrosos. Finalmente, se transporta a tolva de embolse de maní entero o tolva de maní partido.

Construcción del modelo sectorial

Para la elaboración de este trabajo se relevaron cinco industrias procesadoras de maní de la provincia de Córdoba. La producción sumada de estas cinco empresas representa el 46% del total del sector, siendo 470,000 t de maní sucio y húmedo. El producto final obtenido son 223,000 t de maní confitería y blancheado.

Para armar un modelo sectorial representativo, se calculó para cada valor del inventario un promedio ponderado con los valores de las industrias relevadas, de acuerdo a su participación en el mercado.

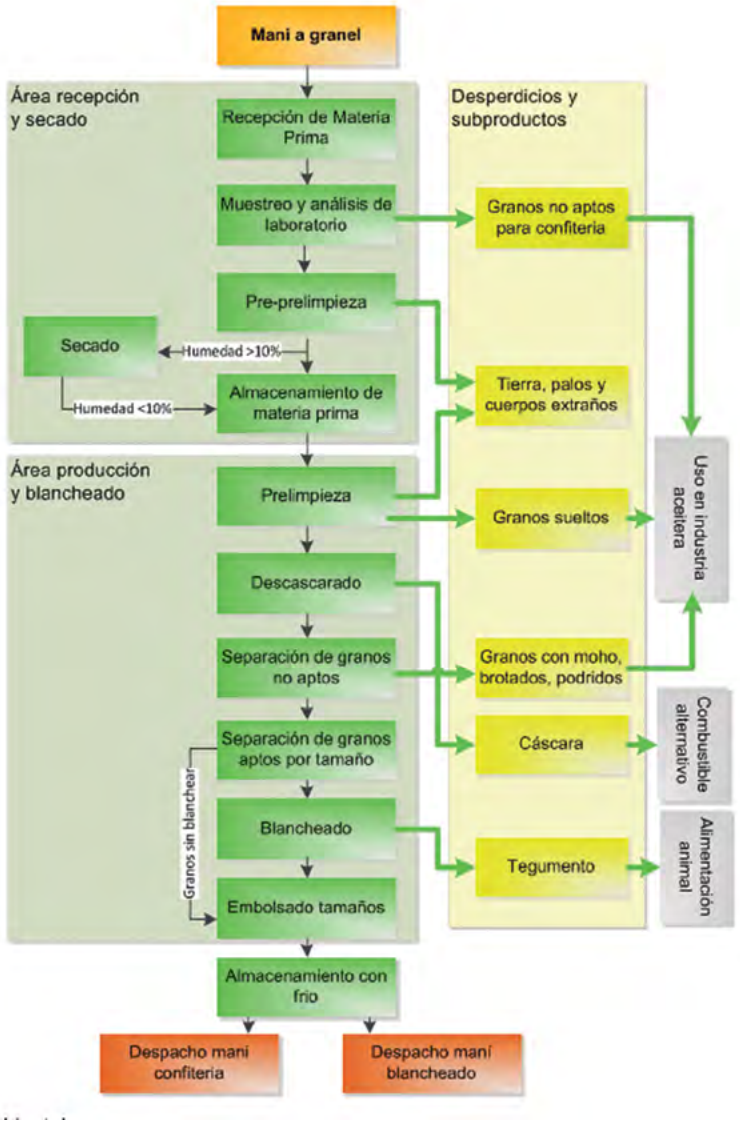


Figura 2. *Operaciones dentro de la planta procesadora de maní*

Los inventarios ambientales se armaron con datos de diferentes orígenes. Por un lado, la información referida a la fase agrícola se obtuvo de relevamientos a campos de la región productora de maní de la provincia de Córdoba. También se visitaron cinco plantas industriales de maní, que proveyeron información de los procesos de recepción, secado, descascarado y blancheado.

Además de estas fuentes primarias de información, algunos perfiles ambientales de base, como los de uso de energía eléctrica, producción y consumo de combustible diesel, producción y consumo de gas natural, entre otros, se tomaron de la base de datos EcoInvent del software Simapro 8. A continuación se describen los distintos datos asumidos y su justificación en cada caso.

Fase agrícola

Como se mencionó, el maní se siembra en el Centro-Sur de la provincia de Córdoba y también en el Norte de La Pampa y el Este de San Luis. Para este estudio se consideró solo el maní originado en Córdoba y se visitaron seis productores, de los cuales se obtuvo la información para el armado de los perfiles ambientales.

Fijación de CO_2

La cantidad de CO_2 fijada por los cultivos depende de su materia seca. El valor se asume en 1,47 g de CO_2/g de materia seca del cultivo[7]. La materia seca del maní es -en promedio- de 1,5 t MS/ha; por lo tanto la fijación de CO_2 en el cultivo de maní fue de 2,205 t de CO_2/ha.

También se consideró la fijación de CO_2 por parte del verdeo de cobertura que se hace luego de la cosecha del maní. La materia seca del centeno es de 3,437 t MS/ha; por lo tanto la fijación de CO_2 en el verdeo de cobertura fue de *5,05 t de CO_2/ha*.

Finalmente, se obtiene una fijación total para una ha de campo sembrada con maní y luego con centeno como verdeo de cobertura, de 7,25 t de CO_2/ha.

Poder calorífico[8]

No se consideró el poder calorífico del maní, debido a que no es un cultivo energético.

Siembra

La ocupación de suelo, por tonelada de maní producido, depende del rendimiento del suelo de la zona. Si bien se relevaron los valores de productividad en las visitas a campo realizadas, se definió tomar un valor medio, que represente a todo el sector. El valor definido es 3,05 toneladas/ha (Bolsa de Cereales de Córdoba, 2013). Se asume que existe una rotación de cultivos de maní-verdeo de cobertura / maíz / soja.

La semillas se consideraron los mismos granos de maní, que son previamente clasificados y seleccionados por las propias empresas procesadoras, los cuales reciben, previo a la siembra, un tratamiento con un polímero (Pelleteado/coating)[9] y un fungicida[10]. La cantidad de semilla sembrada es -en promedio, 128 kg/ha ó 42 kg/tonelada de maní cosechado, dato relevado en las visitas a campo.

Las semillas son embolsadas en las mismas bolsas *big bags* que transportan el maní confitería. Estos envases son devueltos y vueltos a usar, hasta que se rompen o descartan por alguna razón. Se considera que cada bolsa se usa 1,5 veces antes de ser descartada.

Las semillas son transportadas en camiones desde las plantas industriales hasta los campos, 369 km considerando la ida y la vuelta.

[7] EcoInvent-report N° 15, pag. 40.
[8] EcoInvent-report N° 15, pag. 39.
[9] Se usan 2.5 litros/tonelada. Formulación 100%, densidad 2.04 g/ml. http://es.beckerunderwood.com/media/products/resources/Flo_Rite_1127_Concentrate_Technical_BE165ABC921AD.pdf
[10] Se usan 2.5 litros/tonelada. Formulación 20%, densidad 1.36 g/ml. http://www.rotamargentina.com.ar/web-2011/files/VITAVAX_FLO_Argentina_5litros_01julio2011_Romano735.pdf

La operación de siembra se lleva a cabo con una sembradora Pierobon de siembra directa, con 16 surcos a 0,70m, arrastrada por un tractor Valtra doble tracción, de 180 HP, que funciona con combustible diesel. Para armar el perfil ambiental de la siembra se tomaron los perfiles de EcoInvent de los equipos "tractor[11]" y "maquinaria agrícola[12]", con un consumo de combustible relevado que asciende a 7,7 l/ha. Además se considera la ocupación de una parte de un cobertizo donde se resguardan las máquinas de las inclemencias climáticas.

Durante la quema del combustible se producen emisiones atmosféricas; la composición y cantidad de estas emisiones se tomaron del perfil de EcoInvent "*planting*" (siembra).

Asistencia técnica

La asistencia técnica incluye visitas de recorrida, de reconocimiento de malezas para control, de mensura y planimetría, viajes para trasladar los agroquímicos en cada una de sus aplicaciones, control del cultivo y viajes durante la cosecha. Se considera el uso de una camioneta y combustible diesel.

Pulverización

Esta operación se lleva a cabo con una pulverizadora autopropulsada, que funciona con combustible diesel. Para armar el perfil ambiental de la siembra se tomaron los perfiles de EcoInvent de los equipos "tractor[13]" y "maquinaria agrícola[14]", con un consumo de combustible relevado que asciende a 4,5 l/ha. Además se considera la ocupación de una parte de un cobertizo donde se resguardan las máquinas de las inclemencias climáticas.

Durante la quema del combustible se producen emisiones atmosféricas, la composición y cantidad de estas emisiones se tomaron del perfil de EcoInvent "*application of plant protection products, by field sprayer*".

Las empresas relevadas realizan diferente cantidad de pasadas (entre siete y nueve). Como ejemplo se muestra en el Cuadro 1 la combinación de agroquímicos utilizados por una empresa, que hace ocho tratamientos.

El agua es utilizada para mezclar con los agroquímicos y para la limpieza del equipo. Se usan -en promedio- 1280 litros/ha durante todo el ciclo de cultivo, incluyendo la limpieza del equipo. El efluente resultante de la limpieza del equipo se redistribuye en el lote con la misma pulverizadora.

Los productos agroquímicos utilizados son los que se muestran en el cuadro 1. Las cantidades se relevaron en las visitas a campo.

Los envases de agroquímicos pueden tener diferentes destinos. En algunos casos quedan distribuidos en los propios campos sin un destino cierto, en otros, se entregan para su reciclado. Para este estudio de caso, se consideró a los envases como residuo sólido tóxico, con una generación de 0,5 kg por hectárea.

Cuadro 1. *Paquete de tratamientos con agroquímicos realizados por una empresa*

[11] Los datos asumidos del perfil son un peso de 9000 kg y una vida útil de 15 años para el tractor.
[12] Los datos asumidos del perfil son un peso de 5700 kg y una vida útil de 20 años para la sembradora.
[13] Los datos asumidos del perfil son un peso de 9000 kg y una vida útil de 15 años para el tractor.
[14] Los datos asumidos del perfil son un peso de 5750 kg y una vida útil de 15 años para la pulverizadora.

Función	**Producto**	**Dosis**		**Formulación**
Barbecho	Glifosato Ultramax (granulado)	1,5	kg/ha	67,90%
10-ago	2-4D ester	0,5	l/ha	79%
	Corrector agua Nova	0,03	l/ha	62,20%
	Adherente Sulfaplus+Lemur	0,5	l/ha	100%
	Spider (diclusuran) (polvo soluble)	0,015	kg/ha	84%
Preemergente	Glifosato Ultramax (granulado)	1	kg/ha	67,90%
10-oct	2-4D ester	0,4	l/ha	79%
	Corrector agua Nova	0,03	l/ha	62,20%
	Acetoclor	1,5	l/ha	75,90%
	Spider (diclusuran) (polvo soluble)	0,015	kg/ha	84%
Post-emergente	Cadre (polvo soluble)	0,072	kg/ha	70%
25-nov	24-DB	0,4	l/ha	76%
Fungicida 1	Opera	0,75	l/ha	13,30%
02-ene				5%
Graminicida	Halox	0,5	l/ha	12,50%
20-ene	Corrector agua Nova	0,03	l/ha	62,20%
	Aceite mineral Version (de Nova)	1	l/ha	100%
Fungicida 2	Opera	0,75	l/ha	13,30%
23-ene				5%
Herbicida hoja ancha	Lactofen (Cobra)	0,5	l/ha	23,30%
10-feb	24-DB	0,5	l/ha	76%
	Adherente Supernova	0,1	l/ha	48%
Fungicida 3	Opera	0,75	l/ha	13,30%
23-feb				5%

Las emisiones atmosféricas derivadas de la aplicación de agroquímicos no fueron tenidas en cuenta para este estudio de caso, dado que las emisiones que se producen a posteriori de que el agroquímico haya alcanzado su objetivo, es un fenómeno que aún no ha sido debidamente estudiado.

En cambio, sí se consideró que todos los pesticidas aplicados durante la etapa agrícola, generan emisiones al suelo[15]. Las cantidades de pesticidas usados como entradas, son simultáneamente calculados como salidas (emisiones al suelo).

Los pesticidas se consideran en el local de venta con el 100% de principio activo y sin *packaging*. De acuerdo a la información de la base de datos EcoInvent[16], la formulación y el packaging tienen una muy baja contribución al total de energía consumida durante la producción del pesticida.

[15] EcoInvent-report N° 15. Pag. 139 y 152
[16] EcoInvent-report N° 15. Pag 103

Cosecha: arrancado y descapotado

El arrancado se lleva a cabo con una arrancadora – invertidora y un tractor de doble tracción. El combustible utilizado es diesel. Para armar el perfil ambiental de la siembra se tomaron los perfiles de EcoInvent de los equipos "tractor[17]" y "maquinaria agrícola[18]", con un consumo de combustible relevado que asciende a 13,2 l/ha. Además se considera la ocupación de una parte de un cobertizo donde se resguardan las máquinas de las inclemencias climáticas.

El descapotado se lleva a cabo con una descapotadora de arrastre, doble hilera (8 surcos) y un tractor de doble tracción. El combustible utilizado es diesel. Para armar el perfil ambiental de la cosecha se tomaron los perfiles de EcoInvent de los equipos "tractor[19]" y "maquinaria agrícola[20]", con un consumo de combustible relevado que asciende a 16,5 l/ha. Además se considera la ocupación de una parte de un cobertizo donde se resguardan las máquinas de las inclemencias climáticas.

Durante la quema del combustible se producen emisiones atmosféricas, la composición y cantidad de estas emisiones se tomaron del perfil de EcoInvent *"harvesting, by complete harvester, potatoes*"

Barbecho verde (verdeo de cobertura)

Se considera que el 46% siembra al voleo, el 48% con sembradora y el 6% no hace barbecho. El promedio de semillas por hectáreas efectivamente sembradas es de 33 kg/ha u 11 kg/t de maní cosechado. Esta operación se lleva a cabo con un equipo y un tractor que funciona con combustible diesel. Para armar el perfil ambiental de la siembra se tomaron los perfiles de EcoInvent de los equipos "tractor[21]" y "maquinaria agrícola[22]". Además se considera la ocupación de una parte de un cobertizo donde se resguardan las máquinas de las inclemencias climáticas.

Durante la quema del combustible se producen emisiones atmosféricas, la composición y cantidad de estas emisiones se tomaron del perfil de EcoInvent "*fertilising by broadcaster*"

Fase industrial

El maní cultivado en la zona sureste de la provincia de Córdoba es procesado industrialmente en la misma zona, en las plantas industriales ubicadas en localidades como General Cabrera, General Deheza, entre otras.

Transporte campo - industria

El traslado del maní desde los campos hasta las plantas procesadoras se realiza en camiones de alrededor de 22,5 toneladas. La distancia recorrida se asumió en 369 km, que es valor medio estimado ida y vuelta (los camiones van vacíos al campo y retornan llenos a su origen).

Recepción, pre-limpieza, acopio y secado

El maní ingresa a la planta, y de acuerdo a su humedad es secado. Debido a que se ha relevado que para el secado puede utilizarse gas natural o gas licuado de petróleo (GLP), en este caso se

[17] Los datos asumidos del perfil son un peso de 9000 kg y una vida útil de 15 años para el tractor.
[18] Los datos asumidos del perfil son un peso de 4800 kg y una vida útil de 20 años para la arrancadora.
[19] Los datos asumidos del perfil son un peso de 9000 kg y una vida útil de 15 años para el tractor.
[20] Los datos asumidos del perfil son un peso de 5800 kg y una vida útil de 20 años para la descapotadora.
[21] Los datos asumidos del perfil son un peso de 9000 kg y una vida útil de 15 años para el tractor.
[22] Los datos asumidos del perfil son un peso de 1000 kg y una vida útil de 20 años para la fertilizadora.

considera el uso de una combinación de ambos combustibles. También se utiliza energía eléctrica en el secado.

En esta etapa hay una pérdida de granos por el muestreo y análisis que se destinan a la industria aceitera, y también hay mermas de peso por la disminución de la humedad en el secado (2%) y por la prelimpieza, etapa de la cual se extraen palos y tierra (10%).

La asignación de cargas a los flujos de salida de productos y subproductos se hizo en función a la cantidad obtenida y al valor económico de los mismos[23].

En estudios de ACV, la asignación de la carga ambiental (allocation) está definida en la serie ISO 14040-44 (2006) como: dividir la carga ambiental de los insumos o productos de un proceso bajo estudio, para asignárselo al producto en particular que se está estudiando. La asignación se requiere cuando un sistema produce más de un producto, y es necesario establecer proporcionalmente el impacto ambiental que le corresponde a cada uno de los productos o subproductos bajo estudio.

La serie ISO 14040-44 (2006) recomienda usar métodos que reflejen la relación física, tales como masa, contenido energético, u otras variables relevantes para asignar la carga, tales como el valor económico de los productos, que es similar a la asignación de costos que se hace en contabilidad.

En este trabajo se realizó una asignación atribucional, tanto por masa, como por valor económico, que son los dos atributos más importantes, y más usados en la literatura. En la asignación por atributos, los impactos ambientales se dividen proporcionalmente entre productos y subproductos basados en un atributo relevante que sea común. Por ejemplo, según la norma ISO, la asignación basada solamente en la masa (volumen) de maní procesado no sería correcta, porque el precio de la cáscara no tiene comparación con el precio del maní confitería. Además, se relaciona con el objetivo principal de la cadena de maní, que es el de producir maní confitería, y no aceite, expeller, tegumento o cáscara, por lo que a estos últimos se los considera subproductos, relacionados a un menor precio relativo.

También se tuvo en cuenta la infraestructura de toda la planta manisera, que se basó en un perfil de molino de aceite, adaptado los datos que se tenía de los relevamientos industriales. La infraestructura se consideró con una vida útil de 50 años, tanto edificios como maquinaria.

Procesamiento y servicios generales

La segunda etapa de la industrialización del maní es el procesamiento, donde se separa la cáscara del grano y se seleccionan los granos según su tamaño y aptitud. Para este proceso se usa energía eléctrica. También se incluyen en esta etapa los consumos energéticos derivados de los servicios generales de planta, como ser: instalaciones del personal, laboratorios, transformadores con y sin carga (pérdidas), compresor, oficinas técnicas, pañol.

En esta etapa hay pérdida de granos por no ser aptos para el proceso, los cuales se destinan a la industria aceitera (14%). También hay mermas de peso derivadas de la limpieza, etapa en la que se extrae tierra; y del descascarado, actividad en la que se quita un alto porcentaje del peso en cáscara (23%).

Debido a que los subproductos son aprovechados, la carga ambiental del perfil se distribuye entre las tres salidas del proceso de acuerdo al valor económico de cada corriente y del peso[24].

[23] Se asume un valor para el maní en caja y para el maní industria de 420 USD/tonelada

[24] Se asume un valor para los granos aptos de 750 USD/tonelada; para el maní industria de 420 USD/tonelada y para la cáscara de 10 USD/tonelada.

Se incluye el consumo de aceite lubricante usado en las máquinas y equipos para su mantenimiento. También es considerada el agua para riego del predio.

Maní confitería sin blanchear *(luego de almacenamiento y movimientos internos)*

Luego del procesamiento (descascarado y selección) el maní pasa a almacenamiento. En esta etapa se usa energía eléctrica para mantener los granos a la temperatura adecuada. También se usa GLP y diesel para el funcionamiento de autoelevadores, minipalas, un camión volcador que saca la tierra de la planta y una camioneta usada para gestiones varias.

Maní confitería blancheado

El maní almacenado se encuentra listo para ser despachado y vendido. Una parte de este producto es sometido a un proceso de blancheado donde se le quita la piel (tegumento). Para llevar a cabo este proceso, se utiliza energía eléctrica y calor, el cual es provisto a través de la quema de gas natural.

Existen mermas en esta operación, por un lado la misma piel del maní (tegumento) que es usada para alimentación de animales. También hay una merma por selección del maní, de la que se extrae el maní para industria aceitera. Finalmente hay una merma por horneado, etapa de la que surge material volátil.

La carga ambiental de este perfil se distribuye entre los productos y subproductos obtenidos de acuerdo al valor económico y a la cantidad obtenida[25].

Este maní blancheado se almacena en frío a la espera de su traslado hacia despacho.

Embalaje

El maní almacenado, ya sea blancheado o sin blanchear es embalado en "*big bags*", con capacidad para 1250 kg. Estos bolsones son adquiridos en localidades de la misma provincia de Córdoba y trasladados hasta la industria manisera en un utilitario liviano.

Producción de aceite de maní

Los granos de maní no aptos para comercializarse como confitería, se van separando del proceso como maní industria y se entregan a una aceitera para la producción de aceite de maní. El transporte de los granos se hace con camión, y se estimó un promedio de 55 km. El camión retorna vacío.

Existen dos tecnologías para la extracción de aceite de los granos de maní: en frío y al solvente. Para este estudio se asumió que el 20% del aceite es prensado en frío y el 80% al solvente.

[25] Se asume para el maní blancheado un valor de 750 USD/tonelada, para el maní industria 420 USD/tonelada y para el tegumento 300 USD/tonelada.

El perfil ambiental del prensado del maní industria en frío se relevó en las visitas a planta, mientras que en el caso de la extracción al solvente, se tomó un perfil de la base de datos EcoInvent versión 2.0, adaptando los consumos energéticos para Argentina.

Durante el procesamiento de los granos de maní industria, además del aceite, se obtiene otro producto denominado "*expeller de maní*" que se usa para alimentación animal; la carga ambiental del perfil se distribuye entre los dos productos obtenidos de acuerdo al valor económico de cada uno y a su peso[26].

Traslado de producto terminado hasta despacho

Los "*big bags*" conteniendo maní confitería, blancheado o sin blanchear, son transportados hasta el puerto de Zárate, desde donde se despachan hacia su destino final. El traslado se realiza en camiones de 22,5 toneladas. Se asume el recorrido de unos 1045 km (ida y vuelta). En el caso del aceite el transporte se realiza en tren, la misma cantidad de kilómetros.

Valorización de subproductos

Cáscara de maní

La cáscara luego de extraída del grano puede tener diferentes destinos, y atravesar diferentes operaciones, como la molienda para aumentar su densidad y facilitar su transporte[27]. De acuerdo a la información relevada, se definió la siguiente combinación de destinos para la cáscara: 71% se destina a co-generación de energía eléctrica y vapor, sin molienda previa y con transporte; 27% se destina a valorización energética en horno cementero con molienda y con transporte en camión (440 km ida y vuelta); y 2% se destina a alimentación animal sin molienda y sin transporte.

Durante la cogeneración existe un crédito ambiental, debido al aprovechamiento de la cáscara utilizada para generar energía eléctrica (7%)[28] reemplazando a energía de la matriz argentina; y por el aprovechamiento como calor (57%)[29] reemplazando a Gas Natural de red.

Por el lado del horno cementero, el crédito ambiental se consigue por evitar el uso de otro combustible tradicional, que podría ser gas natural, fuel oil, leña u otros [30]. En este estudio se asumió que un 82% de la energía de la cáscara es aprovechada como calor reemplazando a Gas Natural, de acuerdo al poder calorífico de ambos recursos [31].

En lo que respecta al destino alimentación animal, se produce un ahorro energético derivado de evitar el uso de fuentes de fibra alternativas como componente de la dieta, en este caso, rollos de rastrojo de sorgo.

[26] Se asume un valor para el aceite de 1114 USD/tonelada y para el expeller de 280 USD/tonelada.
[27] Durante la molienda se puede llegar a reducir la densidad de la cáscara en un 50%. Para esta operación se utiliza energía eléctrica.
[28] Ver página del Convenio Marco sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, Mecanismos de desarrollo limpio (UNFCCC- CDM por sus siglas en inglés) en página de http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1171603357.56/view
[29] Probiomasa. Video sobre cogeneración de energía de Aceitera General Deheza. Entrevista a Tec. Danilo Goti. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=tpotbmkiYTo&list=UUvPK4LJMlXMYIZkhiDyJlRQ
[30] comunicación telefónica con los operadores del horno.
[31] La cascara tiene un poder calorífico de 17,6 MJ/kg y el gas natural, de 39 MJ/kg

Tegumento

El tegumento se considera utilizado para alimentación animal. Se considera el reemplazo de harina de soja, en función al contenido de proteínas. El tegumento del maní tiene un 13% de proteínas, mientras que la harina de soja un 47%[32].

Resultados

Cálculo de la Huella de Carbono

El procesamiento y análisis de los datos y la obtención de resultados se llevaron a cabo con la herramienta de análisis de ciclo de vida SimaPro 8, mencionado anteriormente. El software brinda la posibilidad de escoger entre distintos métodos de análisis, cada uno de los cuales fija ciertos parámetros y factores de caracterización para las sustancias emitidas al ambiente. En el caso de las emisiones de CO_2 equivalente, o huella de carbono, los factores de caracterización de los diferentes gases que aportan al calentamiento global son mundialmente acordados y revisados a través del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), organismo dependiente de Naciones Unidas.

Algunos de los valores definidos de caracterización para las sustancias emitidas a la atmosfera y que aportan al calentamiento global se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. *Caracterización de las sustancias con potencial de calentamiento global*

Sustancia	**Factor de caracterización** (en unidades de CO_2 equivalente)
CO_2	1
CH_4	23
N_2O	296

Resultados obtenidos

La suma de emisiones de gases con efecto invernadero de las distintas etapas de la cadena del maní, desde la producción agrícola hasta el transporte del producto terminado hacia el puerto para su despacho, arroja un valor total de 237 kg de CO_2 equivalente.

Para este análisis se tuvo en cuenta también la valorización de los subproductos cáscara y tegumento, como ya se mencionó. En ambos casos ocurre el reemplazo de algún combustible o producto, que se estaría evitando de producir y usar por el aprovechamiento de los subproductos del maní. Si bien las operaciones para concretar la valorización presentan algunas emisiones, los ahorros derivados del reemplazo son mayores, generando un valor neto de emisiones que asciende a 41 kg de CO_2 equivalente.

La figura 3 muestra el aporte de cada una de las grandes etapas de la cadena del maní *agrícola, industrial y transporte* al total de emisiones de gases de efecto invernadero. También se observa la representatividad del ahorro ocasionado con la valorización de los subproductos (cáscara).

[32] Comunicación telefónica con Rubén Grosso, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNC.

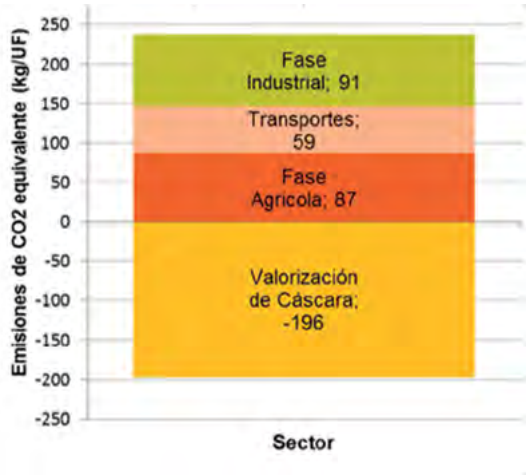


Figura 3. *Aporte de cada "gran etapa" al total de emisiones de la cadena del maní*

Se puede apreciar que las fases agrícola e industrial hacen un aporte similar al total de emisiones (37% y 38% respectivamente) y el transporte un 25%, mientras que el ahorro por la valorización de subproductos logra un crédito del 83%.

A los fines de tener información más detallada de las etapas, podemos observar en el cuadro 3 y en la figura 4 la apertura de cada una de ellas en operaciones y su aporte individual al total de emisiones con efecto invernadero.

Cuadro 3. *Aporte de cada etapa al total de emisiones de gases de efecto invernadero de la cadena*

	E 5	E 4	E 3	E 1 y 2	Sector	Desv. Est.
Total sin valorización de subproductos	229	236	256	254	237	13
Total con valorización de subproductos	-1,1	-4	110	93	41,1	61
Fase Agrícola	**92**	**80**	**79**	**85**	**87**	**6**
Uso de vehículo	3	6	2	1	2	2
Siembra (semilla y siembra)	17	15	15	16	16	1
Producción de agroquímicos	19	17	14	15	17	2
Pulverización	7	7	7	7	7	0
Cosecha arrancado	16	16	16	16	16	0
Cosecha descapotado	19	19	19	19	19	0
Barbecho (semillas y siembra)	12	0	6	11	10	3
Transportes	**51**	**67**	**73**	**78**	**59**	**12**
Transporte de campo a planta	33	22	35	31	32	6
Transporte de planta a puerto	18	45	38	48	27	13
Fase Industrial	**87**	**90**	**105**	**90**	**91**	**8**
Recepción, pre limpieza, acopio y secado	33	27	37	24	31	6
Procesamiento y servicios generales	23	27	26	28	25	2
Almacenamiento y movimientos internos	4	5	3	7	5	2
Blancheado	12	16	26	21	17	6
Envases	3	3	2	3	3	0
Producción y transporte de aceite	13	12	11	7	11	2
Valorización de Cáscara	**-231**	**-240**	**-146**	**-160**	**-196**	**48**
Valorización cascara	-228	-239	-145	-160	-195	47
Valorización tegumento	-2,3	-1,0	-1,3	0,0	-1,4	1

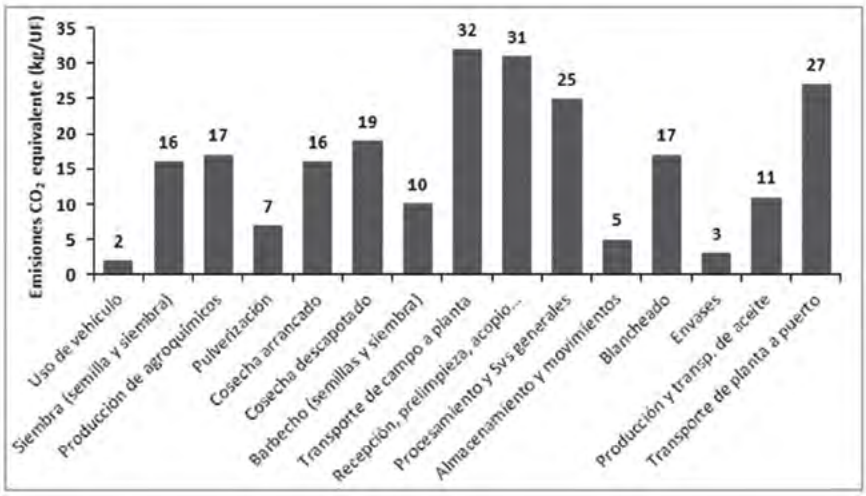


Figura 4. *Aporte de cada etapa al total de emisiones de gases de efecto invernadero de la cadena.*

En el caso de la etapa agrícola, el mayor aporte de emisiones ocurre en la producción de los agroquímicos, en especial del glifosato que es el más usado y genera 10,5 kg CO_2 equiv./kg de producto; también hacen aportes de interés los herbicidas y el 2,4-D usados en menor cantidad. Si analizamos otras operaciones que tienen alta influencia, aparecen la cosecha (en sus dos etapas) y la siembra. En estos casos se trata de emisiones debidas al uso de combustible diesel.

Por el lado de la etapa industrial, las emisiones se reparten entre las distintas operaciones dentro de la planta. Se destaca la recepción, prelimpieza, acopio y secado, y se deben principalmente al uso de energía eléctrica y a la quema de gas, en el caso de las industrias que usan GLP como generador de calor.

Por último están las emisiones del transporte, desde el campo a la industria y desde ésta al puerto. En el primer caso se transporta aproximadamente el doble de peso que en el segundo caso, hablando siempre en términos de unidad funcional[33]. Pero en el transporte a puerto se recorre una distancia mayor que en el caso del recorrido campo-industria[34]. También debe tenerse en cuenta que en el primer caso, el traslado se realiza siempre en camión, mientras que en el segundo caso, existe una combinación de camión y tren. Finalmente, y debido al tipo de transporte utilizado, el recorrido a puerto resulta con menor impacto que el traslado a industria.

Otro modo de mostrar los resultados, es calculando el aporte de cada operación al total acumulado. En la figura 5 puede observarse el resultado y al final, la reducción (ahorro) por la valorización de subproductos.

[33] La unidad funcional es una tonelada de maní en la puerta del campo, esta cantidad completa es la que se traslada del campo a la industria. Luego en la etapa industrial existen pérdidas y mermas que ya fueron descriptas y que hacen que el total de producto terminado que debe transportarse hasta el puerto se reduzca casi en un 50%, llegando aproximadamente a 0,5 toneladas.

[34] El recorrido del campo a la industria se calculó en 369 km. El recorrido desde la industria al puerto se calculó en 1045 km.

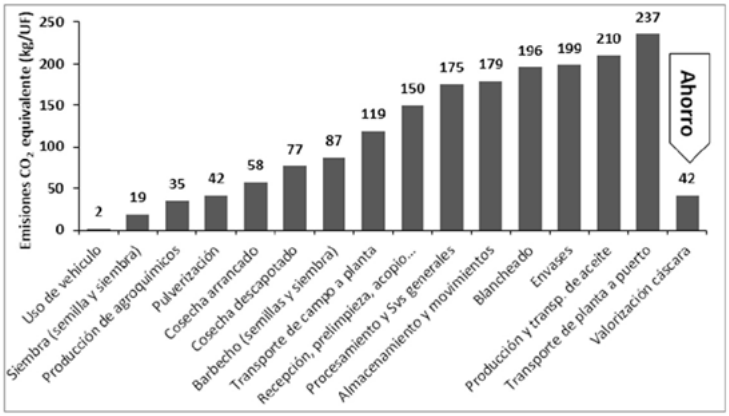


Figura 5. *Aporte de cada operación de la cadena del maní al total acumulado*

Resultados para productos elaborados

Una de las empresas relevadas elabora productos para la venta directa a consumidor, tales como pasta de maní, maní tostado, maní frito, garrapiñada, grana y crocante. Además, en otra planta del mismo grupo, se elaboran aceite refinado, extracto y harina de maní.

Se estudiaron las huellas de carbono de estos productos, cuyos resultados se muestran en el cuadro 4 y la figura 6.

Cuadro 4. *Huella de carbono de los productos elaborados en la cadena del maní*

kg CO2 eq/kg prod	**Con valorización**	**Sin valorización**
Pasta, mix envases*	0,5	0,9
Pasta, pote 1/2 kg*	0,8	1,2
Garrapiñada	0,7	1,0
Crocante	0,7	1,0
Frito	0,4	0,7
Tostado	0,4	0,8
Aceite refinado	0,4	0,5
Extracto	1,0	1,6
Harina	0,7	1,1
Grana	0,7	1,0

**en el caso de mix de envases, se incluyen los porcentajes de pasta envasada en baldes, en tambores y en cajas*

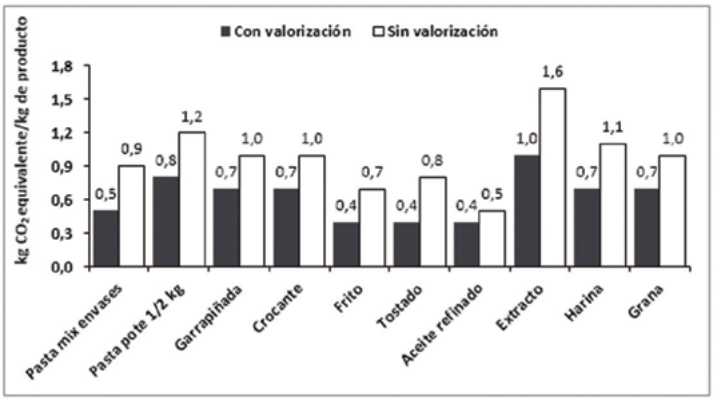


Figura 6. *Huella de carbono de los productos elaborados en la cadena del maní.*

Para observar el aporte de cada etapa del proceso de elaboración de estos productos al total, se agruparon las operaciones en producción de materia prima (que es el maní confitería blancheado o sin blanchear, que se estudió antes), uso de energía (eléctrica y calor), uso de otras materias primas (harina, azúcar, sal, aceite y otros) y producción de envases. El aporte de cada una de estas etapas se muestra en la figura 7.

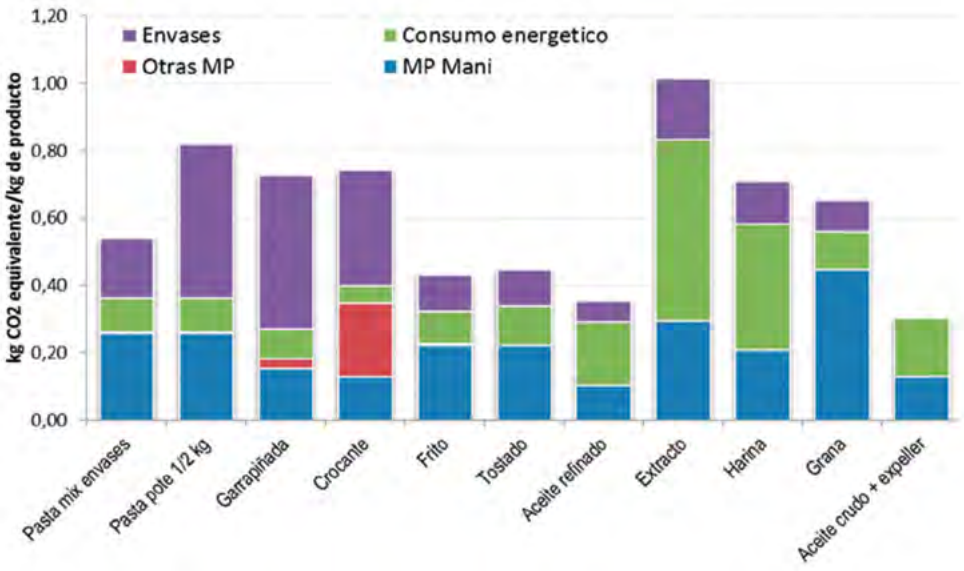


Figura 7. *Huella de carbono de los productos elaborados en la cadena del maní. Apertura por etapas*

Se observa que el envase utilizado tiene una alta influencia en el resultado total, y más aún, mientras más fraccionado se comercialice el producto. Las “otras materias primas” se destacan en el maní crocante, ya que en su composición, el 50% del peso corresponde a harina, sal, azúcar, saborizantes, entre otros agregados.

La producción de extracto de maní no lleva implícito ningún proceso a destacar; pero tiene un precio de mercado muy alto, por lo que la ponderación le asigna un alto porcentaje respecto al aceite refinado y la harina, otros productos obtenidos del mismo proceso.

Escenarios

Los resultados obtenidos en la sección precedente muestran el impacto ambiental de la cadena del cultivo maní para el modelo establecido. Este, tal como se expresó, se armó a través de los relevamientos a campo y plantas industriales, a la consulta bibliográfica y de expertos agrónomos e industriales y al uso de perfiles ambientales extraídos de bases de datos de uso internacional.

Para modelar otras posibles realidades en lo que respecta al uso de distintas tecnologías de producción y transporte, se armaron escenarios alternativos al caso base.

Escenario 1: Producción primaria con labranza reducida, en lugar de siembra directa.

Si bien la mayoría de los campos que cultivan maní han adoptado la siembra directa como tecnología de trabajo, algunos de ellos aún mantienen la denominada "labranza reducida", que incluye algunas operaciones previas a la siembra, además de la aplicación de un paquete diferente de agroquímicos. Además este tipo de producción tiene un rendimiento 15% inferior a la siembra directa, aproximadamente.

Resultado: El resultado obtenido modelando este escenario, muestra un mayor impacto respecto al caso base, aunque de poca relevancia. Se trata de un 5% más de impacto, debido principalmente al menor rendimiento mencionado (Figura 8).

Escenario 2: Traslado de producto terminado en tren en lugar de la combinación camión más tren.

Los relevamientos realizados en las industrias maniseras dan cuenta del uso de camiones como principal medio de transporte para el traslado de los productos ya industrializados hacia el puerto para su exportación.

Debido a que existe una línea férrea que conecta la localidad de Gral. Deheza con el puerto de Rosario, se modela mediante este escenario, el impacto ambiental de transportar la totalidad de la producción por tren.

Resultado: Si bien la distancia recorrida no cambia, la utilización de un medio de transporte más "limpio" desde el punto de vista ambiental provoca una disminución en las emisiones asociadas al transporte y a la cadena del maní en su conjunto. La reducción ronda el 6% y se debe al consumo de combustible por kilómetro recorrido (Figura 8).

Escenario 3: Reposición de nutrientes al suelo, luego de la cosecha.

La producción agrícola de maní trae aparejada la absorción de nutrientes del suelo por parte de la planta. Para un rendimiento de 30 t/ha, el maní se lleva 132,5 kg/ha de nitrógeno (N), 27,4 kg/ha de pentóxido de fósforo (P_2O_5); 40,3 kg/ha de óxido de potasio (K_2O); y 9 kg/ha de azufre (S).

Para que el suelo quede en condiciones similares a las que tenía antes de la siembra del maní, se requiere la reposición de estos nutrientes. Este escenario considera el impacto de fertilizar el suelo con 288 kg de urea; 137,06 kg de fosfato diamónico (FDA); 67,20 kg de cloruro de potasio (ClK); y 50 kg de sulfato de calcio ($CaSO_4$). Se tiene en cuenta también el uso de un tractor y un fertilizador.

Resultado: la producción y agregado de los fertilizantes mencionados a los suelos genera un impacto mayor que en el caso base, debido a su proceso productivo; se trata de un 160% más de impacto (Figura 8). Cabe mencionar que se analiza solo el impacto calentamiento global, sin considerar otros impactos que podrían verse beneficiados, tal es el caso del agotamiento de nutrientes de los suelos.

A continuación se muestra la figura 8 con los valores de emisiones de CO_2 equivalente para cada escenario, comparados con el caso base.

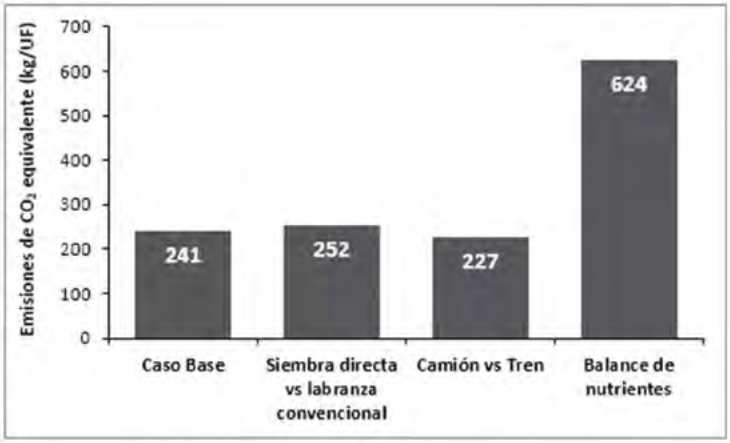


Figura 8. *Resultado de los escenarios modelados, en comparación con el caso base*

Se aprecia que los escenarios 1 y 2 no modifican sustancialmente el resultado del caso base, mientras que el escenario 3 sí lo hace. Los valores se exponen sin considerar la valorización de los subproductos del maní (cáscara y tegumento); para incluir este crédito habría que restarle a los valores de emisiones de CO_2 equivalente, 196 kg, obteniendo así los valores netos totales, tanto para el caso base, como para los escenarios.

Comparación del resultado con otras cadenas

Para tener una idea de la magnitud de los resultados obtenidos, es posible compararlos con un estudio de la cadena de soja producida en Argentina (Daalgard *et al*., 2008). A tal efecto, se comparan 1000 kg de producto en la puerta del campo, tanto de soja como de maní. En este sentido, la cadena del maní resulta con menor impacto, aun considerando el balance de nutrientes -tanto en la soja como en maní-, según se muestra en la figura 9. En la situación relevada, en el que la totalidad de la cáscara de maní se valoriza, la huella de carbono del maní es de 427 kg CO_2eq por unidad funcional, versus 642 kg CO_2eq por unidad funcional en la soja.

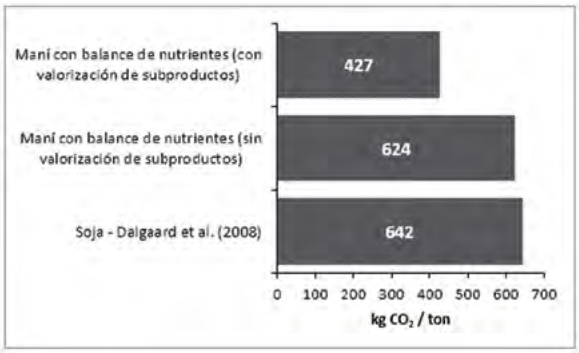


Figura 9. *Huella de carbono del maní en comparación con la soja (con y sin considerar la valorización de subproductos)*

Por otro lado, si se compara el resultado obtenido para la cadena del maní en la categoría de impacto calentamiento global, con otras cadenas de productos procesados de origen agrícola, se obtienen los valores expresados en la figura 10.

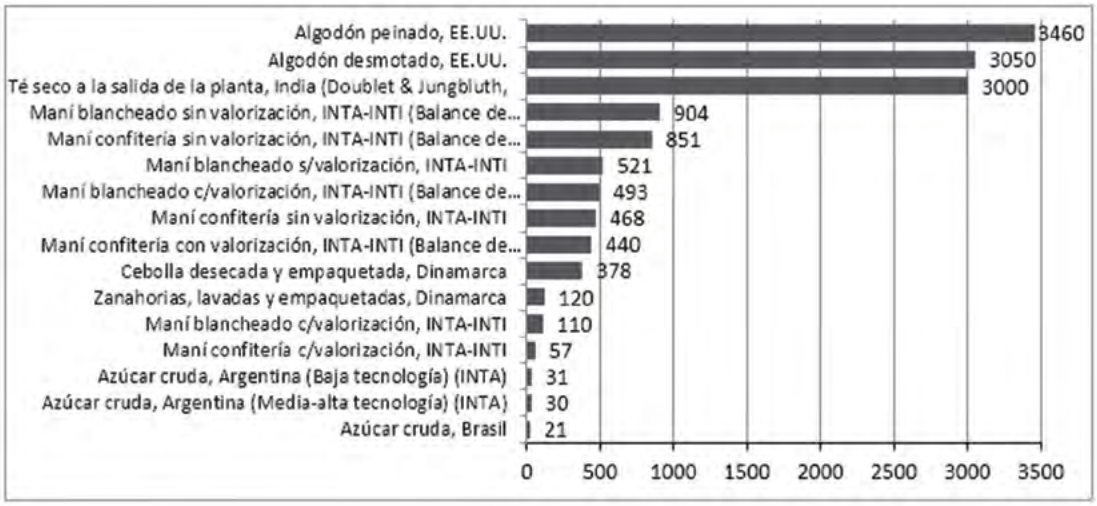


Figura 10. *Huella de carbono del maní confitería y blancheado, con distintas simulaciones, en comparación con otros productos agrícolas*

Cabe destacarse que en la figura 10 se están comparando unidades (toneladas) de producto terminado, para lo cual se convirtió la unidad funcional en términos de producto final, y así poder comparar el maní con cantidades similares.

Se destaca el bajo impacto de la producción de azúcar, tanto en Brasil como en Argentina, por tratarse de un cultivo energético. El perfil de azúcar de Brasil se tomó del software SimaPro, mientras que los datos de Argentina fueron tomados de Acreche & Valeiro (2011). Los datos de té seco se tomaron de Doublet & Jungbluth (2010), mientras que el resto de los perfiles de productos se obtuvieron de SimaPro (2014).

En la figura 10 se puede observar que, después del azúcar, el producto de menor impacto es el maní confitería con valorización de la cáscara (57 kg CO_2eq por tonelada), seguido por el maní blancheado con valorización (110 kg CO_2eq por tonelada). Los mismos productos sin valorización de la cáscara presentan una huella de 468 y 521 kg CO_2eq por tonelada, respectivamente. En el caso de incorporar el impacto de la reposición de nutrientes que se lleva el grano cosechado, y si se valoriza la cáscara, los valores son de 440 y 493 kg CO_2eq por tonelada de maní confitería y blancheado, respectivamente. Por último, si no se valoriza la cáscara, y teniendo en cuenta el balance de nutrientes, los valores son de 851 y 904 kg CO_2eq por tonelada de maní confitería y blancheado, respectivamente.

El té y el algodón presentan valores por arriba de las diferentes alternativas de productos de la cadena de maní considerados. Una posible explicación de este resultado es por la cantidad de energía que insume el procesamiento del té y del algodón, en relación a su bajo peso relativo.

Conclusiones

Sobre el caso base:

- La fase agrícola (37%) y la fase industrial (38%) aportan prácticamente el mismo porcentaje de emisiones al total de la cadena; siendo el aporte del transporte menor a éstas (25%).
- El ahorro derivado de la valorización de la cáscara disminuye el impacto en un 83%.
- Dentro de la **fase agrícola** los mayores aportes aparecen por el arrancado y el descapotado (41%), la producción de glifosato (7,3%), otros herbicidas (9,2%), fungicidas (1,8%).
- En la **etapa industrial**, los mayores aportes se aprecian en la recepción, prelimpieza, acopio y secado del maní (34%).
- El **transporte** campo-industria presenta mayor impacto (54%) que el transporte industria-puerto (46%), debido a que parte de este último se realiza en tren y a que se transporta la mitad de la carga por unidad funcional, aunque la distancia es el doble.
- Para los **productos elaborados**, mientras más fraccionado se venda el producto, mayor será la huella de carbono. En algunos casos (garrapiñada y pasta en pote) el aporte del envase supera al del producto.

Sobre los escenarios:

- La **labranza reducida** presenta mayor impacto que la siembra directa para calentamiento global, debido a su menor rendimiento (-15%).
- El **tren** es un medio de transporte más limpio que el camión
- La **reposición de nutrientes** a los suelos es una actividad que incrementa la huella de carbono del maní en un 159%. Esto se explica por la producción de urea (81%), fosfato diamónico (15%) y cloruro de potasio (3%).
- Comparando la huella de carbono del maní con la de la soja, el impacto es prácticamente similar, salvo en el escenario en el que la cáscara de maní se valoriza, lo que reduce el impacto total en un 33% (en ambos cultivos se trata de la huella con reposición de nutrientes).

Bibliografía citada

Acreche, M., & Valeiro, A. 2011. Balance energético y emisiones de gases de efecto invernadero de la agroindustria sucro-alcoholera de Tucumán. Revista Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, edición Caña de Azúcar, 1 (1).

Bolsa de Cereales de Córdoba. 2013, Julio. Departamento de Información Agroeconómica. Retrieved from Informe Especial N°54. Producción del cultivo de maní 2012/2013: http://www.bccba.com.ar/

Dalgaard, R., Schmidt, J., Halberg, N., Christensen, P., Thrane, M., & Pengue, W. 2008.LCA of Soybean Meal. Int J LCA, 13 (3), 240–254.

Doublet, G. & Jungbluth, N. 2010. Life cycle assessment of drinking Darjeeling tea. Conventional and organic Darjeeling tea. (E.-s. L. Uster, Ed.). Retrieved from Practical training report.

EcoInvent, 2014. Data base version 3.1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. http://www.ecoinvent.org/.

Pedelini, R. 2008. Maní. Guía práctica para su cultivo. Retrieved from http://www.ciacabrera.com.ar/Documentos/Mani

Simapro, 2014. PRé Consultants. Life Cycle Assessment Software version 8.0.3.14. http://www.pre-sustainability.com/.