

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 rizoplasma 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 aquellas 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% (Knauff *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 descrita por van der Stok (1910), numerosas publicaciones han descrito 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; Knauff *et al.*, 1987), y habilidad de quien realiza el cruzamiento, entre otros (Knauff *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; Knauff 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 Single Seed Descent (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 microsátélites 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* (Knauff *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* (Knauff *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* (Knauff *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* (Knauff *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 blanqueado, tostado y frito (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 desaturasa 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 Knauff, 1989). Los genes responsables de estas enzimas fueron designados OI1 y OI2 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 Knauff, 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 Knauff, 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 Knauff, 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 resemar 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 plantales 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 plantales 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 las 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 característica “alto oleico”. En: Anais do 5º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas. Guarapará, Espirito 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. Knauff. 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. Knauff. 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.
- Knauff, 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.
- Knauff, D.A. and D.W. Gorbet. 1989. Peanut breeding for leafspot resistance in wide and narrow intrarow spacings. *Peanut Sci.* 16(2): 119-122.
- Knauff, 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. Knauff. 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 Brasília. Brasília, 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.; Knauff, 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. Knauff. 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.; Bertoli, 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.
- Pietrarello, 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/pdf/files/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 CIOFORA. 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.