



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo”

**Modelo de siembra cuadrangular versus
modelo convencional en Maní (*Arachis hypogaea*)**

Edgardo Emanuel Salvay

DNI: 30.597.558

Director: Ing. Agr. José Marcellino

Co-Director: Ing. Agr. Juan Soave

Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Septiembre 2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

Facultad de Agronomía y Veterinaria

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título: Modelo de siembra cuadrangular versus modelo convencional en Maní (*Arachis hypogaea*)

Autor: Edgardo Emanuel Salvay

DNI: 30.597.558

Director: Ing. Agr. José Marcellino

Codirector: Ing. Agr. Juan Soave

Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. Guillermo A. Cerioni

Ing. Agr. Miriam Frutos

Lic. Cecilia Saroff

Fecha de presentación: ___/___/_____

Aprobado por Secretaría Académica: ___/___/_____

.....

Med. Vet. Jorge P. de la Cruz
Secretario Académico
Facultad de Agronomía y Veterinaria

*A mi hija Agustina Belén,
que con su luz ilumina mi camino.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Río Cuarto por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Ingeniero Agrónomo José Marcellino del INTA Río Cuarto, por el apoyo brindado y por el tiempo dedicado a la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Juan H. Soave de Criadero El Carmen, por su apoyo y por los conocimientos compartidos.

Al Ingeniero Agrónomo Guillermo A. Cerioni por su apoyo e incentivo para la realización de este trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Claudio Demo por el material aportado para la realización de esta tesis.

A mis padres Aldo y Graciela por darme la posibilidad de formarme profesionalmente, y por el apoyo brindado durante mi carrera y especialmente en esta etapa final.

A mi hermano Gerardo por su apoyo y trabajo dedicado a la realización de esta tesis.

A mi hija Agustina que con su alegría y ternura acompaña cada etapa de mi vida.

A mi novia Débora por su apoyo y colaboración en la realización de este trabajo y por acompañarme en cada momento de mi vida.

A mis amigos Javier, Alejandro, David, Federico, Ricardo y Julián por los inolvidables momentos compartidos y por acompañarme a transitar esta etapa de mi vida.

A mi amigo Alejandro por colaborar en la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE TEXTO

● <i>RESUMEN</i>	X
● <i>SUMMARY</i>	XI
● INTRODUCCIÓN.....	1
■ ANTECEDENTES.....	6
■ HIPOTESIS.....	8
■ OBJETIVOS.....	8
● Objetivos generales.....	8
● Objetivos específicos.....	8
● MATERIALES Y METODOS.....	9
■ UBICACIÓN.....	9
■ CARACTERIZACIÓN EDAFICA.....	9
■ CARACTERIZACIÓN CLIMATICA.....	10
■ CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	12
■ TRATAMIENTOS.....	12
● Modelo de siembra convencional.....	12
● Modelo de siembra cuadrangular.....	12
■ SIEMBRA.....	13
■ TRATAMIENTOS QUIMICOS.....	13
■ ARRANCADO.....	14
■ COSECHA.....	14
■ PROCESADO DEL MANÍ COSECHADO.....	15
■ DETERMINACION DE LONGITUD DE RAMIFICACIONES COTILEDONARES Y DE EJE PRINCIPAL.....	15
■ DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR.....	15
■ ANÁLISIS ESTADISTICO.....	16
● RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
● CONCLUSIÓN.....	27
● BIBLIOGRAFIA.....	28
● ANEXOS.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

● CUADRO 1.....	2
● CUADRO 2.....	12
● CUADRO 3.....	14
● CUADRO 4.....	21
● CUADRO 5.....	21
● CUADRO 6.....	21
● CUADRO 7.....	22
● CUADRO 8.....	22
● CUADRO 9.....	24
● CUADRO 10.....	26
● CUADRO 11.....	29
● CUADRO 12.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

● FIGURA 1.....	5
● FIGURA 2.....	5
● FIGURA 3.....	6
● FIGURA 4.....	9

ÍNDICE DE GRÁFICOS

● GRÁFICO 1.....	3
● GRÁFICO 2.....	11
● GRÁFICO 3.....	11
● GRÁFICO 4.....	17
● GRÁFICO 5.....	18
● GRÁFICO 6.....	19
● GRÁFICO 7.....	20
● GRÁFICO 8.....	20
● GRÁFICO 9.....	22
● GRÁFICO 10.....	23
● GRÁFICO 11.....	24
● GRÁFICO 12.....	25
● GRÁFICO 13.....	25
● GRÁFICO 14.....	30
● GRÁFICO 15.....	30
● GRÁFICO 16.....	31
● GRÁFICO 17.....	31
● GRÁFICO 18.....	32
● GRÁFICO 19.....	32
● GRÁFICO 20.....	33

ÍNDICE DE ECUACIONES

● ECUACIÓN 1.....	16
● ECUACIÓN 2.....	16
● ECUACIÓN 3.....	16
● ECUACIÓN 4.....	16

RESUMEN

El crecimiento y rendimiento del maní están influenciados por la captación de recursos del medio. Esto está estrechamente relacionado con el modelo de siembra. Durante la campaña 2006/2007 se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar la respuesta del maní de porte rastro, tipo virginia, ante la modificación de la distribución espacial de las plantas. Se comparó un modelo convencional (sembrado con una distancia entre surcos de 0.7 m y entre plantas de 0.075 m) versus uno cuadrangular (sembrado con una distancia entre surcos de 0.233 m y entre plantas de 0.233 m), con un diseño experimental simple al azar con 5 repeticiones para cada tratamiento. Se determinó el Índice de Área Foliar (IAF) a los 40, 70, 100 y 130 dds (días después de siembra), el rendimiento en caja y rendimiento en grano, la relación grano/caja y componentes de calidad de grano (porcentaje de maní confitería, porcentaje de maní industria y granometrías 38-42, 40-50, 50-60 y mayor a 60). El IAF para el modelo cuadrangular se duplicó con respecto al del modelo convencional. Los rendimientos en caja y en grano resultaron un 60 y 70 % mayores, respectivamente, para el modelo cuadrangular en contraste con el modelo convencional. La relación grano/caja también fue mayor para el tratamiento bajo estudio. El porcentaje de maní confitería y el porcentaje de maní industria no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre modelos de siembra, al igual que todas las granometrías. En base a lo observado se puede afirmar que el modelo de siembra cuadrangular ofreció ventajas con respecto al modelo de siembra convencional para el cultivo de maní.

Palabras clave: *Cuadrangularidad, Modelo de siembra, Distancia de siembra, Marco de Plantación, Maní.*

SUMMARY

Peanut growth and yield are influenced by harnessing of resources from environment. This is closely related to the sowing pattern. This study was designed to assess the effect of planting pattern on leaf area index (LAI), pod and kernel yields, and market quality. It was performed during 2006/07. The cultivar ASEM 505 Virginia- type “runner” was used. The factors evaluated were conventional sowing pattern (interrow spacing of 0,7 m and interplant spacing of 0,075 m) and square sowing pattern (interrow spacing of 0,233 m and interplant spacing of 0,233 m). The two treatments were disposed in a simple arrangement and a randomized block design with five replications. LAI at 40, 70, 100 and 130 DAP (days after planting) was calculated. Pod yield, kernel yield, kernel/pod relationship and market quality were determined. LAI was duplicated by square arrangement. Pod and kernel yields from square planting spacing were greater (60% and 70%, respectively) than those from conventional pattern. The kernel/pod relationship was higher when non- conventional arrangement was used. Planting pattern had no significant effect on kernel market quality. Square sowing pattern offered advantages over conventional planting spacing on peanut crop.

Key Words: Peanut, squareness, sowing pattern, planting spacing, planting framework.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes desafíos a los que se enfrenta la economía mundial en el siglo XXI es duplicar la producción para satisfacer las necesidades de una población mundial en crecimiento.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) prevé que para el año 2030 habrá más de ocho mil millones de personas en el mundo. Este informe destaca que en los últimos tres decenios la población mundial aumentó un 70 % y que el consumo de alimentos per cápita creció casi un 20 %, pero se espera que este índice de aumento de 2,2 % anual disminuya al 1,5 % anual en el período que va desde 2000 hasta 2030 (FAO, 2007).

La tierra cultivable por persona está disminuyendo. En los países en desarrollo, se redujo de 0.32 ha por persona en el período 1961-1963 a 0.21 ha por persona en 1997-1999. Se proyecta una reducción hasta 0.16 ha de tierra cultivable por persona, para el año 2030 (FAO, 2002).

El valor de la producción agrícola total se ha triplicado prácticamente en términos reales desde 1961, lo que representa un aumento medio anual del 2,3 %, algo superior al crecimiento global de la población. La mayor parte de este aumento ha tenido su origen en los países en desarrollo (FAO, 2007). En estos países se prevé una producción agrícola 70 % más elevada en 2030 que en la actualidad. Cuatro quintas partes de este crecimiento se logrará mediante la intensificación de la producción con cosechas más voluminosas, cultivos múltiples y períodos más breves de barbecho. El resto responderá a la ampliación de la superficie agrícola, principalmente en América del Sur y África subsahariana (FAO, 2007). Esto trae aparejado la expansión de las fronteras agropecuarias, desplazándose la agricultura a tierras de menor aptitud agrícola como montes o pastizales naturales que sólo son aptos para ganado.

En Argentina, la tasa de deforestación resulta seis veces más alta que el promedio mundial. Según datos preliminares aportados por la Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable de la Nación, entre 2002 y 2006 la deforestación creció casi un 42 % respecto del período 1998 a 2002.

El primer dato disponible sobre la superficie efectiva de bosque de la República Argentina, que corresponde al Censo Nacional Agropecuario del año 1937 indica una superficie de 37.535.308 ha de bosques nativos para ese año.

Seis décadas después la superficie total de bosque nativo en la República Argentina (de acuerdo al Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos del año 1998), fue de 33.190.442 ha, lo cual indica que en ese lapso de tiempo se deforestaron 4.344.866 ha, unas 70.000 ha año⁻¹. Un resumen de la superficie de bosque nativo entre 1937 y 2008 puede apreciarse en el Cuadro 1.

Cuando se realizó este Inventario, las selvas y montes de Salta, Chaco, Formosa, Santa Fe, Santiago del Estero y Córdoba sumaban 23.688.921 hectáreas. Apenas ocho años después habían perdido casi el 10 %. Entre 1998 y 2002 desaparecieron 781.930 ha. Pero en los últimos cuatro años, el proceso se acentuó y la tala arrasó con 1.108.669 ha.

Cuadro 1. Superficie en hectáreas de Bosque Nativo en Argentina entre 1937 y 2008.

Año 1937	Año 1987	Año 1998	Año 2008
37.535.308	35.180.000	33.190.442	31.443873

Fuente: Año 1937: Censo Nacional Agropecuario 1937; Año 1987: Estimaciones del Instituto Forestal Nacional; Año 1998: Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal, 2002; Año 2008: Estimaciones de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal.

Los datos demuestran una constante pérdida de superficie de Bosque Nativo y la existencia de una aceleración del proceso en la última década (Gráfico 1). Según las estimaciones efectuadas por la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal la deforestación a nivel nacional para el periodo 1998-2002 tiene valores cercanos a 200.000 ha año⁻¹.

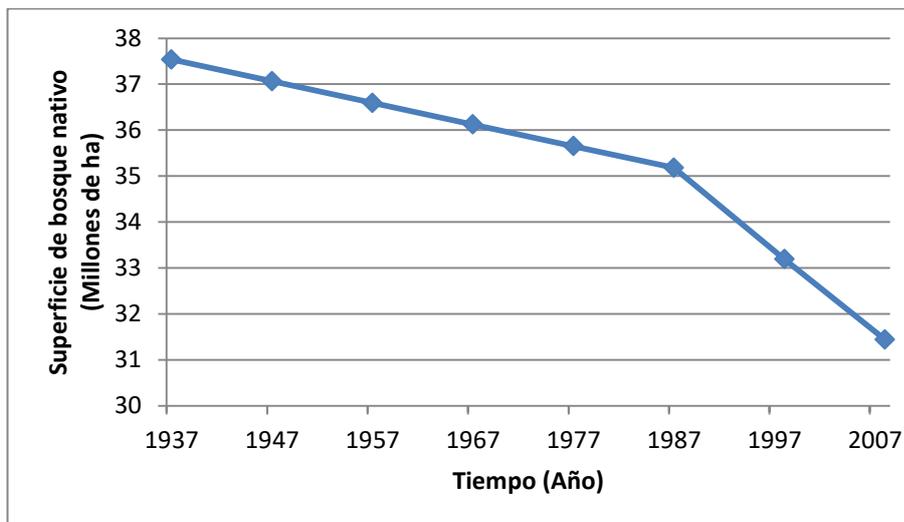


Gráfico 1. Superficie de Bosque Nativo de la República Argentina.

(Fuente: 1937: Censo Nacional Agropecuario 1937; 1947 a 1987: Estimaciones del Instituto Forestal Nacional; 1998: Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal; 2008: Estimaciones de la Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal).

La expansión de la frontera agropecuaria ha sido y es uno de los principales factores de deforestación, en el país y en toda la región.

Argentina probablemente está enfrentando en las últimas décadas uno de los procesos de deforestación más importante de su historia. Con el agravante que en la actualidad el reemplazo de los bosques por la agricultura se realiza principalmente por el monocultivo de soja.

En el parque chaqueño (provincias de Formosa, Chaco y Santiago del Estero, y partes de Santa Fe, San Luis, Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Juan, Córdoba y Corrientes) la extensión del área cultivada pasó de 2.460.000 de hectáreas en 1888 a 27.300.000 de hectáreas en 1943. La expansión de la frontera agropecuaria se hizo a expensas del bosque, se expandieron el cultivo del algodón en el Chaco y las plantaciones de tabaco en Salta y Jujuy, todo ello en áreas desmontadas.

A partir de la década de 1970 se produce la “cerealización” de la pampa húmeda y las explotaciones ganaderas son empujadas a zonas marginales. Una vez más, la presión es ejercida sobre los bosques de la región chaqueña. En la década de 1990, el explosivo aumento de la producción de soja incrementó aún más esa presión.

En vista de esto, es primordial mejorar la productividad agrícola para alcanzar la meta del desarrollo sostenible de reducir tanto la pobreza como el impacto ambiental. (Jacques Diouf –FAO-, 2007). Una propuesta para lograrlo, y que es motivo de este trabajo de

investigación, es el hecho de replantear el actual modelo de siembra, que fue diseñado teniendo en cuenta aspectos tecnológicos que se remontan a los orígenes de la agricultura, cuando se utilizaban caballos como medio de tracción. Este modelo no contempla aspectos fisiológicos de la planta y perdura hasta la actualidad. Se fundamentaba en un distanciamiento entre hileras suficientemente amplio como para permitir el paso del caballo por el espacio entre dos surcos contiguos, evitando el daño que estos animales pudieran provocar al cultivo con sus patas durante las labores de escarda. Es por esto que en Argentina el distanciamiento entre hileras tradicional es de 0.7 m y en EE.UU es de 0.9 m. Ya que aquí se utilizaban caballos de raza Criolla de menor tamaño que los de raza Percherón propios del país del norte¹.

Es así como surge el concepto de **cuadrangularidad** (Figura 1), con el objetivo de mejorar la distribución espacial de las plantas, sin afectar la densidad ideal del cultivo. De esta manera, cada planta tiene posibilidad de expresar su máximo potencial haciendo un uso mas eficiente de los recursos que el ambiente le brinda.

Realizando una comparación entre este nuevo modelo de siembra con el tradicional (Figura 2), es de esperar que las plantas alcancen un mayor nivel productivo como consecuencia de un aprovechamiento más eficaz de los recursos del medio ambiente (radiación interceptada, volumen de suelo explorado, absorción de agua y nutrientes) al disminuir la competencia intraespecífica propia del modelo convencional (Figura 3).

¹ Ing. Agr. Claudio Demo. Universidad Nacional de Río Cuarto. Comunicación Personal.

Marco de plantación cuadrangular

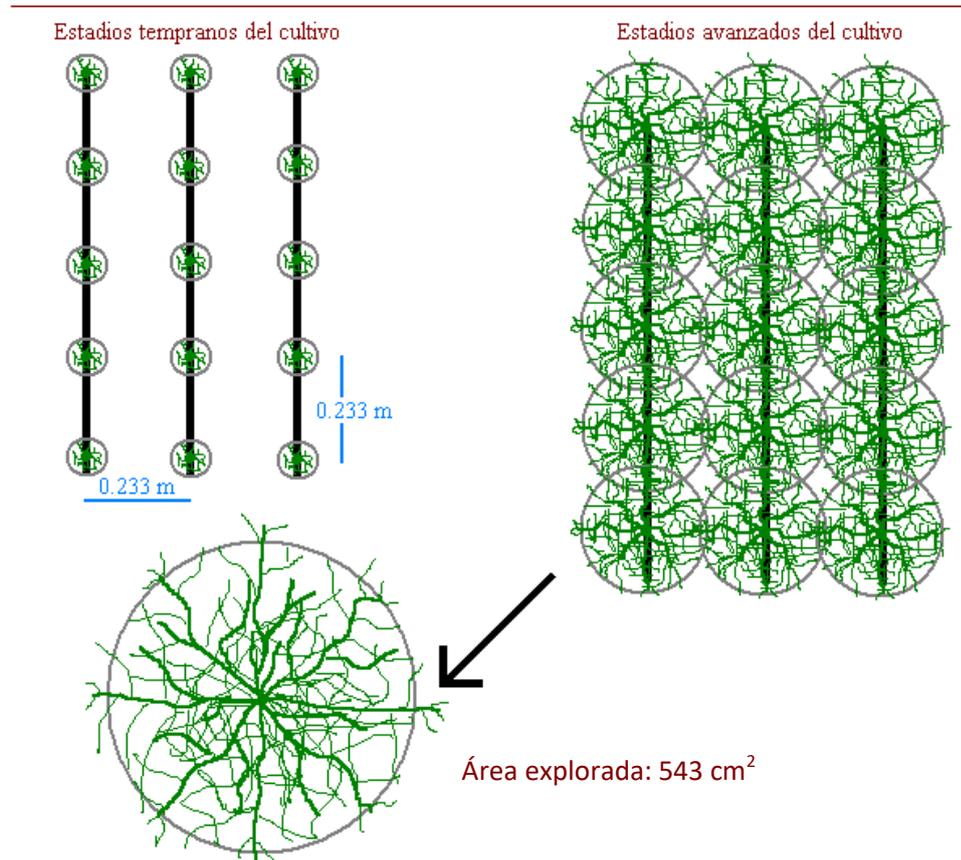


Figura 1. Modelo de siembra cuadrangular.

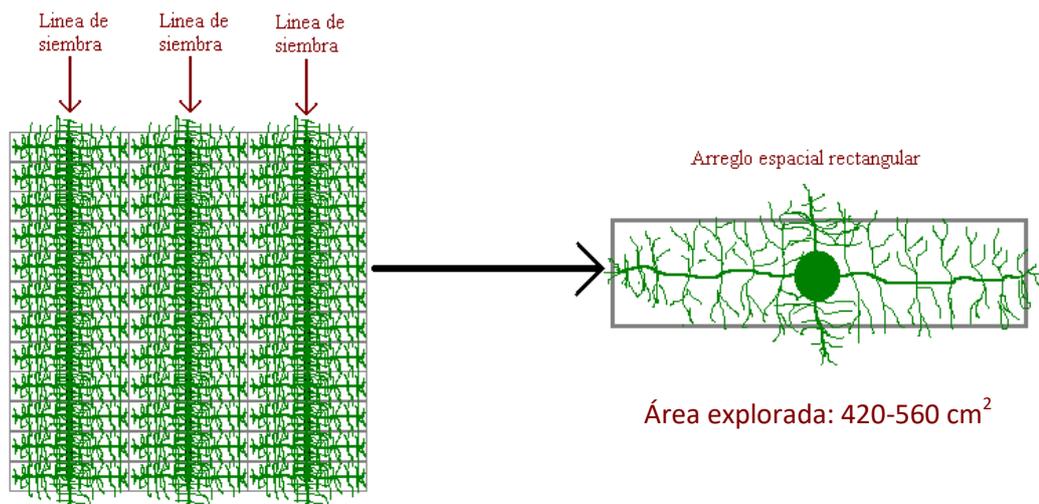


Figura 2. Modelo de siembra tradicional.

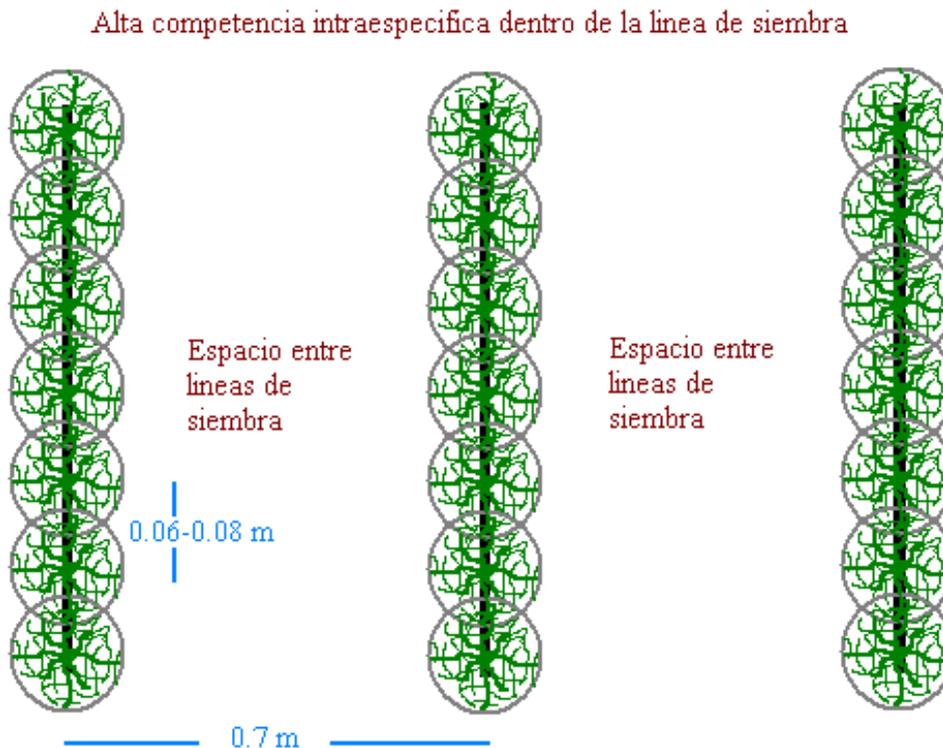


Figura 3. Competencia intraespecífica.

ANTECEDENTES

Gardner y Auma (1989) encontraron una mayor interceptación de radiación solar durante los estadios iniciales de crecimiento del cultivo de maní en espaciamientos casi cuadrangulares (0.35 m x 0.30 m), en oposición a espaciamientos rectangulares (0.70 m x 0.15 m y 1.05 m x 0.10 m). La materia seca total, índice de área foliar, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento grano/caja también fueron mayores en espaciamientos cuadrangulares.

Jaaffar y Gardner (1988) trabajando con ensayos en los que mantenían constante la densidad de plantas y variaban el espaciamiento entre hileras registraron que el cierre del canopeo, el índice de área foliar, la tasa de crecimiento del cultivo, la interceptación de radiación solar, la materia seca y el rendimiento fueron mayores en espaciamientos de siembra más pequeños (0.46 m x 0.15 m), al compararlos con espaciamientos convencionales (0.91 m x 0.08 m).

Mozingo y Wright (1994) en ensayos en los que se mantenía un marco de plantación cuadrangular y se variaba la densidad de plantas, obtuvieron un mayor rendimiento en espaciamentos más compactos (0.152 m x 0.152m) que en aquellos laxos (0.457 m x 0.457 m).

Giayetto *et al.* (1998) en trabajos con diferentes grados de rectangularidad, concluyeron que al variar el espaciamento de siembra no se afectó la duración de los estadios fenológicos, pero sí el crecimiento vegetativo de la planta, ya sea como individuo o como comunidad o cultivo. A nivel individual, la materia seca y el área foliar disminuyen significativamente a causa del aumento de la competencia intraespecífica producida por la reducción de la distancia entre hileras y entre plantas dentro de la hilera (desde 0.7 m a 0.3 m y desde 0.12 m a 0.06 m respectivamente) y el correspondiente incremento de la densidad de 12 pl m⁻² a 56 pl m⁻². El número de ramificaciones por planta también se redujo al aumentar la densidad, manteniendo un arreglo tendiente a la cuadrangularidad. A nivel de población, en un espaciamento más compacto se produce mayor cantidad de materia seca por superficie y mayor índice de área foliar. Esto lleva a que el cultivo alcance en menor tiempo el índice de área foliar crítico que le permite interceptar el 95 % de la radiación solar. Por estas razones el rendimiento es mayor en densidades altas y con un marco de plantación cuadrangular.

Nuti y Sorensen (2008) en ensayos con un modelo de siembra con formación en diamante, donde cada cama de siembra de 91.44 cm de ancho tiene cuatro filas equidistantes, con seis semillas sembradas en 30.48 cm (la distancia entre surcos es de 22.86 cm y la distancia entre plantas dentro del surco es de 20.32 cm, con una densidad de 215.278 semillas por hectárea). Encontraron que bajo este régimen de siembra aumenta el rendimiento y se mejora el manejo de enfermedades en las plantas de maní del tipo rastrero, comparado con el método de sembrar en una sola fila frecuentemente usado por los cultivadores de maní en EE.UU. Espaciar las plantas en esta manera uniforme y escalonada reduce la competición entre ellas produciéndose más rápidamente un cierre de canopeo, ayudando a preservar la frescura y humedad del suelo.

Sconyers *et al.* (2005) trabajaron con microplots con el objeto de determinar el comportamiento de la enfermedad Marchitamiento del maní causada por el hongo *Esclerotium rolfsii*. En los ensayos se varió el distanciamiento entre plantas, manteniendo la cuadrangularidad entre ellas (con distanciamientos de 0.076 m, 0.152 m, 0.229 m y 0.305 m). Encontraron que a medida que se aumentaba el distanciamiento entre plantas, menores eran la incidencia y severidad de la enfermedad.

HIPÓTESIS

El implemento de un modelo de siembra cuadrangular Vs. Uno convencional aumenta el IAF y disminuye la competencia intraespecífica en estadios tempranos del cultivo, incrementando el rendimiento y la granometría del producto cosechable, siendo también mayor el rendimiento de maní confitería.

OBJETIVOS

- Generales

Evaluar la respuesta del cultivo de maní de porte rastro, tipo virginia, ante la modificación de la distribución espacial de las plantas, manteniendo constante su densidad.

- Específicos

Determinar si hay aumento de la producción por unidad de superficie en un modelo cuadrangular Vs. Uno convencional.

Determinar si mejora la calidad de los granos cosechados en un modelo cuadrangular Vs. Uno convencional.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El ensayo se realizó en la localidad de Río IV (Figura 4), provincia de Córdoba, en un campo experimental ubicado a orillas de la ruta A 005, km 11, en el acceso oeste de la ciudad. Sus coordenadas son $33^{\circ} 05' 20''$ latitud sur y $64^{\circ} 21' 00''$ longitud oeste, con una altitud de 456 msnm.



Figura 4. Ubicación Geográfica del Ensayo.

CARACTERIZACIÓN EDÁFICA

El suelo es un Hapludol típico bien drenado, con relieve normal y pendiente menor al 2 %. Al momento de la realización del ensayo poseía moderada cobertura de trigo, ya que el lote estaba incluido en un sistema de rotación con siembra directa desde 5 años atrás.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones monzónico, concentrando el 80% de las lluvias en el período primavero-estival entre los meses de octubre y abril. La precipitación media de los últimos 20 años es de 801 mm, los meses con mayores registros son diciembre y enero con 130 mm por mes, mientras que para junio y julio la media sólo alcanza los 13 mm mensuales.

El régimen térmico es templado o mesotermal, siendo la temperatura media anual de 16 °C, con valores medios para el mes más cálido de 23 °C (enero) y de 9 °C para el mes más frío (julio). El período libre de heladas es de 256 días y va desde mediados de septiembre a mediados de mayo. La fecha extrema de primera helada es el 29 de abril y la media corresponde al 25 de mayo, con un desvío de +/- 14.3 días. En tanto que la fecha extrema de última helada es el 4 de noviembre y la media es el 12 de septiembre, con un desvío de +/- 20.3 días.

El balance hídrico manifiesta déficit que van desde 50 mm para los años húmedos hasta los 300 mm en los años secos, con un valor medio para la serie estadística 1974-1993 de 146 mm año⁻¹. Estos períodos de déficit se dan principalmente en los meses de diciembre a febrero (por las altas temperaturas que ocasionan una gran demanda atmosférica) y de agosto a septiembre (de acuerdo a la variabilidad en el comienzo de las lluvias primaverales).

Las condiciones climáticas ocurridas durante el ciclo del cultivo (campaña 2006-2007) fueron favorables para su desarrollo.

Las precipitaciones (Gráfico 2) fueron mayores a las normales, superándolas en 110 mm en los 6 meses de crecimiento del cultivo, desde la siembra (noviembre) hasta el arrancado (abril).

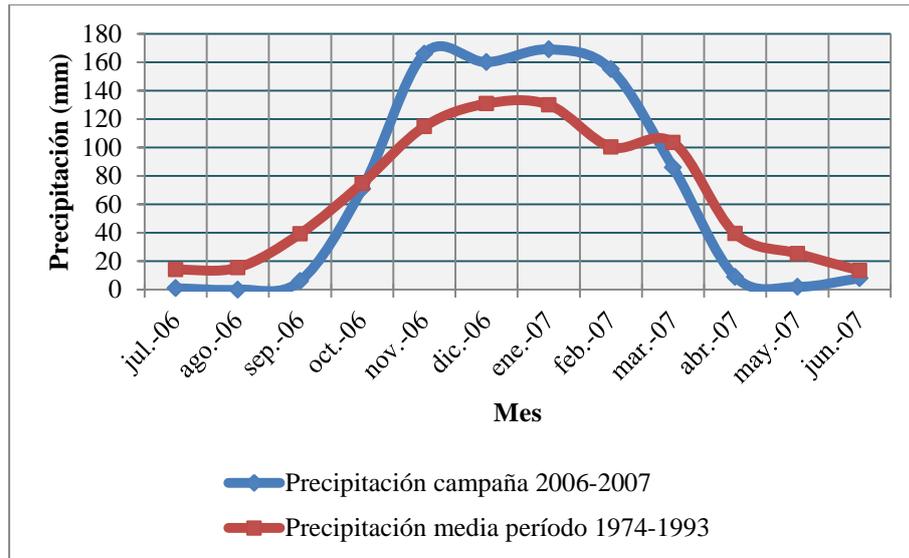


Gráfico 2. Precipitación de la Campaña 2006-2007 y Precipitación Media del período 1974-1993.

En tanto que las temperaturas (Gráfico 3) tuvieron un comportamiento similar a la media del período 1974-1993.

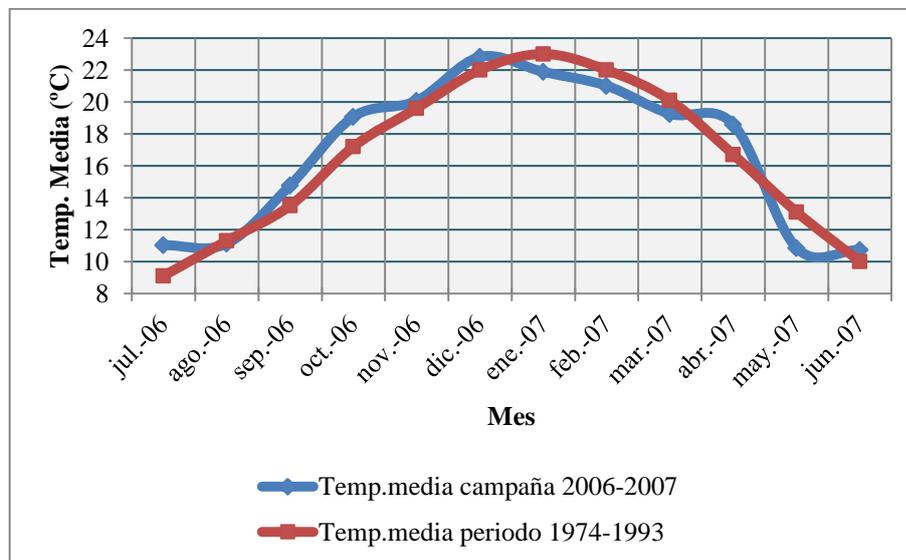
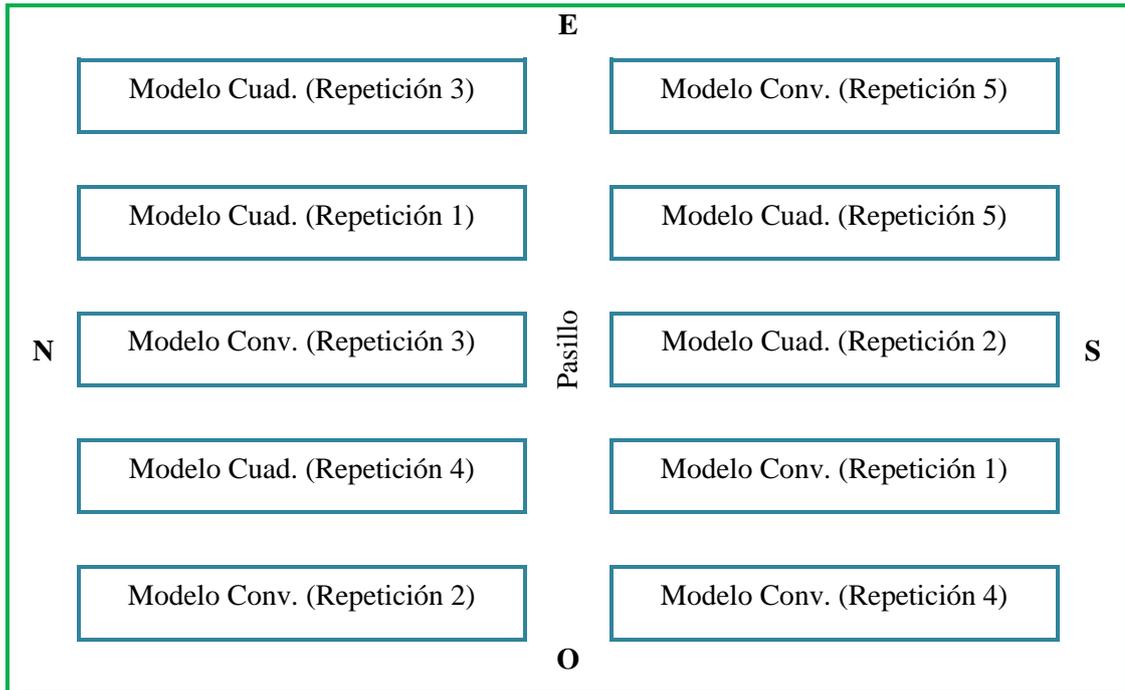


Gráfico 3. Temperatura media de la campaña 2006-2007 y temperatura media del período 1974-1993.

CONDICIONES EXPERIMENTALES

Se utilizó un diseño simple al azar. Éste contó con 5 repeticiones para el tratamiento cuadrangular y 5 repeticiones para el tratamiento rectangular (testigo), distribuidos de forma aleatoria (Cuadro 2).

Cuadro 2. Plano del diseño a campo. Cultivo de maní en modelo de siembra cuadrangular Vs. modelo de siembra convencional.



TRATAMIENTOS

- Modelo de siembra convencional

Se realizaron 5 repeticiones de 35 m² (3.5 m de ancho -5 surcos a 0.7 m- x 10 m de largo). De aquí se cosechó una muestra de 4.29 m de largo, correspondiente al surco central, en su parte media (evitando los extremos, para descartar el efecto borde), obteniendo un área cosechada de 3 m² por repetición.

- Modelo de siembra cuadrangular

Se realizaron 5 repeticiones de 11.5 m² cada una (1.15 m de ancho -5 surcos a 0.23 m- x 10 m de largo). De aquí se cosechó una muestra de 4.35 m de largo, correspondiente a los

tres surcos centrales, en su parte media (evitando los extremos, para descartar el efecto borde), obteniendo un área cosechada de 3 m² por repetición.

SIEMBRA

Se llevó a cabo el 8 de noviembre de 2006, con excelentes condiciones de humedad y temperatura de suelo como para permitir una rápida germinación y emergencia.

Para el modelo de siembra rectangular (0.7 m entre surcos x 0.075 m entre plantas) se utilizó una sembradora convencional de 5 surcos a 0.7 m entre líneas. Mientras que para el modelo de siembra cuadrangular (0.23 m entre surcos x 0.23 m entre plantas) se utilizó una púa abre surco, un cordón marcado cada 0.23 m y dos estacas de madera. El procedimiento consistió en tender el cordón y sujetarlo por los extremos con las estacas, posteriormente con la púa se trazó un surco de unos 0.03 m de profundidad, en cuyo interior se depositaron las semillas a 0.23 m unas de otras y luego se cubrieron con tierra.

La semilla utilizada para ambos modelos de siembra correspondía al cultivar ASSEM 505 (Tipo virginia-runner) y fue provista por el INTA de Rio Cuarto.

El día anterior a la siembra la semilla fue sometida a un tratamiento anti fúngico con el curasemilla Vitavax Flo (carboxin + tiram), a razón de 40 + 40 cm³ *ia* por cada 100 Kg de semilla.

TRATAMIENTOS QUÍMICOS

Se utilizó una pulverizadora motorizada para la mayoría de los controles y una pulverizadora tipo mochila para tratamientos puntuales que no coincidían con los que se realizaban en el resto del campo, ya que la experiencia estaba ubicada dentro de un lote en el cual había implantado un cultivo de maní con fines productivos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos químicos realizados durante el ciclo del cultivo de maní.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>FECHA</i>	<i>PRODUCTO</i>	<i>DOSIS</i>
Barbecho químico	25/09/2006	Glifosato 2.4-D éster 100%	2.00 l há ⁻¹ 0.5 l há ⁻¹
Pre emergente	13/11/2006	Flumetzulán S-Metolacloro Glifosato	0.02 Kg há ⁻¹ 1.00 l há ⁻¹ 2.00 l há ⁻¹
Pos emergente	18/12/2006	Imazapic	0.085 Kg há ⁻¹
Viruela + Graminicida	9/01/2007	Sphere Haloxifop R metil	0.45 l há ⁻¹ 0.5 l há ⁻¹
Viruela	31/01/2007	Sphere	0.45 l há ⁻¹
Viruela	23/02/2007	Sphere	0.45 l há ⁻¹

ARRANCADO

Se realizó el 14/04/2007 para ambos modelos. Para ello fue necesario contar con una pala ancha para la tarea de desmonte de las plantas de maní. El procedimiento consistió en aflojar la planta de ambos lados del surco, para luego desprenderla del suelo, quitarle la tierra por medio de sacudidas y colocarla sobre suelo firme de manera invertida, con sus frutos hacia arriba. De esta forma la planta permaneció durante unos 10 a 15 días hasta alcanzar una humedad menor a 13 %. Se arrancaron 3,00 m² de cada parcela. El número de plantas fue variable para cada una de ellas (ver Anexos, Cuadro 11).

COSECHA

Con las plantas de maní ya secas se procedió a su retiro del campo, para ser llevadas hasta una máquina cosechadora. Esta se caracterizó por ser de tipo estática y monocilíndrica. Por lo tanto el procedimiento de trilla consistió en depositar el material a cosechar dentro de una bandeja, que comunica el exterior de la máquina con el sistema de trilla (cilindro) y recolectar las vainas libres de material vegetal en el otro extremo de la máquina. Luego estas muestras fueron pesadas para la determinación de maní en caja (ver Anexos, Cuadro 11).

PROCESADO DEL MANÍ COSECHADO

Se utilizó una limpiadora de maní, modelo exclusivo para muestreos en laboratorio. Posteriormente fue necesaria una descascaradora y zarandas (11 mm y 10 mm con orificio redondo y 7.5 mm y 6.5 mm orificio a tajos) para la determinación de la granometría (38-42, 40-50, 50-60 y < 60 granos por onza) de los granos cosechados.

Para determinar los pesos de cada calibre de granos se utilizó una balanza digital.

DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE RAMIFICACIONES COTILEDONARES Y EJE PRINCIPAL

Para ello fue necesaria una regla con escala en milímetros. Las determinaciones se hicieron a los 70, 100 y 130 días después de siembra (dds).

Para la medición del eje central se tomó como base el plano proyectado por la superficie del suelo, y el ápice como extremo superior. En tanto que para la medición de las ramificaciones cotiledonares se usó como base la inserción de estas en el eje central, y el ápice como su extremo.

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR (IAF)

Para realizar esta determinación se propuso la siguiente metodología, que fue respaldado por un análisis de varianza de la variable **n° de folíolos por planta** que es, la que mayor influencia tiene en la determinación del IAF (ver Anexos Cuadro 12).

Para la obtención del IAF fue necesario contar con hojas milimetradas y lápiz negro de trazo fino, para dibujar el contorno de los folíolos estableciendo el área encerrada en ellos.

Las determinaciones se realizaron a los 40, 70, 100 y 130 dds.

La metodología seguida fue la siguiente

1. Recolección de muestras (una planta por repetición).
2. Conteo de folíolos en cada muestra (folíolos por planta).
3. Separación de folíolos en tamaños uniformes (formación de 5 estratos, folíolos muy chicos, chicos, tamaño medio, grande y muy grande).
4. Determinación de folíolo tipo para cada estrato formado (se buscan 3 a 5 folíolos de tamaño medio en cada estrato).

5. Determinación del área foliar del folíolo tipo (se dibujaron los folíolos tipo en hoja milimetrada y se contaron los cm^2 encerrados en sus márgenes).
6. Determinación del área foliar de cada estrato (AF folíolo tipo del estrato “a” x n° de folíolos del estrato “a”). **Ecuación 1**
7. Determinación del área foliar de la muestra -área foliar por planta- (sumatoria del AF de todos los estratos). **Ecuación 2**
8. Determinación del área foliar por m^2 (AF de la muestra x densidad de plantas en 1 m^2). **Ecuación 3**
9. Determinación del índice de área foliar (AF expresada en $\text{cm}^2 10.000 \text{ cm}^{-2}$). **Ecuación 4**

Ecuaciones utilizadas para determinar el IAF

1. $AF \text{ estrato} = AF \text{ tipo} * N^{\circ} \text{ foliolos} [\text{cm}^2]$
2. $AF \text{ muestra} = \sum AF \text{ estrato} [\text{cm}^2 \text{ pl}^{-1}]$
3. $AF \text{ superficie} = AF \text{ muestra} * \text{densidad} [\text{cm}^2]$
4. $IAF = AF \text{ superficie} / 10.000 [\text{cm}^2 \text{ cm}^{-2}]$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados obtenidos se analizaron mediante ANOVA, para determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas entre medias de tratamientos. Luego, al haberse confirmado diferencias entre medias entre tratamientos se realizó un test de Duncan para categorizarlos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Gráfico 4 muestra la evolución del índice de área foliar (IAF) para los dos modelos de siembra. Se puede observar cómo, en estadios tempranos del cultivo, el valor obtenido por el ensayo duplicó al obtenido por el testigo. Este mayor IAF en estadios tempranos le da al primero una aceleración inicial de crecimiento que lo hace más competitivo frente a malezas. Además, podemos ver cómo decrece el IAF para ambos modelos. Siendo esta disminución menos marcada para el modelo cuadrangular, lo que en este momento fenológico clave del cultivo, puede influir en la formación de una mayor cantidad y tamaño de frutos y contribuir a una mejor nutrición y maduración de las semillas, implicando por ejemplo un mayor peso específico, mejor sabor, entre otros beneficios. Tal como se plantea en la hipótesis, y en concordancia con Gardner y Auma (1989), Jaaffar y Gardner (1988) y Giayetto *et al.* (1998), el IAF alcanzado por el arreglo cuadrangular fue en todo momento mayor al del modelo convencional.

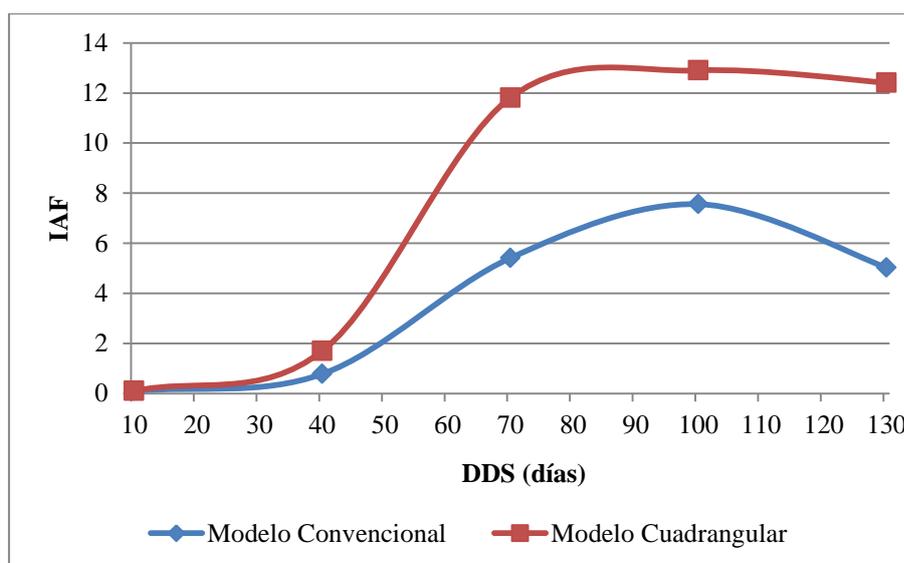


Gráfico 4. Evolución del índice de área foliar para cada modelo de siembra.

El IAF individual de cada planta (Gráfico 5) resultó también mayor para el modelo en estudio, en contraposición con el modelo convencional. Lo observado podría deberse al hecho que en este ensayo la densidad de plantas para ambos modelos se mantuvo en valores cercanos entre sí, por lo que en el arreglo cuadrangular las plantas se encontraron con igual área a explorar que en el otro arreglo, pero con una mejor distribución espacial. Esto le habría permitido aprovechar más eficientemente los recursos del medio (agua, nutrientes y luz), reforzando lo anteriormente dicho de que ésta nueva distribución espacial le brinda una

ventaja competitiva al cultivo frente a las malezas. Por el contrario Giayetto *et al.* (1998) encontraron una disminución en el IAF al trabajar con modelos de siembra con distinto grado de rectangularidad y con densidad creciente.

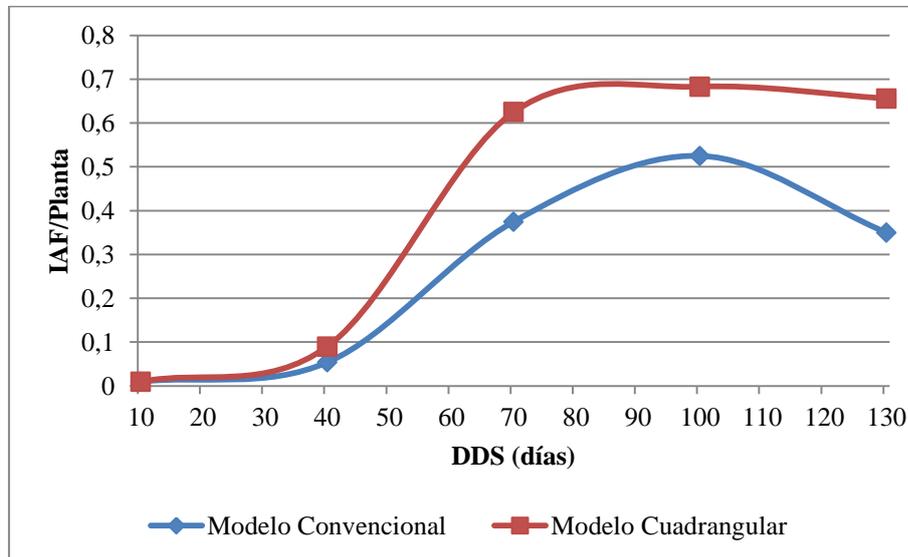


Gráfico 5. Evolución del índice de área foliar por planta para cada modelo de siembra.

Un crecimiento más acelerado de las plantas del modelo cuadrangular se muestra en los siguientes gráficos. Éstas alcanzan una mayor longitud de sus ramificaciones primarias en estadios tempranos (Gráfico 6) y luego va disminuyendo la tasa de crecimiento, en contraste con las plantas del otro modelo donde al principio experimentan un crecimiento lento, alcanzando por último una longitud de ramificaciones levemente mayor al modelo bajo estudio. Sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para esta variable.

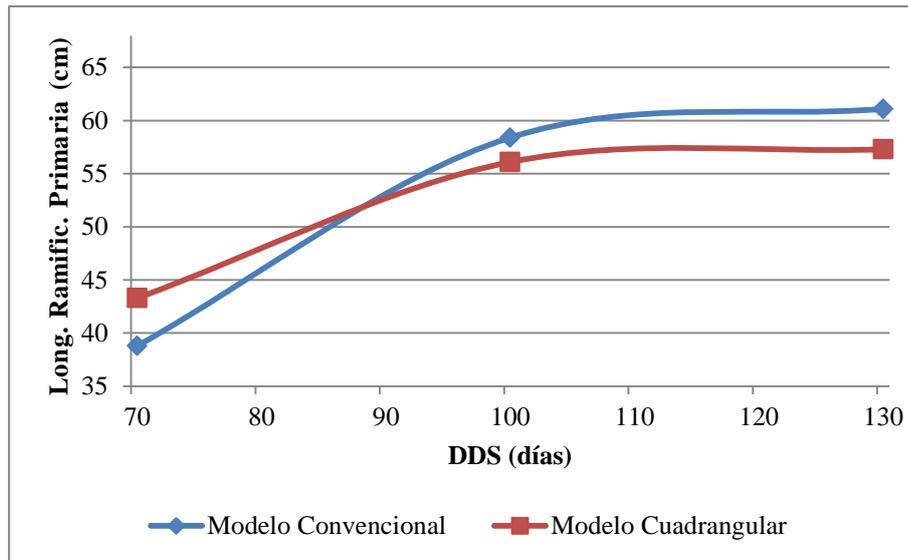


Gráfico 6. Evolución del crecimiento de ramificaciones primarias para ambos modelos de siembra.

Por otro lado la longitud del eje principal (Gráfico 7) nos muestra cómo las plantas del modelo cuadrangular alcanzan una mayor altura respecto a las del otro modelo en todas las etapas de crecimiento. Normalmente los cultivos densos (típicos con el modelo convencional) generan por parte de cada individuo, una mayor avidez para captar luz y si las condiciones de fertilidad y humedad edáfica son buenas, generalmente la respuesta es un mayor crecimiento en altura por elongación de los entrenudos y una mayor formación de nudos en el eje central. En este caso el modelo cuadrangular por encontrarse en un arreglo que le permitió alcanzar antes el cierre de canopeo, se comportó como un cultivo denso.

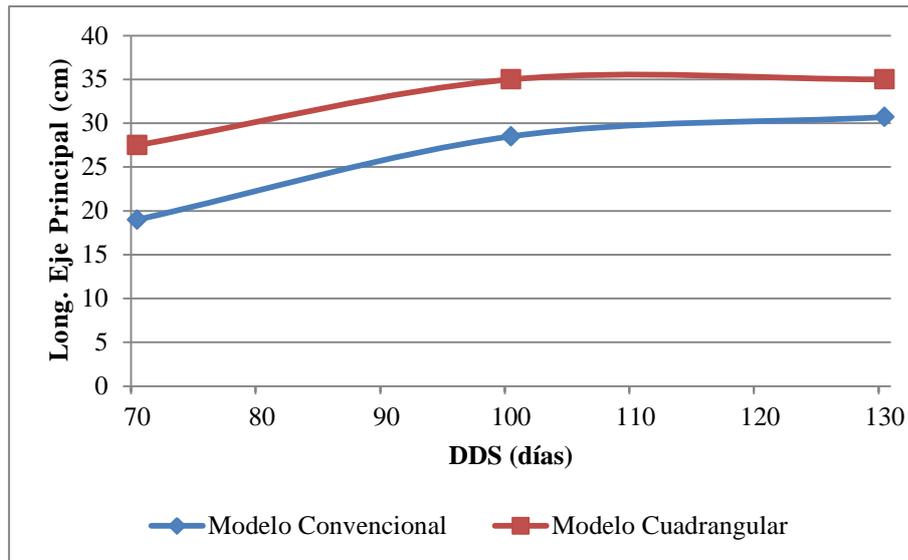


Gráfico 7. Evolución del crecimiento del eje principal para ambos modelos de siembra.

Todas las observaciones realizadas anteriormente para los componentes de crecimiento de las plantas pueden explicar los resultados expresados en el siguiente gráfico de rendimiento en caja y rendimiento en grano (Gráfico 8). En él se observa que el rendimiento del modelo cuadrangular es ampliamente mayor al del modelo convencional, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.01$) (Cuadro 4, 5 y 6). Jaaffar y Gardner (1988), Mozingo y Wright (1995), Giayetto *et al.* y Nuti y Sorensen (2008) informaron iguales resultados.

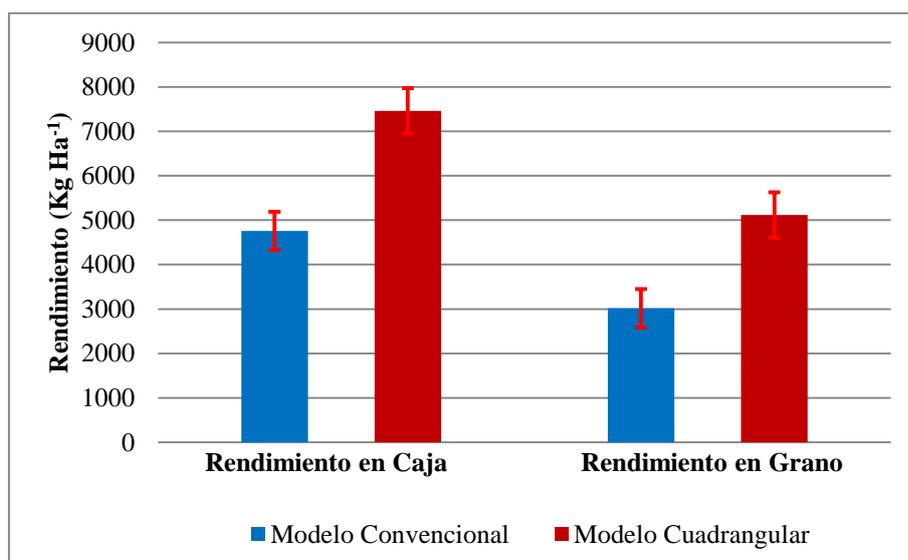


Gráfico 8. Rendimiento en caja y rendimiento en grano (Kg Ha^{-1}) para ambos modelos de siembra.

Cuadro 4. Análisis de la varianza para las variables rendimiento en caja y rendimiento en grano.

Análisis de la Varianza			
Variable	N	R2	CV
Rendimiento en Caja	10	0.93	9.45
Rendimiento en Grano	10	0.93	11.25

El valor de R^2 explica la varianza de la variable Rendimiento en Caja y Rendimiento en Grano. Las variaciones en estas variables están explicadas en un 93 % por la modificación del modelo de siembra.

El bajo valor de CV para ambas variables indica la alta confiabilidad de los resultados que muestra cada tratamiento.

Cuadro 5. Test de Duncan para la variable rendimiento en caja.

Test de Duncan			
Tratamiento	Media	n	Diferencia
Modelo Convencional	4757.96	5	A
Modelo Cuadrangular	7461.64	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.01$)

Cuadro 6. Test de Duncan para la variable rendimiento en grano.

Test de Duncan			
Tratamiento	Media	n	Diferencia
Modelo Convencional	3017.98	5	A
Modelo Cuadrangular	5119.84	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.01$)

La relación Grano/Caja sigue la tendencia de las variables anteriores, siendo también mayor para el modelo cuadrangular que para el convencional (Gráfico 9), existiendo diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 7 y 8). Gardner y Auma (1989) encontraron iguales resultados al cambiar de un modelo rectangular a uno cuadrangular.

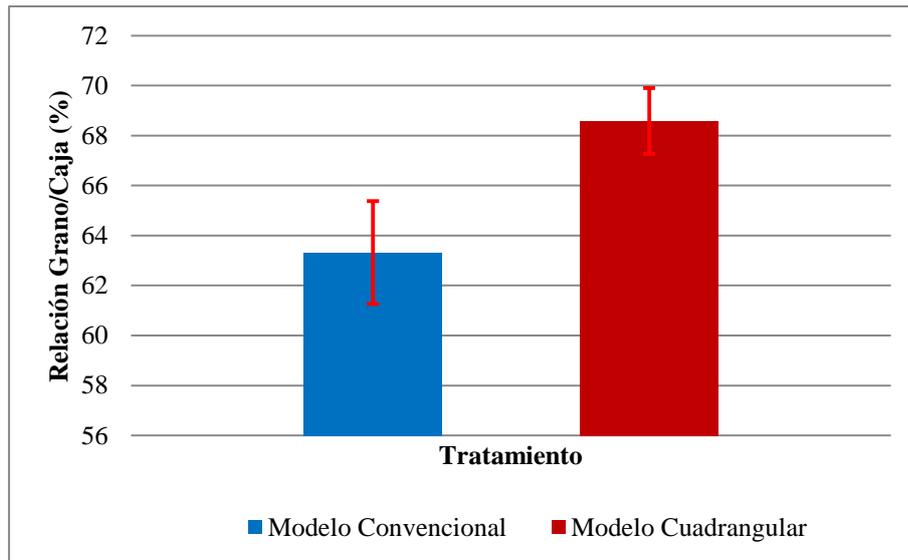


Gráfico 9. Relación grano/caja.

Cuadro 7. Análisis de la varianza para la variable relación grano/caja.

Análisis de la Varianza			
Variable	N	R ²	CV
Relación Grano/Caja	10	0.87	2.59

Cuadro 8. Test de Duncan para la variable relación grano/caja.

Test de Duncan			
Tratamiento	Media	n	Diferencia
Modelo Convencional	63.32	5	A
Modelo Cuadrangular	68.58	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p <= 0.01$)

Para las variables porcentaje de grano sobre zaranda 11 mm, 10 mm de orificio redondo y 6.5 mm de orificio a tajos (ver Anexos Gráfico 14, 15 y 17) no se encontró diferencias estadísticamente significativas, lo cual indica que ambos modelos de siembra producen similares calidades de grano. Sólo el porcentaje de grano sobre zaranda 7.5 mm de orificio a tajos mostró diferencias estadísticamente significativas (ver Anexos Gráfico 16). Sin embargo, se evidencia una tendencia por parte de las plantas del modelo convencional a producir más granos de tamaño grande (Granometría 38-42, ver Anexos Gráfico 18), similar cantidad de granos de tamaño medio (Granometría 40-50, ver Anexos Gráfico 19) e inferior cantidad de tamaño chico (Granometría 50-60, ver Anexos Gráfico 20).

Tampoco hay diferencias estadísticamente significativas para las variables porcentaje de maní Confitería y porcentaje de maní industria (Gráfico 10). Por lo que contrariamente a lo planteado en la hipótesis, podemos afirmar que el cambio de modelo de siembra no mejora la calidad del producto cosechable en lo referente a Granometría.

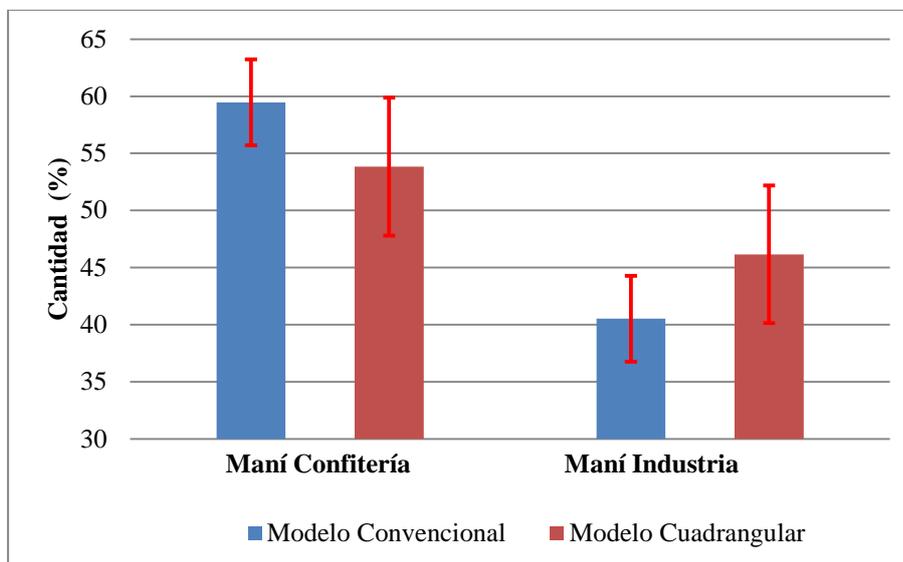


Gráfico 10. Porcentaje de maní confitería y maní industria.

En términos de porcentaje, en este ensayo, el modelo convencional produjo una mayor cantidad de maní confitería y en consecuencia, menos del tipo industria. Pero si analizamos estas variables desde el punto de vista del rendimiento, el panorama se revierte (Gráfico 11). Esto es así porque el rendimiento de maní en grano fue significativamente mayor (en un 70 %) para el ensayo que para el testigo. Al descomponer el rendimiento en grano para cada tratamiento en las granometrías, que en este caso componen el maní confitería y el maní industria (Cuadro 9), podemos observar que la Granometría 38-42 permaneció casi invariable para ambos tratamientos, mientras que las otras Granometrías, 40-50, 50-60 y < 60 para el modelo cuadrangular fueron ampliamente mayores (Gráfico 12 y 13).

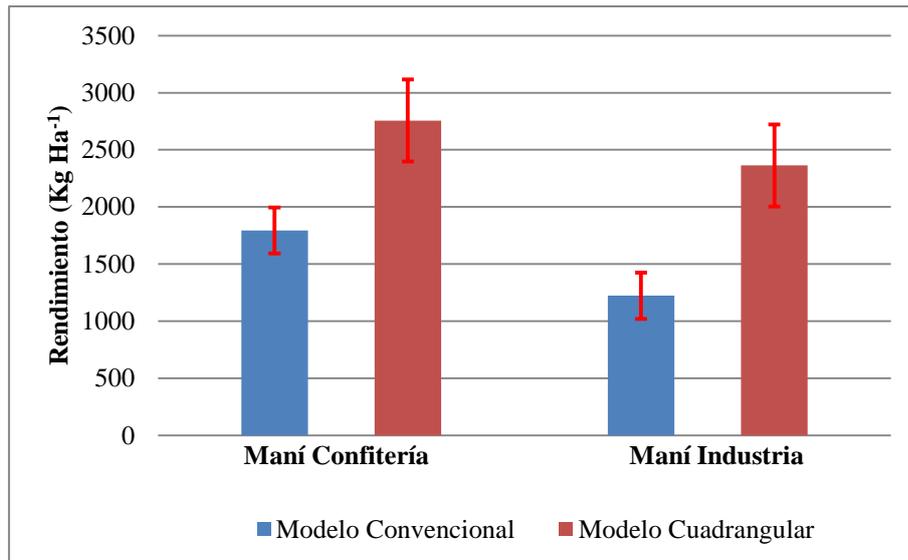


Gráfico 11. Rendimiento de maní confitería y maní industria para cada modelo de siembra.

Cuadro 9. Descomposición del rendimiento en grano en granometrías que componen maní confitería y maní industria.

Tratamiento	Maní Confitería (Granometría)		Maní Industria (Granometría)	
	38-42 (Kg)	40-50 (Kg)	50-60 (Kg)	< 60 (Kg)
Modelo Convencional	399.8	1395.0	714.2	508.9
Modelo Cuadrangular	433.9	2322.7	1447.9	915.3
Modelo Convencional	1794.8 Kg (59.47 %)		1223.1 Kg (40.53 %)	
Modelo Cuadrangular	2756.6 Kg (53.84 %)		2363.2 Kg (46.16 %)	

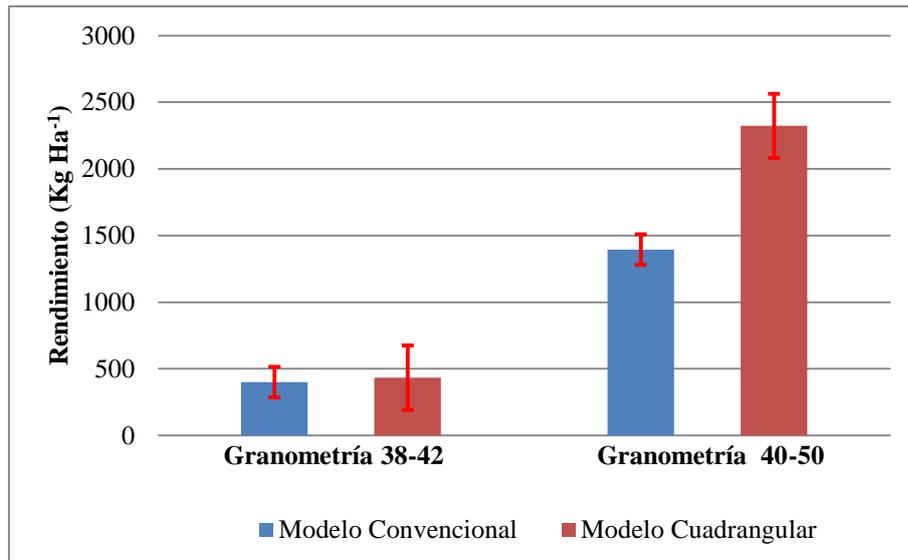


Gráfico 12. Granometrías que componen el maní confitería para cada modelo de siembra.

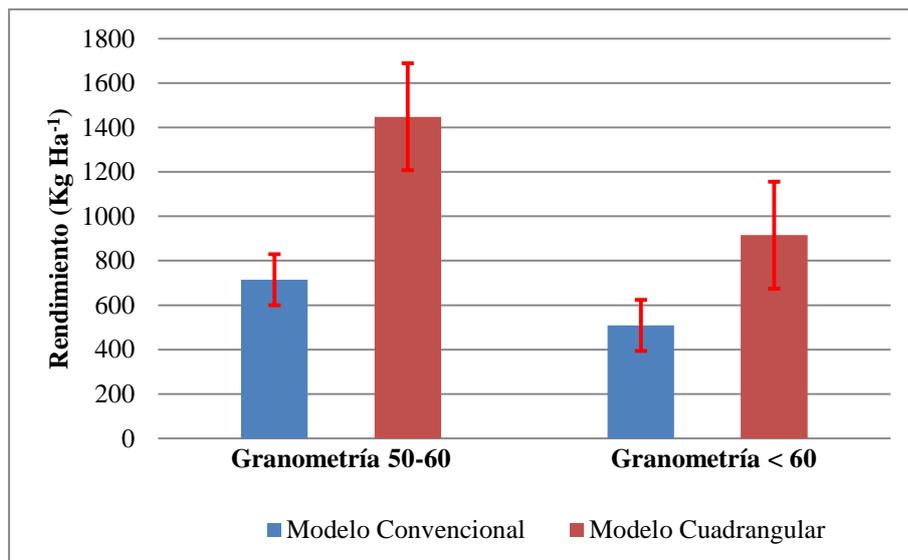


Gráfico 13. Granometrías que componen el maní industria.

En resumen, podemos indicar las variables que aumentaron y las que disminuyeron al modificar el modelo de siembra del convencional al cuadrangular (Cuadro 10). Entre las primeras tenemos que el rendimiento en caja aumentó en un 56.82 %, el rendimiento en grano en un 69.64 %, la relación grano/caja en un 8.31 % y el maní industria resultó un 13.9 % mayor, mientras que en contraposición con este último, el maní confitería disminuyó un 9.47 %. Sin embargo, como se explicó anteriormente, las variables que resultaron disminuidas, al ser porcentajes dependientes del rendimiento fueron compensadas por la amplia ventaja que éste mostró.

Cuadro 10. Resumen de variables y comparación entre modelos de siembra.

Tratamiento		Rto. Caja (Kg/Ha)	Rto. Grano (Kg/Ha)	Relación G/C (%)	Confitería (%)	Industria (%)
Modelo Convencional	Repetición 1	4085.38	2505.56	61.33	63.56	36.44
	Repetición 2	4893.27	3064.17	62.62	57.34	42.66
	Repetición 3	4637.11	2968.68	64.02	54.87	45.13
	Repetición 4	5244.66	3490.85	66.56	58.51	41.49
	Repetición 5	4929.39	3060.66	62.09	63.09	36.91
	Promedio	4757.96	3017.98	63.32	59.47	40.53
	Desvío Estándar	433.46	350.91	2.06	3.76	3.76
Modelo Cuadrangular	Repetición 1	7980.18	5420.94	67.93	57.02	42.98
	Repetición 2	8050.62	5683.74	70.6	44.19	55.81
	Repetición 3	6997.68	4837.50	69.13	51.69	48.31
	Repetición 4	7098.49	4831.23	68.06	58.47	41.53
	Repetición 5	7181.24	4825.79	67.2	57.84	42.16
	Promedio	7461.64	5119.84	68.58	53.84	46.16
	Desvío Estándar	510.28	405.62	1.32	6.03	6.03
Diferencia entre Tratamientos		2703.68	2101.86	5.26	5.63	5.63
Diferencia Porcentual en Relación al Modelo Convencional (%)		156.82	169.64	108.31	90.53	113.90

Diferencia porcentual en relación al modelo convencional = (promedio modelo cuadrangular x 100) / promedio modelo convencional. Expresa la diferencia entre tratamientos. Un valor mayor a 100 indica cuán superior es un tratamiento con respecto al otro y viceversa.

CONCLUSIÓN

Ante la modificación del modelo de siembra, desde un marco rectangular a uno cuadrangular, manteniendo constante la densidad, el maní respondió favorablemente. En este sentido se vieron aumentados algunos parámetros de crecimiento como el índice de área foliar del cultivo y de las plantas individuales, y la altura de ellas, mientras que la longitud de ramificaciones permaneció sin variación. También se modificaron algunos parámetros productivos como el rendimiento grano/caja que lo hizo positivamente, en tanto que los indicadores de calidad de grano como maní confitería, maní industria y sus componentes granométricos no mostraron cambios significativos.

Tanto el rendimiento en caja como el rendimiento en grano aumentaron ampliamente, mientras que la calidad de los granos cosechados no tuvo cambio.

BIBLIOGRAFÍA

- JAAFFAR, Z., y GARDNER, F. P. 1988. Canopy development, yield, and market quality in peanut as affected by genotype and planting pattern. **Crop Sci.** 28:299-305
- GARDNER, F. P., y E. O. AUMA. 1989. Canopy structure, light interception, and yield and market quality of peanut genotype as influenced by planting pattern and planting date. **Field Crops Res.** 20:13-29.
- GIAYETO, O., G. A. CERIONI y W. E. ASNAL. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production, and peanut pod yield. **Peanut Sci.** 25:86-92
- MINISTERIO DE SALUD Y AMBIENTE. SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. DIRECCIÓN DE BOSQUES. 2004. **Informe Sobre Deforestación en Argentina.**
- MINISTERIO DE SALUD Y AMBIENTE. SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE. INFORME NACIONAL. 2005. **Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos.**
- MOZINGO, R. W., y F. S. WRIGHT. 1994. Diamond-shaped seeding of six peanut cultivars. **Peanut Sci.** 21: 5-9.
- NUTI, R. y R. SORENSEN. 2008. Diamond Planting Design and Planter for Peanut Crops. **Agricultural Research.** 56 (2): 9.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2002. **Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sostenible.** Johannesburgo, Sudáfrica.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). 2007. **El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación.**
- SCONYERS, L. E., T. B. BRENNEMAN, K. L. STEVENSON Y B. G. MULLINIX. 2005. Effect of Plant Spacing, Inoculation Date, and Peanut Cultivar on Epidemics of Peanut Stem Rot and Tomato Spotted Wilt. **The American Phytopathological Society. Plant Disease.** 89 (6): 969-974.

ANEXOS

Cuadro 11. Detalle del muestreo en arrancado y cosecha para ambos modelos de siembra.

Tratamiento		Área arrancada (m ²)	Nº de plantas	Peso de la muestra (Kg)	Rto. CAJA (Kg/Ha)
Modelo Convencional	Muestra 1	3,00	43	1,2256	4085,38
	Muestra 2	3,00	43	1,4680	4893,27
	Muestra 3	3,00	44	1,3911	4637,11
	Muestra 4	3,00	42	1,5734	5244,66
	Muestra 5	3,00	43	1,4788	4929,39
Modelo Cuadrangular	Muestra 1	3,00	58	2,3940	7980,18
	Muestra 2	3,00	55	2,4152	8050,62
	Muestra 3	3,00	57	2,0993	6997,68
	Muestra 4	3,00	56	2,1295	7098,49
	Muestra 5	3,00	57	2,1544	7181,24

En el Cuadro 12 se observa que no hubo variación en la toma de muestras de folíolos en ambos modelos para la determinación del índice de área foliar. Esto se evidencia en los bajos valores de CV expresados en el cuadro.

Cuadro 12. Análisis estadístico de la variable nº de folíolos para ambos modelos, para la determinación del índice de área foliar.

Tratamiento	Muestra	Nº de Folíolos	Promedio	SD	CV
Modelo Cuadrangular	1	422	407	9.85	2.42
Modelo Cuadrangular	2	402			
Modelo Cuadrangular	3	400			
Modelo Cuadrangular	4	399			
Modelo Cuadrangular	5	412			
Modelo Convencional	1	178	175.6	4.77	2.72
Modelo Convencional	2	180			
Modelo Convencional	3	178			
Modelo Convencional	4	168			
Modelo Convencional	5	174			

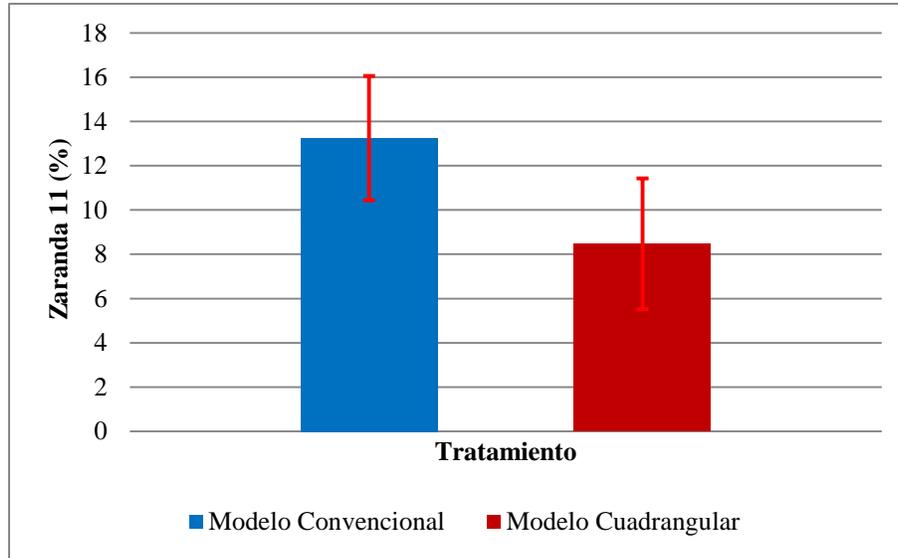


Gráfico 14. Porcentaje de granos sobre zaranda 11 mm (redonda) para ambos modelos.

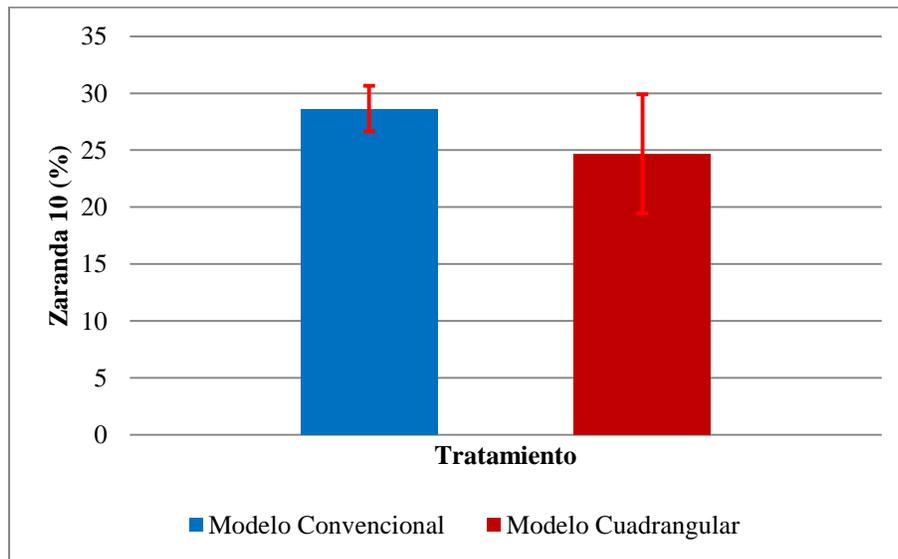


Gráfico 15. Porcentaje de granos sobre zaranda 10 mm (redonda) para ambos modelos.

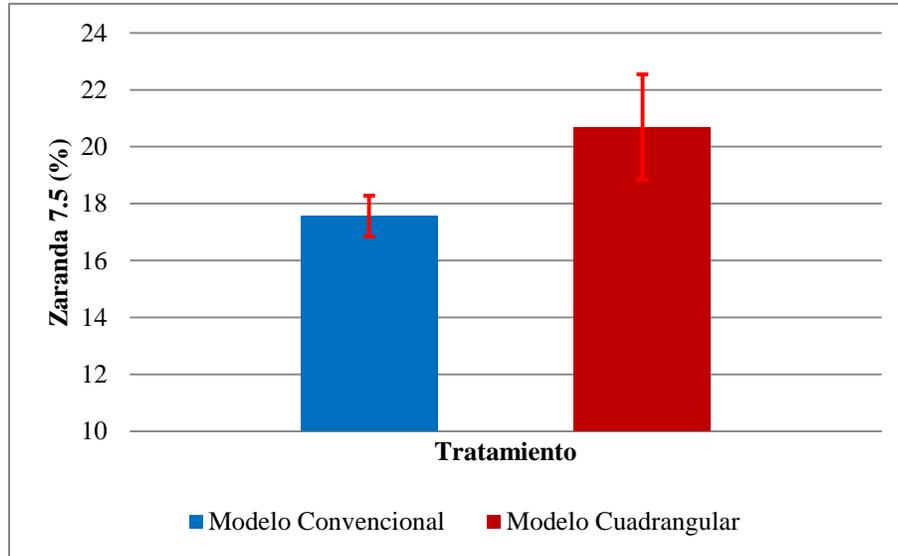


Gráfico 16. Porcentaje de granos sobre zaranda 7.5 mm (tajo) para ambos modelos.

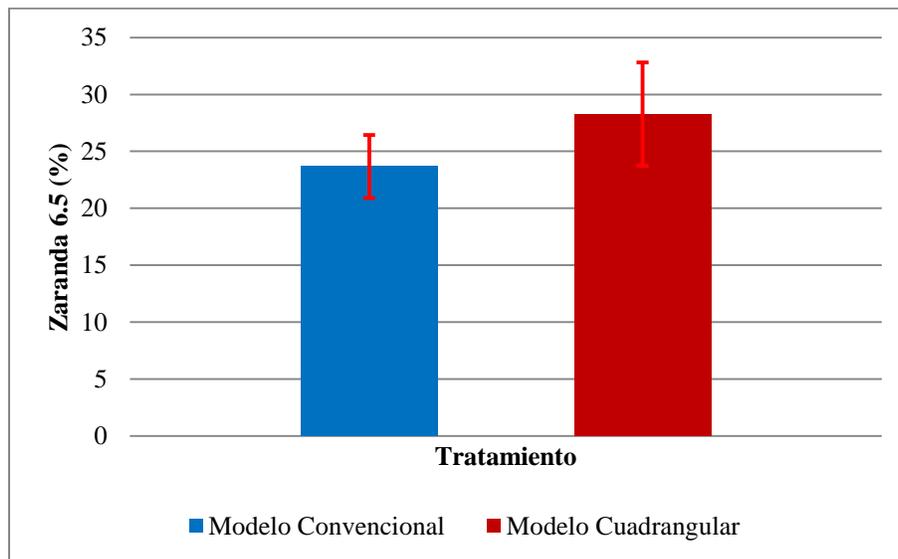


Gráfico 17. Porcentaje de granos sobre zaranda 6.5 mm (tajo) para ambos modelos.

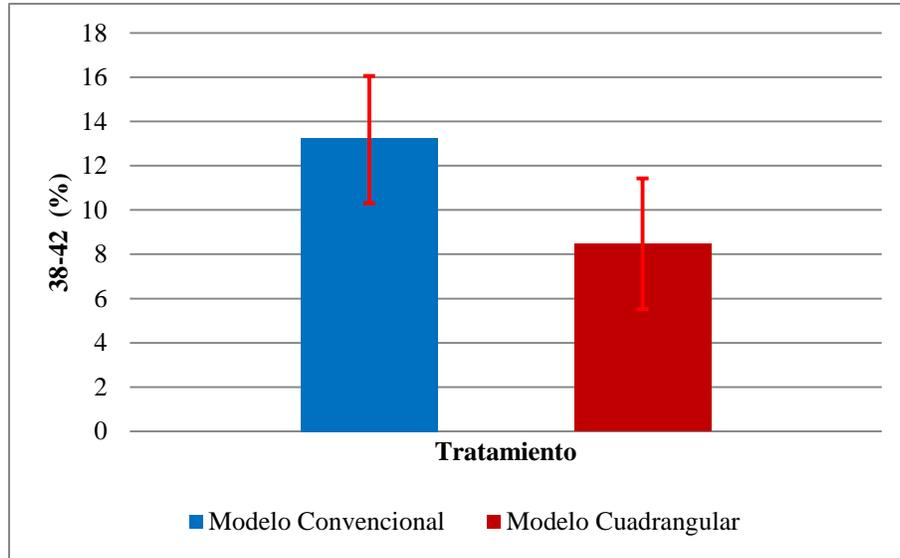


Gráfico 18. Porcentaje de granometría 38-42 para ambos modelos.

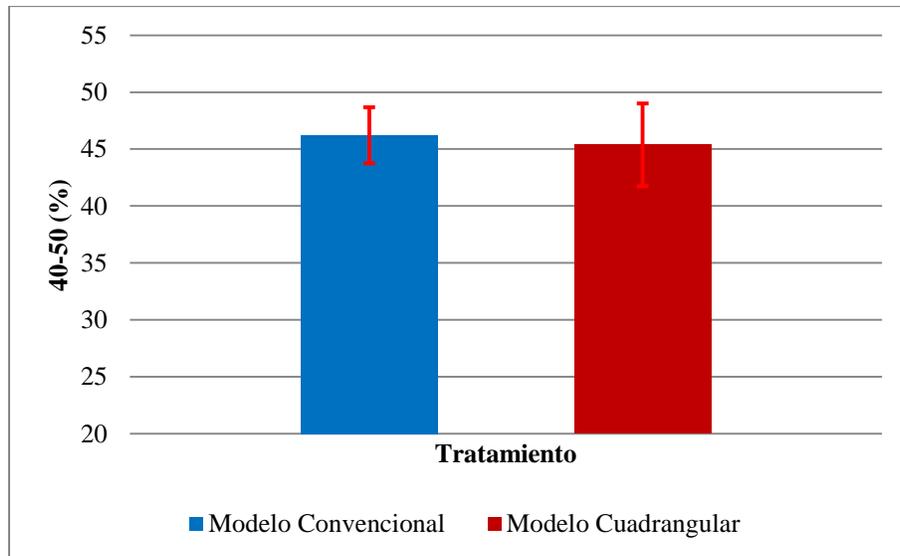


Gráfico 19. Porcentaje de granometría 40-50 para ambos modelos.

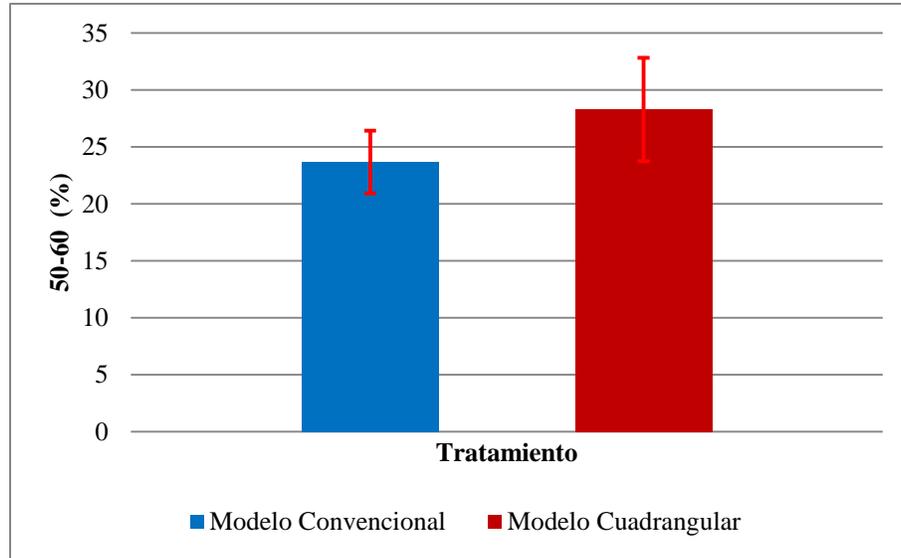


Gráfico 20. Porcentaje de granometría 50-60 para ambos modelos.