

Cambios en el rendimiento y la calidad comercial de dos cultivares de maní debido a variaciones de la fecha de siembra, temperatura y radiación

Oscar Giayetto¹, Elena Fernández¹, Guillermo Cerioni¹, Federico Morla^{1,2}, María Rosso¹, Marcelo Kearney¹ y María Violante¹

1- FAV, UNRC, Ruta Nac.36 Km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 2- CONICET- Min-CyT Córdoba.

Correo-e: ogiayetto@ayv.unrc.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea*) es un cultivo de gran importancia en zonas tropicales, subtropicales y templadas (4) y la producción de Argentina en la campaña 2009/10 fue de 611 mil toneladas en un área de siembra de más de 200 mil hectáreas (14). El crecimiento y desarrollo de este cultivo está regulado por la temperatura, el fotoperíodo y la radiación solar (1, 2, 4), entre otros factores.

Las variaciones interanuales de las condiciones climáticas afectan la duración de la etapa de crecimiento vegetativo, así como la fecha de floración y el desarrollo de los frutos (10). En coincidencia con esto, Collino y Racca (5) mostraron que la temperatura y la disponibilidad de agua afectaron la duración de cada una de las etapas del ciclo del cultivo.

La elección de la fecha de siembra adecuada de un cultivo tiene por objetivo maximizar tanto el rendimiento como la calidad del producto cosechable, ofreciéndole las mejores condiciones para la expresión del potencial genético (6, 7). Padmalatha *et al.* (11) encontraron que cultivos de maní sembrados tardíamente en la estación de crecimiento alcanzaron los menores rendimientos con respecto a otros sembrados en fechas más tempranas. De manera similar, Sardana y Kandhola (13), obtuvieron los mayores rendimientos en siembra tempranas (mes de mayo en Punjab, India). Según Haro *et al.* (8) en siembras tempranas el cultivo está expuesto, inicialmente, menor temperatura y radiación solar y, luego du-

rante el periodo crítico, temperaturas más altas y más cantidad de radiación, respecto a la fecha tardía. Para Souza da Silveira (15), la fecha de siembra fue el factor que más influenció la producción y el rendimiento final de maní.

Resolver la combinación de fecha de siembra y cultivar apropiada para un determinado ambiente de producción es una práctica de manejo orientada a armonizar el crecimiento del cultivo con las condiciones de temperatura, radiación solar y fotoperíodo más favorables para lograr el rendimiento máximo posible. Existen estudios sobre el efecto de las fechas de siembra (4, 11, 13, 15); sin embargo, como la mayoría de los resultados son sitio y genotipo dependientes, resulta necesario explorar las respuestas del cultivo a esas prácticas de manejo en las condiciones de producción locales. El objetivo de este estudio fue evaluar las interacciones entre factores ambientales, condicionados por distintas fechas de siembra, y dos cultivares de maní a través del rendimiento de frutos y su calidad comercial en la región de Río Cuarto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la FAV-UNRC, Río Cuarto, Córdoba (33° 07'LS, 64° 14' LW y 421 msnm) durante las campañas agrícolas 2009/10 y 2010/11, en un suelo Hapludol típico de textura franca arenosa fina. Se sembraron manualmente dos cultivares, Granoleico (tipo Virginia *runner*) y Utre (cruzamiento

Virginia x Español), el 08 de octubre, 10 de noviembre y 09 de diciembre de 2009, y el 08 de octubre, 10 de noviembre y 10 de diciembre de 2010 (1°, 2° y 3° fechas de siembra, respectivamente). La elección de los cultivares se basó en la estructura de la planta (porte y grado de ramificación) y la duración del ciclo, siendo Granoleico un cultivar rastrero con ramificaciones de hasta tercer orden y ciclo de más de 150 días; mientras Utre presenta porte semierecto, menor grado de ramificación y ciclo dos semanas más corto. Cada parcela experimental tuvo 9 surcos de 12 m de largo, espaciados a 70 cm y con plantas distanciadas a 8 cm en el surco.

El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo factorial de parcelas divididas y 3 repeticiones por tratamiento, siendo la parcela principal la fecha de siembra y la sub-parcela el cultivar.

El experimento se realizó sin limitantes hídricas previéndose la aplicación de riego por goteo para mantener el contenido de agua útil del suelo (0-100 cm) por encima del 60% de su capacidad de almacenaje. Cuando fue necesaria, la reposición de agua se realizó semanalmente y la dotación de riego se estimó mediante la evapotranspiración de referencia (ETP) obtenida de la Estación Agrometeorológica (FAV-UNRC) y el coeficiente Kc dependiente el grado de cobertura del cultivo.

También se previeron y aplicaron controles fitosanitarios de malezas, enfermedades y plagas durante el ciclo del cultivo según requerimiento y siguiendo las medidas de seguridad establecidas en la Ley de Productos Químicos o Biológicos de uso Agropecuario N° 9164.

Se registraron datos de temperatura del aire (media, mínima y máxima) y radiación solar incidente de la estación meteorológica instalada en el campo experimental donde se realizó el estudio. Con los datos de temperatura se calcularon los valores promedio para los estadios fenológicos S-R1 (siembra - inicio de floración), R1-R5 (inicio de floración - inicio de llenado de frutos) y R5-R8 (inicio de llenado de fru-

tos-madurez de arrancado), según la escala propuesta por Boote (3), y la radiación fotosintéticamente activa interceptada se calculó a partir de la radiación global incidente (afectada por el coeficiente de 0,48) (12) y el porcentaje de cobertura del canopeo del cultivo, medido a intervalos regulares de 10 días, utilizando LI-1915A Line quantum sensor (Lincoln, NE-USA).

La biomasa del cultivo se midió a intervalos regulares de muestreo de 10-13 días hasta madurez de cosecha (R8). En cada oportunidad, se tomaron muestras de cinco plantas por tratamiento y repetición, luego de identificada su etapa fenológica, se secaron en estufa con circulación de aire forzado a 70°C hasta peso constante y se registró el peso seco.

A cosecha se midieron el número y peso de frutos maduros e inmaduros, y el índice de cosecha (calculado como la relación entre el peso de frutos y la biomasa total). Los parámetros de calidad evaluados fueron la relación grano-caja, estimada a partir de los pesos de frutos y semillas, y el rendimiento confitería mediante las categorías granométricas (tamaños de semillas) empleando zarandas de tajo según los métodos estándares de comercialización.

Los datos fueron sometidos a ANOVA y la comparación de medias se realizó con el test de Duncan ($p < 0,05$) empleando el programa Infostat (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se detectaron diferencias significativas debidas al factor año para ninguna de las variables evaluadas, por lo que los resultados se presentan como promedio de ambos ciclos de producción, y tampoco hubo interacción significativa cultivar por fecha de siembra de modo que los efectos de estos factores se refieren de manera independiente.

Condiciones meteorológicas y fenología

El ciclo desde siembra (S) a madurez de arrancado (R8) tuvo una extensión, en promedio de ambas campañas y cultiva-

res, de 159, 152 y 137 días para la 1°, 2° y 3° fecha de siembra, respectivamente. La mayor proporción (~65%) de ese acortamiento debido al atraso de la siembra, se produjo en la etapa S-R1 y el resto del cambio entre R1-R5 y R5-R8, con porcentajes de reducción similares en ambas etapas, y diferencias significativas en las dos primeras (Cuadro 1). Esta disminución del ciclo se produjo en coincidencia con el aumento progresivo de la temperatura media diaria, asociado al avance de la estación estival. Así, la temperatura media de la etapa S-R1 aumentó 3,4°C entre la 1° y 3° fecha de siembra (Cuadro 1), acelerando la tasa de desarrollo del cultivo que resultó en una disminución de 14 días en la 3° fecha de siembra respecto a la 1°. Contrariamente, la temperatura media de la etapa final del ciclo (R5-R8), disminuyó entre la 1° y 3° fecha de siembra, y la duración de esa etapa también se redujo probablemente en respuesta al acortamiento de la longitud del día (Bell y King, 1991, citado por 6). En la 3° fecha de siembra, las menores temperaturas registradas durante la etapa de llenado de frutos, pueden producir una disminución del rendimiento como lo encontrado por Giayetto *et al.* (7). La temperatura media de la etapa R1-R5

se mantuvo estable alrededor de 22,4 ±0,8 °C.

Con respecto a la respuesta fenológica de los genotipos, el ciclo del cultivar Granoleico tuvo una duración media de 154 días y superó significativamente a Utre con 145 días entre S y R8. Esa diferencia se explica por los cambios ocurridos en las etapas S-R1, R1-R5 y R5-R8, todos de duración mayor en Granoleico, pero significativos sólo en las dos primeras.

Los cambios en el desarrollo y la localización temporal de los ciclos de los cultivos en la estación estival, causados por las fechas de siembra, determinaron que los cultivos sembrados temprano (comienzos de octubre y noviembre) recibieran y acumularan una mayor cantidad de radiación solar. Esas diferencias fueron significativas y a favor de la 1° fecha de siembra en las etapas R1-R5, R5-R8 y en el ciclo completo (S-R8) (Cuadro 1), coincidiendo con Haro *et al.* (8), quienes observaron que el maní en siembra temprana tuvo un mes más de ciclo de crecimiento y mayores niveles de radiación acumulada en la totalidad del ciclo de cultivo.

Rendimiento y sus componentes

La fecha de siembra y el genotipo pro-

Cuadro 1. Temperatura media, radiación fotosintéticamente activa interceptada y acumulada y duración de las etapas fenológicas S-R1, R1-R5, R5-R8 y del ciclo total de los cultivares de maní Utre y Granoleico para las fechas de siembra analizadas.*

	Temperatura (°C)				RFA interceptada (Mj/m ²)				Duración (días)			
	S-R1	R1-R5	R5-R8	S-R8	S-R1	R1-R5	R5-R8	S-R8	S-R1	R1-R5	R5-R8	S-R8
Cultivar (C)												
Granoleico	20,9	22,6	19,2 b	20,9	107,1	438,1 a	463,1	1008,2	51,7 a	52,8 a	53,8	154,0 a
Utre-UNRC	20,7	22,2	20,3 a	21,1	88,6	366,3 b	530,4	985,2	43,3 b	47,8 b	49,8	145,0 b
Fecha de Siembra (FS)												
1°	19,1 C	22,3	21,6 A	21,0	103,8	491,8 A	577,5 A	1173 A	54,0 A	52,5 A	52,8	159,3 A
2°	20,9 B	23,3	19,7 B	21,3	90,8	388,1 AB	530,6 A	1009 B	48,8 AB	51,0 AB	55,8	152,0 B
3°	22,5 A	21,7	17,9 C	20,9	99,0	326,8 B	382,1 B	807 C	39,8 B	47,5 B	47,0	137,3 C
ANOVA												
C	NS	NS	††	NS	NS	†	NS	NS	†	††	NS	††
FS	†††	NS	†	NS	NS	†	†	†††	†	†	NS	†††
C x FS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* Valores promedio de las campañas 2009/10 y 2010/11. ††† $p < 0,001$; †† $p < 0,01$; † $p < 0,05$; NS no significativo (test de Duncan).

dujeron cambios en el rendimiento y sus componentes. El cultivar Granoleico superó en rendimiento de frutos a Utre en las tres fechas de siembra y experimentó una disminución de 32,4 kg/ha por cada día de atraso en la siembra respecto al 8 de octubre. En Utre, esa caída del rendimiento fue de 19,7 kg/ha por día de atraso pero sin diferencias entre las siembras de octubre y noviembre (Figura 1). Estos resultados coinciden con Padmalatha *et al.* (11) y Caliskan *et al.* (4) para quienes el rendimiento también se incrementó significativamente con el alargamiento de la duración del ciclo del cultivo y con Sardana y Kandhola (13) por las ventajas de la siembra temprana. El comportamiento diferencial de estos cultivares hizo que las brechas de rendimiento entre ambos fueran dependientes de la fecha de siembra. El retraso en la fecha de siembra también produjo una disminución significativa del peso de frutos maduros, igual a lo hallado por Sardana y Kandhola (13), y de semillas por planta, del peso individual del fruto y de la relación grano-caja; pero sin cambios significativos en el número de frutos maduros e inmaduros por planta. Granoleico superó significativamente a Utre en el número de frutos maduros y el peso de frutos maduros y semillas por planta; mientras que el peso individual del fruto y la relación grano-caja no se diferenciaron entre cultivares (Cuadro 2).

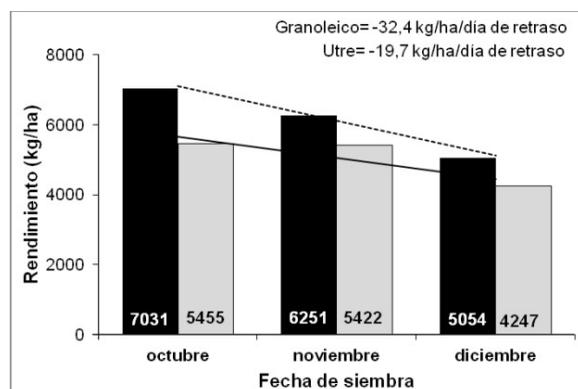


Figura 1. Rendimiento de frutos de los cultivares de maní Granoleico (barras negras) y Utre (barras grises), promedio de 2009/10 y 2010/11 y el ajuste lineal (Granoleico línea punteada y Utre línea continua) en función de la fecha de siembra.

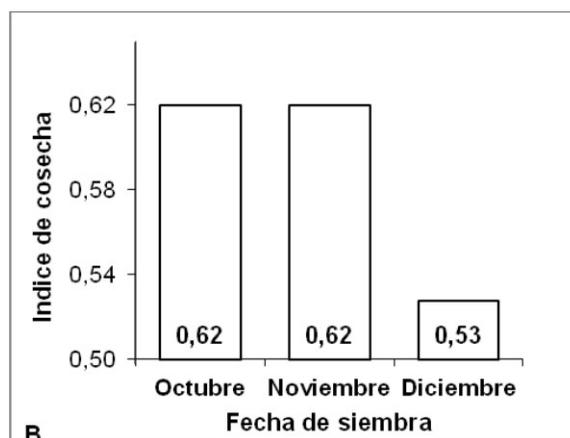
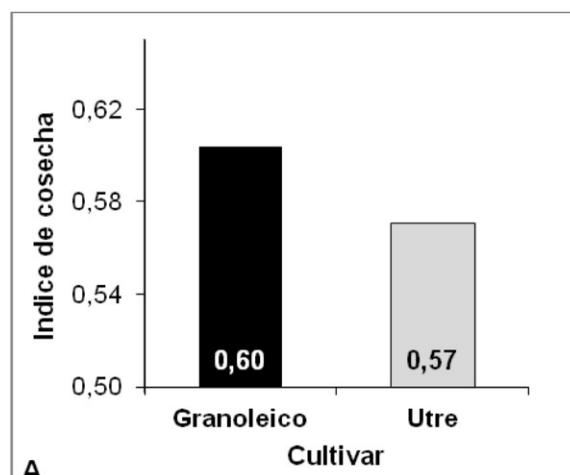


Figura 2. Índice de cosecha de maní en función del cultivar (A); y de la fecha de siembra (B), promedios de ambas campañas (2009/10 y 2010/11).

El índice de cosecha promedio fue similar en las dos primeras fechas de siembra y disminuyó significativamente en la tercera (Figura 2 B). Esto podría deberse, según Padmalatha *et al.* (11), a la mayor superposición de los estadios vegetativo y reproductivo en siembras tardías, por lo que la formación de tallos y hojas en crecimiento activo compite por asimilados con los procesos de formación de órganos reproductivos que definen el rendimiento. También hubo diferencias entre los cultivares, siendo el índice de cosecha de Granoleico significativamente mayor al de Utre (Figura 2 A).

El rendimiento confitería por cultivar resultó 86 y 80% para Granoleico y Utre en la primera fecha de siembra, en la segunda fecha de siembra fue de 71% para ambos cultivares, y en la tercera fecha de siembra

Cuadro 2: Efecto de la fecha de siembra y cultivar de maní sobre parámetros evaluados del cultivo.*

Cultivar	NM	NI	PM	PS	GC	PF	RF
Granoleico	33,9 a	9,2 b	38,1 a	30,4 a	0,78	1,15	6112 a
Utre-UNRC	27,7 b	11,3 a	29,3 b	22,8 b	0,79	1,09	5041 b
Fecha de siembra (FS)							
1°	32,5	11,7	38,3 A	30,6 A	0,80 A	1,18 A	6243 A
2°	30,1	10,7	33,6 AB	26,7 AB	0,79 A	1,17 A	5800 A
3°	29,8	9,8	29,3 B	22,6 B	0,77 B	1,01 B	4651 B
ANOVA							
C	††	†	†	††	NS	NS	††
FS	NS	NS	††	††	†	††	††
C x FS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

* Valores promedio de las campañas 2009/10 y 2010/11. †† $p < 0,01$; † $p < 0,05$; NS no significativo según test de Duncan. NM: número de frutos maduros por planta; NI: número de frutos inmaduros por planta; PM: peso de frutos maduros (g/planta); PS: peso de semillas (g/planta); GC: relación grano-caja; PF: peso de un fruto (g) y RF: rendimiento de frutos (kg/ha).

59 y 60% para Granoleico y Utre, respectivamente (Figura 3 A). La tendencia de este parámetro de calidad comercial en función de la fecha de siembra, ajustó a un modelo lineal con 0,45 y 0,33 puntos porcentuales en Granoleico y Utre, respectivamente por cada día de retraso respecto a la siembra del 8 de octubre (Figura 3 A); similar a lo hallado por Haro *et al.* (8), quienes encontraron en la siembra temprana el mayor porcentaje de la fracción maní confitería y mayores tasas de crecimiento del cultivo y los frutos.

Las categorías granométricas mayores (semillas retenidas en las zarandas 10, 9 y 8) disminuyeron con el retraso de la fecha de siembra; mientras que lo contrario se registró en los tamaños granométricos menores (semillas retenidas en las zarandas 7; 6,5; 6 y D). El calibre 7,5 se mantuvo equilibrado entre las tres fechas de siembra (Figura 3 B). Mazingo *et al.* (10) observaron que fechas de siembra tempranas produjeron granos más grandes, además de otros efectos genotípicos (cultivares) y de manejo del cultivo (e.g. fechas de arranque) sobre este parámetro.

CONCLUSIONES

En fechas de siembras tempranas (primera década de octubre) de maní en la región de Río Cuarto la duración del ciclo S-R8 fue

mayor y el cultivo capturó más cantidad radiación. Ambos parámetros disminuyeron con el atraso de la siembra (noviembre y diciembre) debido a la respuesta inversa a la temperatura de la tasa de desarrollo del cultivo, particularmente notoria en la tercera fecha de siembra. Los cambios fenológicos afectaron la ubicación del período crítico de definición de los componentes del rendimiento y la cantidad de energía radiante capturada por el cultivo durante los mismos. En particular, resultó afectado el peso de frutos maduros y semillas, que disminuyó al atrasar la fecha de siembra, con un comportamiento similar en ambos cultivares y años de estudio.

En consecuencia, el rendimiento de frutos y la calidad comercial del producto (menor rendimiento confitería y mayor proporción de tamaños granométricos <7 mm) se redujo lineal y negativamente con el atraso de la fecha de siembra en ambos cultivares.

Finalmente, el índice de cosecha también disminuyó con el atraso de la fecha de siembra, particularmente en la más tardía (comienzos de diciembre).

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- 1- Bagnall D.J., and King R.W. 1991a. Response of peanut (*Arachis hypogaea*) to

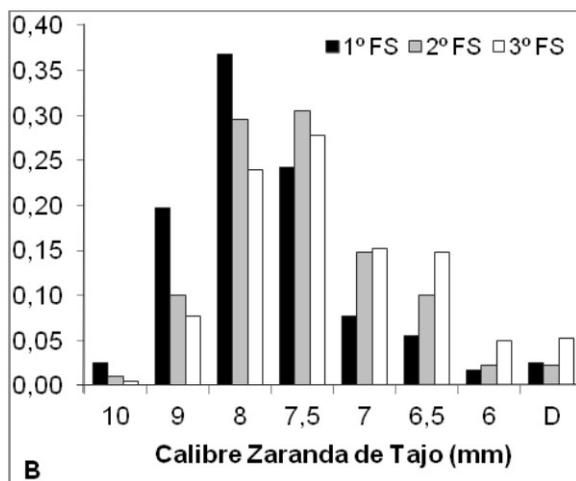
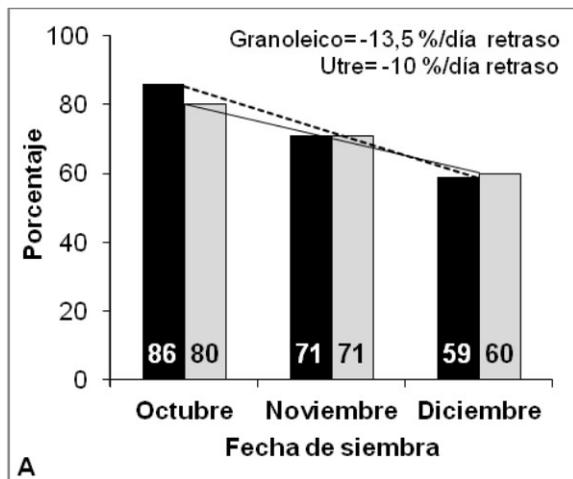


Figura 3. Rendimiento de maní confitería (%) promedio de los dos años de los cultivares Granoleico (barras negras) y Utre (barras grises), y ajuste lineal en función de la fecha de siembra (Granoleico línea punteada y Utre línea continua) (A); y tamaños granométricos promedio de ambos cultivares y años según la fecha de siembra (B).

- temperature, photoperiod and irradiance. 1. Effect on flowering. *Field Crops Res.* 26: 263-277.
- 2- Bagnall D.J., and King R.W. 1991b. Response of peanut (*Arachis hypogaea*) to temperature, photoperiod and irradiance. 2. Effect on peg and pod development. *Field Crops Res.* 26: 279-293
- 3- Boote K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science* 9: 35-40.
- 4- Caliskan S., Caliskan M.E., Arslan M., and Arioglu H. 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.

- 5- Collino D. y Racca R. 1997. Factores ambientales que afectan el desarrollo. *In: Manual de Maní*, 2° Ed. (R. Pedelini y C. Casini, eds.). INTA Manfredi. pp. 12-13.
- 6- Fernández E.M., Giayetto O., Cholaky Sobari L. y Cerioni G.A. 2006. Ecofisiología y factores ambientales. *In: El cultivo de maní en Córdoba* (E.M. Fernández y O. Giayetto, compiladores). Ed. UNRC, Río Cuarto, Argentina. pp. 89-112.
- 7- Giayetto O., Fernández E.M. y Cerioni, G.A. 2006. Fecha y modelos de siembra. *In: El cultivo de maní en Córdoba* (E.M. Fernández y O. Giayetto, compiladores). Ed. UNRC, Río Cuarto, Argentina. pp. 157-169.
- 8- Haro R., Macedo C., Gastaldi L. y Casini C. 2007. Efecto de las labranzas, cultivos antecesores y fechas de siembra sobre la producción y calidad del grano de maní. *In: Resúmenes XXII Jornada Nacional de Maní*. Gral. Cabrera, Córdoba, Argentina. p. 54.
- 9- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- 10- Mozingo R.W., Coffelt T.A., and Wright F.S. 1991. The influence of planting and digging dates on yield, value, and grade of four Virginia-type peanut cultivars. *Peanut Science* 18: 55-62.
- 11- Padmalatha Y., Reddy S.R., and Reddy T.Y. 2006. The relationship between weather parameters during developmental phase and fruit attributes and yield of peanut. *Peanut Science* 33: 118-124.
- 12- Righini R. y Grossi Gallegos H. 2005. Análisis de la correlación entre la radiación fotosintéticamente activa y la radiación solar global en San Miguel, provincia de Buenos Aires. *Avances en Energía Renovables y Medio Ambiente* 9(11): 1-4.
- 13- Sardana V., and Kandhola S.S. 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.
- 14- SIIA. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Ministerio Agricultura, Ganadería y Pesca. 2010. <http://www.siiia>.

gov.ar/index.php/series-por-tema/agricultura.

- 15- Souza daSilveira P. 2010 Época de semeadura e densidade de plantas em cultivares de amendoim no recôncavo sul baiano. Universidade de Federal do Recôncavo Da Bahia Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Programa de pós-graduação em Ciências Agrárias Curso de mestrado. p 85.