

Indicadores de madurez en frutos de maní (*Arachis hypogaea* L.) cv. Florman para la producción de semillas en Córdoba, Argentina

Pérez, M.A.; A.R. Cavallo y R. Pedelini

RESUMEN

La determinación del momento apropiado de cosecha en maní es dificultosa e incide en la calidad de la semilla producida. El objetivo de este trabajo fue identificar los indicadores de madurez en frutos de maní cv. Florman para la producción de semillas, en las condiciones locales de producción. Se trabajó durante tres años en dos localidades, General Cabrera y Etruria (Córdoba, Argentina), para evaluar el tamaño, el color interno y externo de vainas, la relación peso semilla/vaina, germinación (%), primer recuento de germinación (%), crecimiento de plántulas (mg PS/pl) y la humedad de vainas y simientes (%). De acuerdo con los resultados encontrados, las semillas de maní cv. Florman de alta calidad fisiológica en términos de viabilidad y vigor, presentan alrededor de un 5% de vainas con color externo marrón al raspado, correspondiéndose al color interno con manchas oscuras extendidas. En este estado, la relación peso semilla/vaina según el peso húmedo es 1,7 y según el peso seco cercana a 3. Las características visuales propuestas en conjunto, se constituyen en indicadores que estiman el período adecuado para la cosecha, a fin de obtener semillas de maní de máxima calidad.

Palabras clave: maní, calidad de semillas, cosecha, indicadores, madurez

Pérez, M.A.; A.R. Cavallo and R. Pedelini. Maturity indices in peanut pods (*Arachis hypogaea* L.) for seed production in Córdoba, Argentina. Agriscientia XXI (2): 77-83

SUMMARY

The precise time of the peanut harvest operation is difficult and it affects the seed

Fecha de recepción: 15/12/03 fecha de aceptación: 28/12/04

quality. The purpose of this paper was to identify maturity indices in peanut pods for seed production considering local conditions. The studies were carried out during three years at two locations (General Cabrera and Etruria, in Córdoba, Argentina) in a peanut crop cv. Florman. Peanut pods were analyzed by taking into account pod's size, pod's internal and external color, ratio seed/pod weight, germination (%), first count of germination (%), seedling growth (mg dw/seedling) and moisture content (%) in seeds and pods. The results showed that the highest physiological quality seeds had 5% of pods with an external brown color, determined by the hull scrape method, corresponding with a extended internal dark spots. At this state, the ratio seed/pod weight for moist condition was 1.7 and about 3 for dry condition. The set of visual indices can be used to estimate the appropriate harvest time leading to produce the highest quality peanut seed.

Key words: peanut, quality seed, harvest, indices, maturity.

M.A. Pérez y A.R. Cavallo. *Facultad de Ciencias Agropecuarias, U.N.C., C.C. 509, 5000 Córdoba, Argentina. R. Pedelini. Agencia de Extensión INTA General Cabrera, Córdoba. (maperez@agro.uncor.edu)*

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de maní la determinación del momento apropiado de cosecha es dificultosa (Pedelini, 1998). Esto se debe al hábito de crecimiento indeterminado, a la formación de frutos subterráneos y a la producción de una mezcla de vainas en diferentes estados de madurez (Hinds & Singh, 1994).

El arrancado del cultivo en el momento de madurez fisiológica o cercano a él, resulta determinante de la calidad de la semilla de maní, ya que es en ese periodo cuando se alcanza la máxima germinación y vigor (Sombatsiri & Nuan On, 1987). A partir de ese momento, se interrumpe la translocación de nutrientes y fotoasimilados desde la planta madre a las semillas y se inicia un proceso de deterioro irreversible (Harrington, 1972).

En los Estados Unidos son reconocidos desde el punto de vista económico los lotes con alta proporción de vainas maduras, ya que se aseguran semillas de alta calidad y granos con excelentes propiedades industriales. Con esta finalidad se han implementado, a sugerencia del sector industrial, numerosos métodos objetivos y subjetivos para determinar el período óptimo de cosecha (Sanders *et al.*, 1982; Daigle *et al.*, 1988).

En la Argentina la determinación del momento apropiado de cosecha de maní a través de indicadores no es aún una práctica generalizada (Pérez *et al.*, 2002). Usualmente el grado de madurez se ha establecido subjetivamente sobre la base de características morfológicas y físicas de vainas y cubierta seminal (Giandana, E., com. per.). En general, los

métodos más difundidos para estimar madurez están propuestos para los Estados Unidos (Georgia y North Carolina) y pueden ser marcadamente influidos por las condiciones ambientales, por lo que su uso es limitado (Patee & Young, 1982).

Por lo expuesto surge que es necesario establecer metodologías que estimen el momento de madurez en las condiciones locales de producción, para poder determinar intervalos óptimos de arrancado a fin de elevar la calidad de la semilla producida.

Entre los indicadores de madurez, el más difundido es el de color interno de las vainas, propuesto por Miller & Burns (1971), Patee *et al.* (1974) y Gilman & Smith (1977). Este método, basado en el cambio de coloración del blanco al marrón, fue establecido para las condiciones de Georgia (EEUU), aceptándose un rango entre el 60 y el 80 % de frutos marrones como adecuado para iniciar la cosecha; mientras que Pedelini (1998) sostiene que ese rango oscila entre el 40 y el 60 % en maní tipo runner. Cabe destacar, de acuerdo con lo propuesto por Patee & Young (1982), que este indicador está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales, y por esta razón se puede manifestar en un rango bastante amplio.

Por otra parte, Patee & Young (1982) sugieren como metodología la descripción semanal del desarrollo de los frutos de maní según las características morfológicas y físicas, tanto internas como externas de la semilla, de la cubierta y de la vaina. Al respecto, Pickett (1950) propone como indicador de madurez la combinación de ciertas características co-

mo cambios de color en el interior y apariencia externa de la vaina y la semilla. Asimismo, Drexler & Williams (1979) establecen el perfil de madurez de la vaina, teniendo en cuenta tanto el color como la estructura del mesocarpo.

Entre los indicadores basados en relaciones de peso se han propuesto, para las condiciones de los Estados Unidos, el peso medio del grano individual (Barrs, 1962) y la relación grano/cáscara (Patee *et al.*, 1976, 1977), por lo que es necesario establecer un valor indicativo para cada variedad (Patee *et al.*, 1978).

De acuerdo con lo expuesto, se planteó como objetivo de este trabajo identificar los indicadores de madurez en frutos de maní cv. Florman para la producción de semillas, en las condiciones de la provincia de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se sembraron semillas de maní cv. Florman en dos localidades: General Cabrera (Lat. 32° 48' S; Long. 63° 52' O) y Etruria (Lat. 32° 9' S; Long. 63° 2' O), pertenecientes al área núcleo de producción manisera de la provincia de Córdoba, Argentina. Los ensayos se llevaron a cabo durante tres años consecutivos, 2001, 2002 y 2003.

El suelo de la localidad de General Cabrera es del tipo Haplustol éntico serie General Cabrera. Durante el ciclo del cultivo para los años evaluados el promedio de las temperaturas máximas fue 28 °C y el de las temperaturas mínimas fue 16 °C, y se registraron 464,4 mm de precipitaciones acumuladas promedio. La localidad de Etruria posee un suelo tipo Haplustol éntico serie Monte Alto y los valores durante el ciclo del cultivo fueron: temperatura máxima promedio 25 °C; temperatura mínima promedio 18 °C y precipitaciones acumuladas promedio de 436,5 mm.

Las siembras en ambas localidades se llevaron a cabo en la segunda semana de noviembre. Los muestreos se iniciaron en General Cabrera a los 130 días después de la siembra (dds) cada 5 días y en Etruria a los 127 dds cada 7 días.

Para cada fecha de muestreo luego del arranque, se descapotó inmediatamente y las vainas se lavaron para eliminar restos de tierra; posteriormente se colocaron a 30 °C durante 18 hs y fueron almacenadas en bolsas de papel a temperatura ambiente 20 °C ±2.

En vaina y/o semillas se evaluaron:

Variables morfológicas

-*Caracterización de vainas por tamaño*: se cosecharon todas las vainas de 15 plantas en la primera fecha de muestreo y se clasificaron según su longitud en cuatro categorías: A: mayores a 3,0 cm, B: 1,5 a 3,0 cm, C: 1,0 a 1,5 cm y D: menores de 1,0 cm.

Los resultados se expresaron en porcentaje de vainas para cada categoría por planta.

-*Determinación del color interno de vainas*: se evaluó en 50 frutos con 4 repeticiones en cada fecha de muestreo, de acuerdo con la metodología propuesta por Gilman & Smith (1977). Se establecieron tres categorías de color: I: blanco, II: primeras manchas oscuras y III: manchas oscuras extendidas. Los resultados se expresaron en porcentajes de cada categoría.

-*Determinación del color externo de vainas*: se llevó a cabo en 50 vainas con 4 repeticiones (luego del lavado y previo al secado), en cada fecha de muestreo, según el perfil de madurez modificado de Drexler & Williams (1979). De la observación visual por efecto del raspado de las vainas, se clasificaron en cuatro categorías de color según la siguiente descripción: I: blanco, II: blanco amarillento, III: naranja, y IV: marrón a negro.

Los resultados se expresaron en porcentaje, teniendo en cuenta el número de vainas de cada categoría.

Relación en peso

-*Relación semilla/vaina*: se estableció según la propuesta de Patee *et al.* (1977), considerando para su cálculo el peso fresco y seco de 4 repeticiones de 50 semillas y 50 vainas, respectivamente, en cada fecha de recolección (Barrs, 1962).

Variables fisiológicas

-*Germinación*: ocho repeticiones de 25 semillas se colocaron entre papel a germinar a 20-30 °C (ISTA, 2003). A fin de romper dormición se embebió el sustrato con Ethrel 50 ppm. A los 10 días se evaluó el porcentaje de plántulas normales, anormales y semillas muertas (ISTA, 2003).

-*Vigor*:

Primer recuento de germinación: en los ensayos de germinación se llevó a cabo el primer recuento de plántulas normales a los 5 días desde la siembra. Los resultados se expresaron en porcentaje.

Crecimiento de plántulas: a partir de plántulas normales obtenidas en los ensayos de germi-

nación a los 10 días de crecimiento, se determinó el peso seco luego de eliminar los cotiledones con bisturí; las plántulas se colocaron en estufa de circulación de aire forzado a 80° C durante 48 horas. Los resultados se expresaron en mgPS/plántula (ISTA, 1995).

-*Contenido de humedad de vainas y semillas:* se determinó por secado en estufa de aire forzado (80° C) hasta peso constante, en 4 repeticiones de 50, en cada fecha de recolección. Los resultados se expresaron en porcentaje.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los ensayos se realizaron bajo un diseño completamente aleatorizado. El análisis estadístico se condujo bajo el análisis de la varianza para un modelo con arreglo factorial de tratamientos, en el cual se estudiaron los efectos de los factores fecha, localidad y año y las correspondientes interacciones. En las comparaciones de medias se utilizó la prueba de Tukey (Infostat, 2000).

Tabla 1: Caracterización de vainas de maní cv. Florman según su tamaño en términos de longitud, provenientes de dos localidades de la Pcia. de Córdoba (Argentina).

Localidades	Categorías por tamaño (%)			
	A Menores de 1 cm	B 1,0-1,5 cm	C 1,5-3,0 cm	D mayores de 3 cm
Gral. Cabrera	7	47	28	18
Etruria	10	37	22	31

Cada valor representa el promedio de 4 repeticiones de 50 vainas en 3 años consecutivos.

Tabla 2: Categorías por color externo e interno de vainas y relación en peso como indicadores de madurez en frutos de maní cv. Florman, cosechados en General Cabrera en diferentes fechas.

Días desde la siembra	Color externo (%)				Color interno (%)			Relación semilla/vaina	
	I	II	III	IV	I	II	III	Peso Fresco	Peso Seco
130	57,5 a	28,5 a	9,0 a	5,0 a	85,0 a	12,0 b	3,0 a	1,64 a	2,86 a
135	59,5 a	27,5 a	8,5 a	4,5 a	87,0 a	8,0 a	5,0 a	1,71 a	3,08 a
140	57,5 a	26,0 a	10,0 a	6,5 a	83,0 a	11,5 b	5,5 a	1,72 a	3,67 b
145	56,0 a	20,5 b	11,5 a	11,5 b	73,0 b	14,5 b	12,5 b	1,92 b	3,42 b
150	51,5 b	20,0 b	15,5 b	13,0 b	75,0 b	14,0 b	11,0 b	2,04 b	4,15 c
155	43,5 c	23,5 b	19,5 b	13,5 b	66,0 c	18,0 c	16,0 c	2,27 c	4,29 c
160	42,5 c	23,0 b	19,5 b	15,0 bc	66,0 c	19,0 c	15,0 c	1,88 b	3,90 b
165	40,0 c	22,0 b	19,0 b	19,0 c	50,0 c	35 d	15,0 c	1,95 b	3,75 b

Cada valor representa el promedio de cuatro repeticiones en tres años consecutivos. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos. Tukey 0,05%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la caracterización de las vainas de maní según su tamaño (Tabla 1), al inicio de los muestreos en ambas localidades y sin variación significativa entre los años analizados, se observó mayor concentración de vainas alrededor de una longitud media entre 1 a 3 cm. Esto representa un tamaño conveniente desde el punto de vista de la producción de semillas, ya que estas vainas contienen granos seleccionados para ser usados como siembras. Sin embargo, de acuerdo con lo que sostiene Sanders (1989), el tamaño y el grado de madurez no están perfectamente correlacionados, por lo que la variable tamaño de vainas sólo permitió establecer una caracterización visual del estado de los frutos de maní.

El contenido de humedad en el material biológico evaluado (Figura 1) no evidenció diferencias significativas y se mantuvo desde el inicio de los muestreos alrededor del 40% en las semillas y del 70% en las vainas. En relación con lo observado, el contenido de humedad no resultó un buen indicador del estado de desarrollo, dado que no evidenció variación significativa en el tiempo, en coincidencia con lo expuesto por Shorter & Simpson (1987).

La calidad fisiológica en términos de germinación se mantuvo en valores máximos desde los 130 dds en la localidad de General Cabrera (Fig. 1A) y 127 dds en Etruria (Fig. 1B). El vigor medido como primer recuento en el ensayo de germinación, alcanzó su máximo valor (General Cabrera, 93 %; Etruria, 91 %) alrededor de los 140 dds en ambas localidades; a su vez, el peso seco por plántula aumentó paulatinamente hasta los 150-155 dds, alcanzando el valor de 76,20 mg para General Cabrera y 68,95 mg para Etruria. El incremento en el crecimiento de plántulas pudo haberse debido a una mayor capacidad

de transformación de las sustancias de reserva en sustancias estructurales, independientemente del peso seco de las semillas, ya que esta variable no evidenció diferencia significativa entre los tratamientos analizados.

Los resultados indicaron que no hubo interacción significativa entre ninguno de los factores en estudio. El factor fecha fue el único que evidenció diferencias significativas para las variables estudiadas.

De acuerdo con los resultados encontrados, el periodo óptimo de arrancado se encontró alrededor

de los 150 dds en las localidades en estudio, ya que a partir de esta fecha la viabilidad y el vigor disminuyen (Fig. 1). Por lo expuesto se deduce que resulta conveniente no posponer el arrancado y el retiro de las vainas del lote de siembra, más allá de esa fecha, para producir semillas de maní de alta calidad.

Al respecto y según lo propuesto por Patee *et al.* (1974), los indicadores de madurez, a fin de establecer el momento de la cosecha, deben relacionarse al periodo a partir del cual la calidad de las semi-

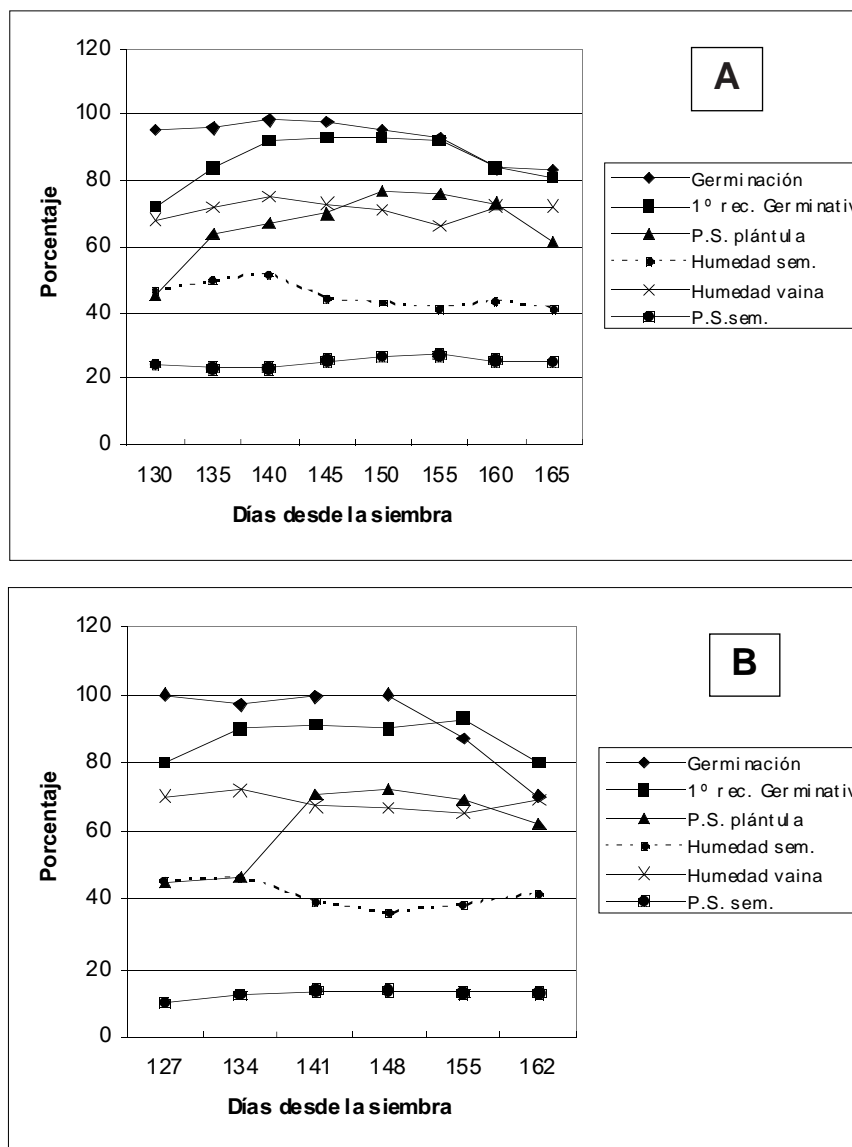


Figura 1: Calidad fisiológica de semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.) cosechadas en diferentes fechas en General Cabrera (A) y Etruria (B)

Tabla 3: Categorías por color externo e interno de vainas y relación en peso, como indicadores de madurez en frutos de maní cv. Florman, cosechados en Etruria en diferentes fechas.

Días desde la siembra	Color externo (%)				Color interno (%)			Relación semilla/vaina	
	I	II	III	IV	I	II	III	Peso Fresco	Peso Seco
127	70,0 a	19,7	6,0	4,3 a	79,1 a	16,9	4,0 a	1,66 a	2,99 a
134	64,1 a	25,3	4,7	5,9 a	68,0 b	26,5	5,5 a	1,80 a	3,66 ab
141	56,3 b	26,2	10,0	7,5 a	60,3 b	33,3	6,4 a	2,00 b	3,80 ab
148	45,7 c	28,9	12,0	13,4 b	59,0 c	31,2	9,8 b	2,11 b	4,10 b
155	40,0 c	30,6	10,1	19,3 b	55,7 c	26,5	17,8 c	2,68 b	3,77 b
162	38,4 c	30,3	12,9	19,0 b	54,3 c	27,6	18,1 c	2,20 b	3,77 b

Cada valor representa el promedio de cuatro repeticiones en tres años consecutivos. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos, Tukey 0,05%.

llas comienza a disminuir. De acuerdo con los valores presentados en las Tablas 2 y 3, se determinó que la relación de peso semilla/vaina en ambas localidades es igual a 1,7 según el peso húmedo y 3 según el peso seco, valores que indicaron el estado de madurez correspondiente a semillas de alta calidad.

En cuanto al perfil establecido según las características morfológicas de color externo de vainas, se estableció que la categoría IV (marrón a negro) no evidenció aumento significativo a partir de los 145 dds en la localidad de General Cabrera (Tabla 2) y 148 dds en Etruria (Tabla 3). El valor promedio alcanzó el 15 % en contraposición al 80 % informado por Miller & Burns (1971), Patee *et al.* (1974) y Gilman & Smith (1977) para las condiciones de Georgia.

Cabe destacar que el valor promedio de 5 % correspondiente a la categoría IV (marrón a negro) fue un indicador visual dentro del periodo de desarrollo que se correspondió a semillas de alta calidad. A su vez, valores del 15 % indicaron inicio de deterioro, evidenciado a partir de los 150 dds por la disminución significativa del porcentaje de germinación en el primer recuento y del peso seco de plántulas como indicador de crecimiento.

Las observaciones realizadas teniendo en cuenta el color interno de vainas (Tablas 2 y 3) indicaron una tendencia similar en función de los dds, entre el porcentaje de frutos en la categoría III (manchas oscuras extendidas) y la categoría IV (marrón a negro). La coloración observada se debió a la aparición de lignocelulosa en el mesocarpo (Williams & Drexler, 1981) y/o a la síntesis de flavonoides (Daigle *et al.*, 1988), lo que conduce a su cambio de estructura y oscurecimiento. Los valores alcanzados en el periodo de máxima calidad oscilaron alrededor del 5 %, en contraposición al 40-60 % sugerido por Pedelini

(1998) para los cultivares tipo Runner en el área de cultivo.

Los cambios de color externo e interno observados no se acompañaron de una disminución en el contenido de humedad, en oposición a lo informado por Kim & Hung (1991). Sin embargo, se vincularon estrechamente al estado de madurez, identificando el periodo de máxima calidad fisiológica.

CONCLUSIONES

Por lo expuesto y de acuerdo con las condiciones ensayadas para las localidades de General Cabrera y Etruria, el factor fecha desde la siembra resultó significativo en la expresión de las variables evaluadas. Las semillas de maní cv. Florman de alta calidad fisiológica en términos de viabilidad y vigor, presentaron un valor promedio de 5 % de vainas con color externo marrón al raspado, correspondiéndose al color interno con manchas oscuras extendidas. El estado considerado presenta una relación en peso semilla/vaina igual a 1,7 según el peso húmedo y cercana a 3 al calcularla según el peso seco. Los indicadores visuales propuestos permitirán establecer, bajo condiciones locales, los periodos de arrancado de vainas de maní a fin de obtener semillas de máxima calidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrs, H.D., 1962. The relation between kernel development and time of harvesting of peanuts at Katherine, N.T. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 2:106-109.
- Daigle, D.J.; E.J. Conkerton, T.H. Sanders and A.C. Mixon, 1988. Peanut hull flavonoids: their relationship with peanut maturity. *J. Agric. Food Chem.* 36:1179-1180.
- Drexler, J.S. and E.J. Williams, 1979. A non destructive method of peanut pod maturity classification. *Proc. Amer.*

- Peanut Res. & Educ. Assoc. 11:57. Abstr.
- Gilman, D.F. and O.D. Smith, 1977. Internal pericarp color as a subjective maturity index for peanut breeding. *Peanut Sci.* 4:67-70.
- Harrington, J.F., 1972. Seed storage and longevity. In *Seed Biology*. Academic Press New York, pp. 145-245.
- Hinds, M.J. and B. Singh, 1994. Evaluation of fatty acids in oil as reaping indices for Caribbean-grown groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Journal of Agric. Sci.* 122:423-428.
- International Seed Testing Association, 2003. Rules for seed testing..
- International Seed Testing Association, 1995. Handbook of vigor test methods. 3rd. Vigor Test Committee.
- Kin, N.K. and Y.C. Hung, 1991. Mechanical properties and chemical composition of peanut as affected by harvest date and maturity. *J. Food Sci.* 56 (5):1378-1381.
- Miller, O.H. and E.E. Burns, 1971. Internal color of Spanish peanuts hulls as an index of kernel maturity. *J. Food Sci.* 36:669-670.
- Patee, H.E.; E.B. John, J.A. Singleton and T.H. Sanders, 1974. Composition changes of peanut fruit parts during maturation. *Peanut Sci.* 1:57-62.
- Patee, H.E.; J.C. Wynne, J.H. Young and F.X. Cox, 1976. The peanut seed/hull ratio as a simple maturity index. . *Proc. Amer. Peanut Res. & Educ. Assoc.* 8:78.
- Patee, H.E. and J.A. Singleton, 1977. Isolation of isometric hydroperoxides from the peanut lipoxigenase-linoleic acid reaction. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 54:183-185. Abstr.
- Patee, H.E.; J.C. Wynne and J.H. Young, 1978. Seed hull maturity index optimum sample size and effect of harvest date, location and peanut cultivar in North Carolina. *Proc. Amer. Peanut Res. & Educ. Assoc.* 10:54. Abstr.
- Patee, H.E. and C.T. Young, 1982. *Peanut Science and Technology*. pp 624-654.
- Pedelini, R.P, 1998. Manual del maní 3ª Edición. E.E.A INTA Manfredi.
- Pérez, M.A.; A. Cavallo; R. Pedelini; M. Toledo; E. Muratore y P. Quinteros, 2002. Calidad de semillas: determinación de indicadores de madurez para estimar momento óptimo de arrancado. Jornada Nacional de maní. pp. 38-39.
- Picket, T.A., 1950. Composition of developing peanut seed. *Plant Phys.* 25:210-224.
- Sanders, T.H., 1989. maturity distributions in commercially sized Florunner peanuts. *Peanut Sci.* 16:91-95.
- Sanders, T.H., A.M. Schubert, H.E. Patee, 1982. Maturity methodology and post harvest physiology. *Peanut Science and Technology*. American peanut research and educations society. Yoakum, Tx.
- Shorter R. and B.W. Simpson, 1987. Peanut yield and quality variation over harvest dates, and evaluation of some maturity indices in south-eastern Queensland. *Aust. J. Exp. Agric.* 27: 445-453.
- Sombatsiri T. and S. Nuan On, 1987. Seed quality of peanut (*Arachis hypogaea* L.) from harvest at different stages. *Seed Sci. & Technol.* 15:613-616.
- Williams, E.J. and J.S Drexler, 1981. A non destructive method for determining peanut pod maturity. *Peanut Sci.* 8:134-141.