



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”

**Efecto de la reducción de la densidad de plantas establecidas en
maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre los componentes del rendimiento**

Nombre del Alumno: Emanuel Lucio FERNÁNDEZ

DNI: 33.146.822

Nombre del Director: Guillermo A. CERIONI
Nombre del Codirector: Marcelo I. T. KEARNEY

Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Marzo 2011

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Daniel y Ana María por darme la posibilidad de formarme profesionalmente, y por el apoyo brindado durante mi carrera.

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

Al Ingeniero Agrónomo Guillermo A. Cerioni por el apoyo brindado y por el tiempo dedicado a la realización de este trabajo.

A mis amigos Andrés, Darío, Débora, Diego, Franco, Leo, Wil, por su apoyo y trabajo dedicado a la realización de esta tesis.

Al Ingeniero Agrónomo Federico D. Morla por la ayuda brindada y por el tiempo dedicado a la realización de este trabajo.

A Mario Marra y su hijo Andrés por ceder desinteresadamente el establecimiento donde se realizó el ensayo.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TEXTO

• RESUMEN.....	V
• SUMMARY.....	VI
• INTRODUCCIÓN.....	1
- ANTECEDENTES.....	1
- PLANTEO PROBLEMA.....	5
- OBJETIVOS.....	5
#Objetivo general	5
#Objetivos específicos	5
• MATERIALES Y METODOS.....	6
- UBICACIÓN.....	6
- CARACTERIZACION EDAFICA.....	6
- CARACTERIZACION CLIMATICA.....	7
- SIEMBRA.....	7
- RALEO.....	8
- CONTROL FITOSANITARIO.....	8
- DETERMINACION DE BIOMASA.....	9
- DETERMINACION DE RENDIMIENTO.....	9
# Arrancado.....	9
# Secado.....	9
# Procesado.....	9
- ANÁLISIS ESTADISTICO.....	10
• RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
- BIOMASA AEREA.....	11
- COMPONENTES DEL RENDIMIENTO.....	12
- CORRELACION ENTRE VARIABLES.....	17
• CONCLUSIONES.....	19
• BIBLIOGRAFIA.....	20

ÍNDICE DE CUADROS

○ Cuadro 1..... 10

ÍNDICE DE FIGURAS

○ Figura 1..... 3
○ Figura 2..... 3
○ Figura 3..... 11
○ Figura 4..... 13
○ Figura 5..... 13
○ Figura 6..... 15
○ Figura 7..... 15
○ Figura 8..... 16

INDICE DE IMÁGENES

○ Imagen 1..... 6
○ Imagen 2..... 8

INDICE DE TABLAS

○ Tabla 1..... 12
○ Tabla 2..... 14
○ Tabla 3..... 18

RESUMEN

Lograr un stand de plantas uniforme es un objetivo determinante del manejo del cultivo de maní. Durante el ciclo 2009/10 se estudió la influencia del cambio en el número de plantas establecidas sobre los componentes del rendimiento en un lote bajo riego de la zona rural de Río Cuarto (Córdoba, Argentina). Los tratamientos fueron 3, 6, 9, 12 y 17 plantas m^{-1} de surco logradas mediante raleos aplicados a la densidad testigo (20 semillas m^{-1}) del cultivar Granoleico, sembrado el 18/10/2009 con una sembradora de grano grueso de 16 surcos a 70 cm. El raleo se realizó con una cinta métrica marcada con las distancias entre plantas correspondientes a cada densidad. Los tratamientos se asignaron a un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y las parcelas tuvieron 8 surcos de 7 m de largo. La producción por planta disminuyó de 80 (3 pl m^{-1}) a 23 g (17 pl m^{-1}), mientras que por superficie aumentó de 319 a 524 g m^{-2} ; porque la tasa de incremento con la densidad fue ~4 veces superior a la tasa de disminución por planta en el rango estudiado. El número de frutos maduros m^{-1} disminuyó con el stand de plantas para todas las densidades bajo estudio y el de inmaduros aumentó con las dos densidades más bajas (3 y 6 pl. m^{-1}). En cuanto al peso, se registro aumento en el de frutos maduros para las densidades mayores (12 y 17 pl. m^{-1}), y aumento de inmaduros para las densidades más bajas.

Palabras clave: *Densidad de siembra, densidad de implantación, Maní.*

SUMMARY

Density of plants established in peanut (*Arachis hypogaea* L.) on yield components. To achieve a uniform peanut plant stand is a main management objective in this crop. During the 2009/10 growth season, the influence of changes in the number of established plants on yield components was studied, in a plot under irrigation in the rural area of Rio Cuarto (Cordoba, Argentina). The treatments were 3, 6, 9, 12 and 17 plants m^{-1} achieved by thinning applied to control density (20 seeds m^{-1}) of the cultivar Granoleico sown on 18 October 2009 with a coarse grain seeder 16 rows to 70 cm. Thinning was done with a measuring tape marked with the distances between plants for each density. Treatments were assigned to a randomized block design with three replications and plots were 8 rows of 7 meters long. The yield per plant decreased from 80 (3 pl m^{-1}) at 23 g (17 pl m^{-1}), while area yield increased from 319 to 524 g m^{-2} , because the rate of increase in density was ~ 4 times the rate of decline per plant in the range studied. The number of mature fruits m^{-1} decreased with plants stand and immature increased with the two lower densities (3 and 6 pl m^{-1}). As the weight, increase was registered in the mature fruits m^{-2} for higher densities (12 and 17 pl m^{-1}), and increased immature to the lowest densities.

Keywords: Plant density, establishment density, Peanut.

INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una de las oleaginosas más importantes a escala mundial. (Cerioni 2003). Es una planta originaria de la región andina del noroeste de Argentina y Bolivia. En nuestro país el maní comenzó a cultivarse en pequeñas superficies durante la época colonial, principalmente en Jujuy, Salta, Corrientes, Misiones y pequeños sembrados en el Chaco y norte de Santa Fe. Hoy, el 98% de la producción Argentina de maní se obtiene en la zona central de la provincia de Córdoba, donde se concentra su cultivo, comercialización, selección como maní confitería e industrialización. (Pedellini y Casini, 1996)

El rendimiento promedio del cultivo oscila entre 2.8 y 3.3 toneladas de vainas por hectárea representando unas 500 mil toneladas anuales de granos. Argentina es uno de los 3 principales exportadores mundiales de maní de alta calidad o maní confitería, aunque su producción representa menos del 2% de la producción mundial. (Pedellini 2008).

Debido a la estrecha interrelación entre los procesos de producción de materia prima, su procesamiento poscosecha, industrialización, comercialización y exportación, a los que se integran las áreas proveedoras de servicios e insumos, conforma un típico sistema agroalimentario de gran relevancia para la provincia de Córdoba. (Cerioni 2003)

ANTECEDENTES

El número de plantas por unidad de superficie y su disposición espacial afectan el crecimiento y rendimiento del maní. (Giayetto, 1995a)

El maní es un cultivo que para expresar su potencial de rendimiento necesita una rápida implantación con el número de plantas necesarias para cubrir el suelo. (BAYERCROPS SCIENCE, 2009).

Cuando el maní ocupa la totalidad del espacio de suelo disponible, además de competir con las malezas, efectúa una eficiente "cosecha" de la energía solar que, juntamente con el agua y los nutrientes, son los elementos de la naturaleza que utilizan las plantas para vivir y producir. El maní tipo Runner, igual que los otros tipos de maní cultivados en nuestro país, se siembra en hileras separadas a 70 centímetros con las sembradoras convencionales de grano grueso. (AGROBIT, 2004)

El establecimiento del cultivo puede ser afectado por diferentes factores. Entre ellos, cabe mencionar el tipo de suelo, la temperatura y la humedad de la cama de siembra; la características genéticas y calidad física de las semillas; su calidad fisiológica – viabilidad, vigor, tamaño, sanidad y velocidad de emergencia-; y por factores agronómicos o de manejo que afectan la emergencia –sistema de labranza, preparación de la cama de siembra, profundidad y sistema de siembra y tratamiento de la semilla - (Fernández, 2006).

Para lograr una correcta distribución en la hilera, es necesario utilizar semilla de tamaño uniforme. Ensayos realizados han demostrado la conveniencia de sembrar las de tamaño medio, o sea granometrías 50/60 o 60/70. Para saber los kilogramos de semilla a sembrar por hectárea, es necesario conocer el tamaño de la semilla y el poder germinativo. El poder germinativo se obtiene enviando una muestra representativa del lote de semilla a un laboratorio de análisis. (AGROBIT, 2004).

En general, la semilla utilizada es de muy baja calidad fisiológica. Según Pedellini (1998) se recomienda sembrar entre 20 a 25% más de semillas que el número de plantas a lograr, pero en situaciones de campo estos valores se incrementan a 35-40%. En otros casos, no alcanzan los valores (80% de poder germinativo) establecidos por la Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca en la resolución N° 2270/93 (INASE 2010) para la comercialización de las misma; además, presentan alto grado de infección fúngica (Pérez y Cavallo, 1997; Cavallo, 2005), pudiendo ser vehículo de enfermedades para otras áreas de cultivo (Zuza *et al.*, 2005).

En un trabajo realizado sobre 139 lotes comerciales de maní entre las campañas 2008/09 y 2009/10(figura 1), se encontró que los productores siembran en promedio 18,66 (\pm 1,05) plantas m^{-1} y obtienen una media de 10,31 (\pm 2,13) plantas m^{-1} establecidas, lo cual corresponde a un 55% de la semilla sembrada por lo cual se pierden, por diversas causas, el 45% de la semilla (Cerioni *et. al.*, 2010)

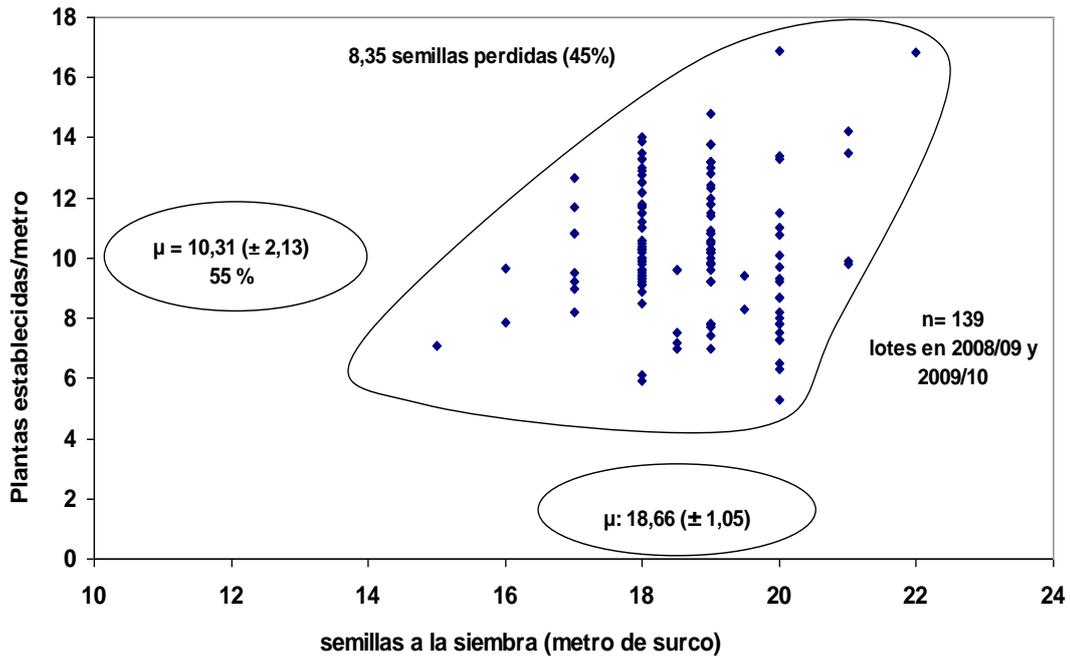


Figura 1: Plantas establecidas por metro lineal en función del número de semillas colocadas a la siembra (Cerioni *et. al.*, 2010).

En otro trabajo similar, en el que se evaluaron 13 lotes (figura 2), se encontró que de un total de 18,46 semillas sembradas por metro lineal se obtienen a cosecha 12,22 plantas m⁻¹, lo que corresponde a un 66% de las semillas (Cerioni *et. al.*, 2010).

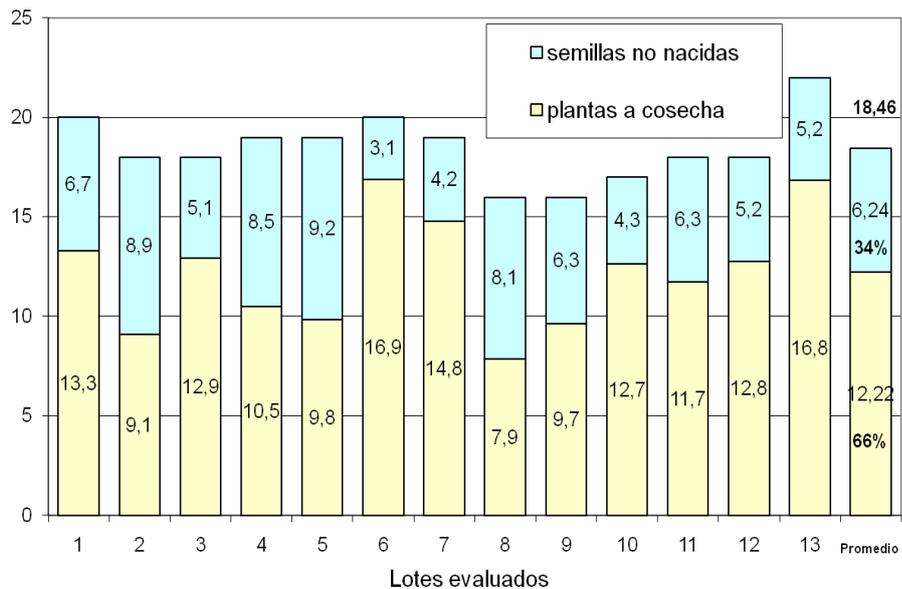


Figura 2: Semillas sembradas por metro lineal con la proporción de semillas no nacidas y las plantas a cosecha para los lotes evaluados. (Cerioni *et. al.*, 2010).

El rendimiento del cultivo está determinado por la eficiencia con la que la comunidad de plantas utiliza los recursos ambientales disponibles para el crecimiento. Una de las prácticas de manejo que permite hacer un uso eficiente de los mismos es el ajuste en el número de las plantas por unidad de superficie (Fernández y Giayetto, 2006).

Pedellini, (1991) encontró una relación directa entre el rendimiento y la población de plantas (de 4 a 19 plantas m^{-1}).

La experiencia indica que un cultivo de maní “ralo” nunca logrará el máximo rendimiento posible. En cambio, el exceso de plantas no disminuye el rendimiento pero aumenta los costos de implantación. De todos modos, es preferible tener un número de plantas superior al óptimo y no menor (Pedellini, 1998).

En experiencias realizadas se encontró que al modificar la densidad hubo efectos sobre la acumulación de materia seca por planta (Yayok, 1979). Esto se expresa en una mayor acumulación de biomasa aérea (hojas+tallos) y de frutos en las densidades altas (39 pl m^{-1}), en comparación con las densidades recomendadas (12 pl m^{-1}) (Giayetto et al., 1993, 1994, 1995a y b 1998)

La relación entre el rendimiento del maní y la densidad de plantas ajusta a modelos polinómicos de segundo orden con coeficientes de determinación significativos. ($p < 0.01$). Dicho aumento es más pronunciado hasta 21-24 plantas m^{-1} , con incrementos proporcionalmente menores a densidades mayores. Estas respuestas se corresponden con las correlaciones existentes entre los atributos vegetativos a escala de individuo (materia seca y número de ramas) y sus equivalentes a nivel de población (biomasa e IAF) con el rendimiento de frutos por superficie (Giayetto *et al.*, 2003).

Pedellini (1998), encontró que la mejor densidad de siembra de los cultivos de maní tipo “runner” es la que permite obtener 10 a 12 plantas bien distribuidas por metro lineal de surco.

Cuando la siembra se realiza con semilla de buen poder germinativo (mayor del 85%) y en buenas condiciones de temperatura y humedad, se logra entre un 15% y un 20% menos de plantas que lo previsto según el valor del poder germinativo obtenido en el laboratorio. Por esta razón se recomienda, para la siembra de los cultivares tipo virginia runner, utilizar entre 14-16 semillas por metro lineal para obtener entre 11-13 plantas por m^{-1} , y para los tipos valencia –plantas de menor desarrollo y de porte erecto- entre 16-18 semillas m^{-1} para obtener entre 13-15 pl. m^{-1} (Pedellini 1998).

Giayetto *et al.*, (1995a) indican que el aumento de la densidad (8 a 38 pl, m⁻¹) produjo una disminución de número y peso de frutos y semillas por planta. La magnitud de estos efectos varió con el año, siendo más marcada en los ciclos con mayor estrés hídrico.

PLANTEO PROBLEMA

Debido a la gran cantidad de factores, que afectan a la semilla y al establecimiento del cultivo del maní, es necesario evaluar como la densidad de implantación afecta el rendimiento del cultivo ya que en muchos casos, debido a fallas en la germinación y/o emergencia, no se logra la densidad optima. En estos casos es necesario determinar un rango de valores dentro de los cuales no sea necesaria una resiembra, no solo teniendo en cuenta (para la toma de decisión), la pérdida de rendimiento sino también los costos de implantación del cultivo.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar la interacción entre la densidad de plantas establecidas y los componentes del rendimiento.

Objetivos específicos:

Evaluar la evolución de la curva de crecimiento por planta para cada densidad establecida.

Evaluar el número y peso de frutos maduros e inmaduros en diferentes densidades de plantas.

Estimar el rendimiento de frutos y semillas por hectárea.

Calcular las relaciones entre las variables bajo estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El ensayo se realizó sobre un cultivo de maní bajo riego en un campo cercano a la Universidad Nacional de Río Cuarto (Latitud: 33°08'25''; Longitud: 64°14'07'') en la campaña 2009/2010 (ver ubicación en imagen 1).



Imagen 1: Imagen satelital del lote en que se realizo el ensayo.

CARACTERIZACIÓN EDÁFICA

El suelo es un Hapludol típico bien drenado; profundo; franco arenoso en superficie; franco en el subsuelo, con relieve normal y pendiente menor al 2 % (Gorgas y Tassile 2003). Los cultivos antecesores fueron trigo-maíz, en la campaña 2004-2005; soja, en la 2005-2006; trigo-maíz, en la 2006-2007; soja, en la 2007-2008 y maíz, en la campaña 2008-2009, bajo sistema de siembra directa.

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 la serie estadística 1977-2006 es de 805 mm, los meses con mayores registros son diciembre y enero con 130 y 138 mm por mes respectivamente, 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 10 °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 1977-2006 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 precipitaciones mensuales fueron menores a las normales en toda la campaña a excepción de los meses de setiembre y diciembre. En los 6 meses de crecimiento del cultivo, desde la siembra (noviembre) hasta el arrancado (abril) llovieron 379 mm, éstos son menores a los 500 mm aceptados como necesarios para obtener la mayor tasa fotosintética del cultivo; aunque los requerimientos hídricos varían según las etapas de desarrollo del cultivo (Rao *et al.*, 1988). El déficit de agua fue suplido mediante riego por aspersión (datos no mostrados).

SIEMBRA

Se realizó el día 26/10/2009 con una sembradora convencional a 70 cm. entre hileras y se sembraron 20 semillas por metro lineal. El cultivar utilizado fue Granoleico primera multiplicación, proveniente del Criadero El Carmen, General Cabrera, Córdoba.

RALEO

El día 05/12/2009 se procedió a raleo, para ello se utilizó una cinta métrica marcada en las densidades establecidas y equidistantes para cada caso, repitiéndose el raleo el 23/12/2009 para corroborar las densidades propuestas.

En el ensayo se realizaron 5 tratamientos con 3 repeticiones, se utilizó un diseño de bloques al azar. Los tratamientos consistieron en cinco densidades de implantación: 3(D3), 6(D6), 9(D9), 12(D12) y 17(D17) plantas por metro lineal (ver diseño en imagen 2).

Las dimensiones de las parcelas fueron de 8 surcos de ancho por 7 metros de largo (39,2 m²).

Bloque I	D3	D6	D17	D12	D9
Bloque II	D12	D3	D9	D6	D17
Bloque III	D17	D12	D9	D3	D6



Imagen 2: Plano del diseño a campo.

CONTROL FITOSANITARIO

Se realizaron los tratamientos fitosanitarios para el control de malezas, plagas y patógenos durante todo el ciclo de cultivo, con el objetivo de que no interfieran en los tratamientos. En el cuadro 1 se detallan los mismos.

DETERMINACION DE BIOMASA

Se sacaron muestras de 5 plantas por parcela a los 63, 78, 99, 122 y 150 días desde la siembra. De las mismas se separó la biomasa aérea (hojas+tallos), se descartó raíces clavos y frutos y se llevó a estufa hasta peso constante (80 ° C grados por 3 días), por último se registró el peso de hojas y tallos simultáneamente.

DETERMINACION DE RENDIMIENTO

Arrancado

Se realizó a mano el día 25/03/2010, extrayendo las plantas de 1,43m lineales (1 m²) de surco por muestra, sin sacar muestras de las hileras del costado para evitar el efecto bordura. Se tomaron 4 muestras por parcela, conformando un total de 60 muestras, y se realizó el descapotado a mano de las mismas.

Secado

Los frutos se llevaron a estufa a 80° C hasta peso constante 3 días.

Procesado

Una vez secados los frutos se separaron los maduros e inmaduros y se pesaron por separado. Luego se descascararon a mano los maduros, y se registró el peso de las semillas. Para la determinación de todos los pesos se utilizó una balanza digital.

ANALISIS

Los resultados obtenidos fueron procesados mediante A.N.A.V.A. y separación de medias según el test de DUNCAN (5%). Para correlaciones entre variables se uso la correlación de Pearson. Todos estos análisis se realizaron mediante el programa estadístico INFOSTAT.

Cuadro 1: Detalle de los trabajos realizados

Trabajo Realizado	Fecha	Detalles
Barbecho	05/06/2009	Rastra a disco con rolo.
Barbecho	08/08/2009	Rastra a disco con rolo.
Siembra	26/10/2009	20 semillas por metro.
Control de malezas	29/10/2009	4 lts/ha de glifosato, 25 grs/ha diclosulam, 1 lt/ha Metolacloro, 1 lts/ha cletodim, y coadyudante.
Control de malezas	29/11/2009	0,35 lts/ha cletodim, 1 lt de aceite, y coadyuvante.
Raleo	05/12/2009	
Raleo	23/12/2009	
Toma de muestras	28/12/2009	
Control de enfermedades	28/12/2009	0,75 lts/ha de Pyraclostrobin + Epoxiconazole, coadyuvante.
Control de malezas	06/01/2010	Desyuyado a mano.
Toma de muestras	12/01/2010	
Control de malezas	15/01/2010	0,35 lts de haloxifop, 1 lt de aceite, coadyuvante.
Control de enfermedades	20/01/2010	0,75 lts/ha de Pyraclostrobin + Epoxiconazole, coadyuvante.
Toma de muestras	02/02/2010	
Toma de muestras	25/02/2010	
Toma de muestras	24/03/2010	
Arrancado	25/03/2010	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**BIOMASA AÉREA**

En la figura 3 se muestra la evolución de biomasa aérea (hojas + tallos) por planta. La misma evidencia el efecto que tienen las distintas densidades sobre la curva de crecimiento aéreo. Se observó una diferencia notoria entre las densidades, con altos niveles de significancia, sobre todo a los 99 y 122 días después de la siembra (DDS) y en las densidades D3 y D6 respecto al resto. No se encontró diferencia significativa entre las densidades mayores (D9, D12 y D17). A partir de los 78 DDS se empezó a encontrar diferencias significativas entre densidades, evidenciando el efecto de la competencia intraespecífica a medida que el cultivo fue creciendo, sobre todo en la densidad correspondiente a 3 plantas por m^{-1} (D3) que se aleja del resto hasta llegar a la mayor diferencia a los 122 DDS (36,59 grs. mas que D6). A los 150 DDS se produce una caída de todas las curvas debido a la partición a frutos y senescencia natural del cultivo. En la tabla 1 se muestran los valores medios de biomasa para los diferentes momentos de muestreo con la probabilidad estadística, coeficientes de variación y la diferencia de medias según test de Duncan (5%).

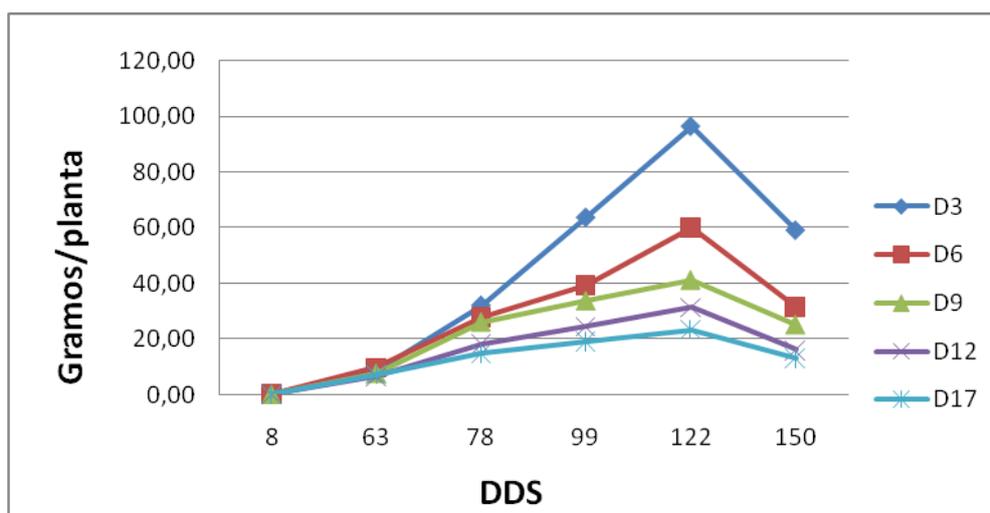


Figura 3: Biomasa aérea (hojas + tallos) en $g. planta^{-1}$ para cada una de las densidades establecidas en función de la edad del cultivo.

Tabla 1: Biomasa aérea (hojas + tallos) en g. planta⁻¹ a los en los 63, 78, 99, 122 y 150 DDS para las distintas densidades.

Densidad (pl./m)	Biomasa total a los 63 DDS	Biomasa total a los 78 DDS	Biomasa total a los 99 DDS	Biomasa total a los 122 DDS	Biomasa total a los 150 DDS
3	8,1 a	32,96 a	72,25 a	141,91 a	129,53 a
6	9,55 a	28,53 ab	46,06 a	86,14 ab	74,08 a
9	7,62 a	26,78 abc	42,31 b	65,6 ab	64,22 a
12	6,35 a	18,62 bc	29,73 b	55,53 b	46,82 a
17	7,24 a	15,01 c	25,53 c	34,48 c	36,8 b
P	0,4088	0,0376	0,0001	0,0004	0,0045
cv	24,8	25,22	13,59	21,33	29,15

P=probabilidad, Cv = Coeficiente de variación. Para cada momento de muestreo, letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ($p < 0.05$).

Estos resultados son similares a los observados por Yayock (1979), que encontró que al aumentar la densidad de plantas se produjo una disminución en la acumulación de materia seca por planta y Giayetto *et al.*, (1993, 1994, 1995 y 1998) quienes encontraron que por efecto del aumento de densidades se registró mayor acumulación de biomasa aérea (hojas+tallos) y de frutos por hectárea en las densidades altas (39 pl m⁻¹), en comparación con las densidades menores (12 pl m⁻¹).

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

En cuanto a los componentes directos del rendimiento, y como se puede apreciar en la figura 4, se encontró que al aumentar la densidad de plantas por metro lineal (desde 3 a 17 plantas) el peso de frutos maduros aumentó de 319 a 539 grs. m⁻², no se encontró una diferencia significativa entre D3 y D6 ni tampoco entre D12 y D17, no así el caso de D9 que si difiere significativamente del resto (un 30% más que D6 y un 9% menos que D12). Asimismo, se encontró un aumento del número de frutos maduros m⁻² (figura 5) de 331 a 456 frutos m⁻². Lo inverso se dió para los frutos inmaduros; se encontró que el peso disminuyó de 15 a 9,5 grs. m⁻², mientras que el número disminuyó de 135 a 94 frutos m⁻². En la tabla 2 se muestran los valores medios para los distintos componentes del rendimiento con la probabilidad estadística, coeficientes de variación y la diferencia de medias según test de Duncan (5%).

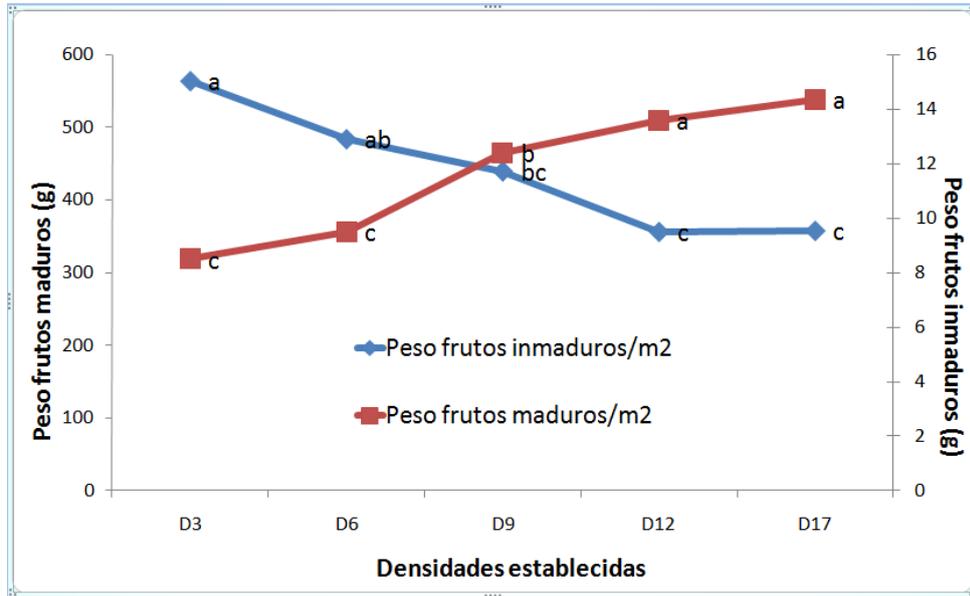


Figura 4: Peso de frutos maduros e inmaduros. m^{-2} (g.) en función del número de plantas por metro lineal.

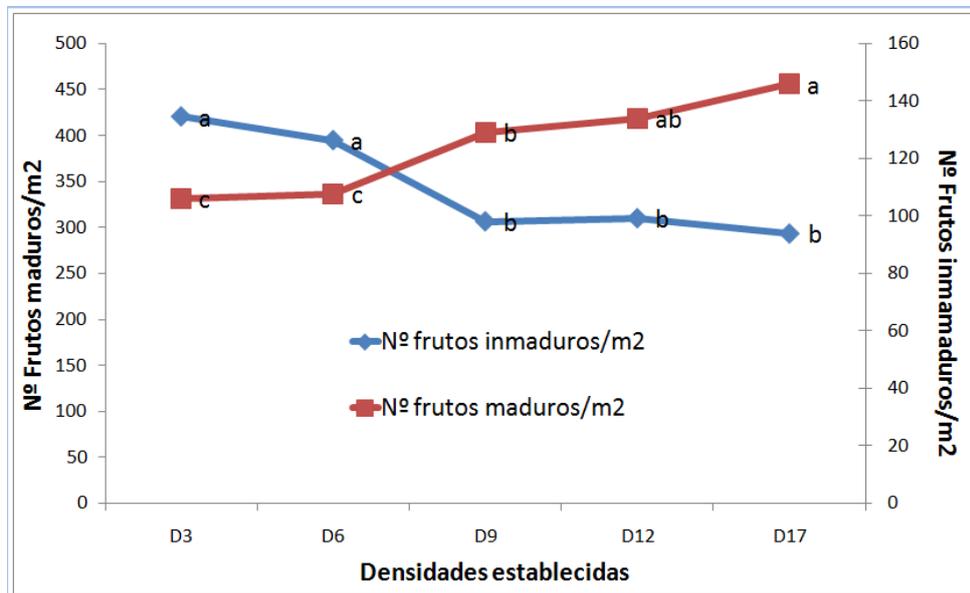


Figura 5: Número de frutos maduros e inmaduros. m^{-2} (g) en función del número de plantas por metro lineal.

Tabla 2: Componentes del rendimiento para cada una de las densidades establecidas.

Densidad (pl./m)	Peso de frutos maduros g.m ⁻²	Nº frutos maduros. m ²	Peso frutos inmaduros g.m ⁻²	Nº frutos inmaduros. m ²
D3	318.8 c	331.1 c	15.0 a	134.6 a
D6	356.2 c	336.2 c	12.9 ab	126.3 a
D9	464.5 b	402.9 b	17.7 bc	98.1 b
D12	509.4 a	418.1 ab	9.5 c	99.2 b
D17	538.9 a	455.8 a	9.5 c	93.9 b
P	< 0.0001	< 0.0001	0.0003	0.0015
cv	9.50	11.25	22.52	21.32

P=probabilidad, Cv = Coeficiente de variación. Para cada variable, letras distintas indican diferencias significativas. Duncan (p<0.05).

Similares respuestas obtuvieron Giayetto *et al.*, (1995b). Ellos indican que el aumento de la densidad (de 8 a 38 pl, m⁻¹) produjo una disminución de número y peso de frutos y semillas por planta y un aumento de los mismos por unidad de superficie. La magnitud de estos efectos varió con el año, siendo más marcada en los ciclos agrícolas con mayor estrés hídrico.

El número de semillas por fruto (figura 6) no se vio afectado por el cambio de densidades (estuvo alrededor de las 1,65 semillas por fruto) debido a que este componente está regido mayormente por la genética (p=0,9531).

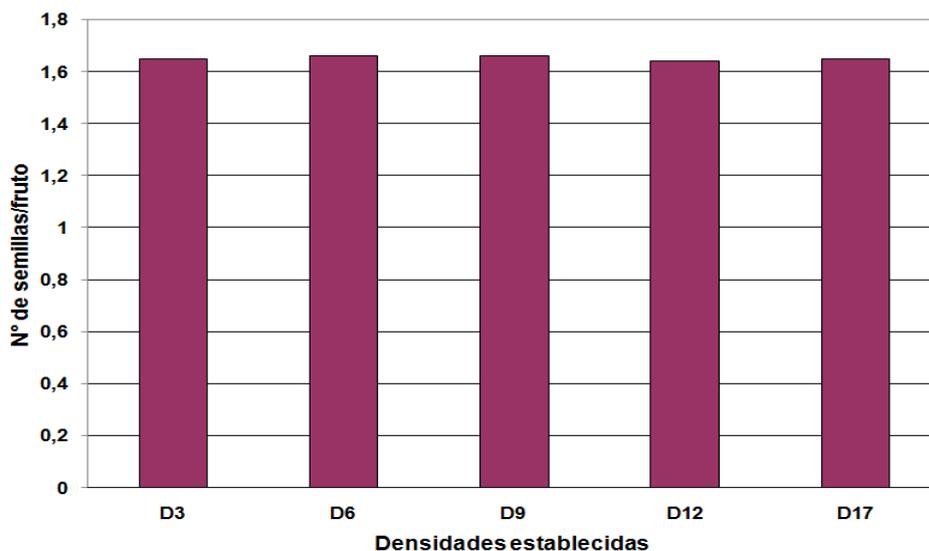


Figura 6: Numero de semillas/fruto en función del número de plantas establecidas por metro lineal.

En la figura 7 se muestran los resultados de rendimiento por superficie y por planta. Se encontró que el aumento en la densidad del cultivo produjo que la producción por planta disminuya significativamente, a pesar de esta disminución el rendimiento por m^2 aumentó debido a que el aumento en el número de plantas es más importante que la caída de rendimiento por planta. El rendimiento por planta disminuyó de 80 (3 pl m^{-1}) a 23 g (17 pl m^{-1}), mientras que por superficie aumentó de 319 a 524 g. m^{-2} .

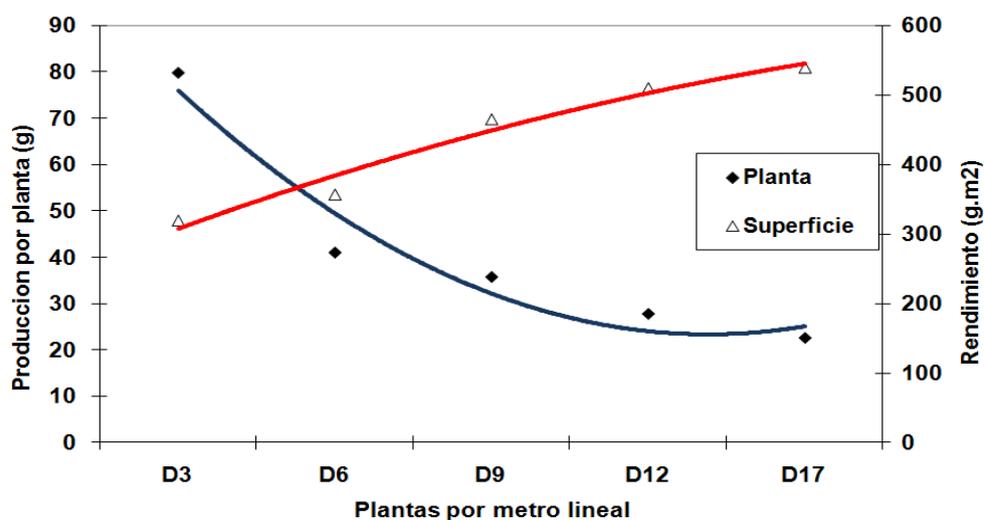


Figura 7: Rendimiento de frutos en gr. pl.-1 y gr. M-2 en función del número de plantas por metro lineal.

En la figura 8 se muestra en barras rojas los valores medios registrados en el ensayo para rendimiento en caja, según las distintas densidades, se observó que las densidades más bajas (D3 y D6) no presentan diferencias significativas entre sí y el rendimiento en caja está muy por debajo de la densidad D9 (22% menor la D6 con respecto a la D9), asimismo la D12 y D17 no tienen diferencia significativa entre sí, con un aumento de rendimiento en caja del 8% en la D12 respecto a la D9 y un aumento del 6% de la D17 respecto a la D12. En barras azules se muestra de la misma manera el rendimiento en semilla, el comportamiento del mismo es similar al observado para el rendimiento en caja. Se puede concluir que densidades iguales o menores a 9 pl. m⁻¹, reducen significativamente el rendimiento en cajas y en semillas. Esto confirma lo indicado por Pedellini (1998) quien encontró que la mejor densidad de siembra de los cultivos de maní tipo “runner” es la que permite obtener 10 a 12 plantas bien distribuidas por metro lineal de surco y además señaló que la experiencia indica que un cultivo de maní “ralo” nunca logra el máximo rendimiento posible. En cambio, el exceso de plantas no disminuye el rendimiento pero aumenta los costos de implantación. De todos modos, es preferible tener más plantas de lo óptimo y no menos.

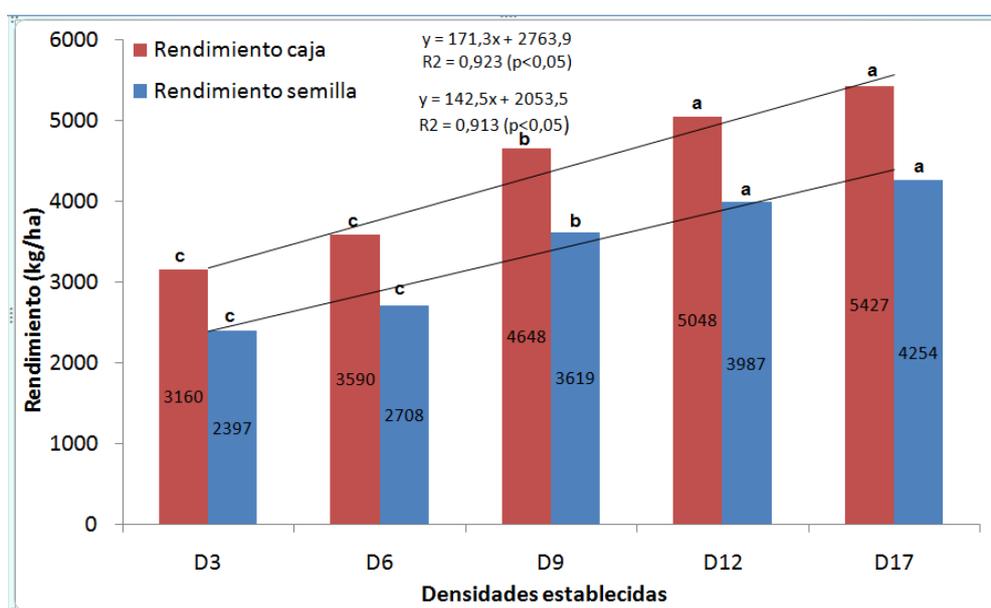


Figura 8: Rendimientos de frutos y semillas (kg. ha⁻¹) para cada densidad de siembra (plantas por metro lineal). Para cada variable letras distintas indican diferencias significativas. Duncan ($p < 0,05$).

El ajuste lineal a los rendimientos muestra que, por cada planta perdida por metro de surco hubo una disminución de 171.3 y 142.5 kg. ha⁻¹ de frutos y semillas respectivamente.

En otras experiencias realizadas se encontró que, como consecuencia de la mayor cantidad de biomasa acumulada, del número de ramas por superficie, del incremento del IAF y de la cobertura anticipada, los diseños de siembra más compactos producen mayores rendimientos de frutos y semillas por hectárea que los modelos menos densos. (Cahaner y Ashiri, 1974; Giri y Saran, 1985; Giayetto *et al.*, 1993, 1994, 1995, 1998 y 2003).

CORRELACION ENTRE VARIABLES

La tabla N°3 muestra los coeficientes de correlación de Pearson entre peso de frutos totales m⁻², peso de frutos maduros m⁻², peso de inmaduros m⁻², número de frutos totales m⁻², número de frutos maduros m⁻², número de frutos inmaduros m⁻², número de semillas por fruto, producción por planta y peso de semillas m⁻².

Se observó alta correlación entre peso de frutos total m⁻², el peso y número de frutos maduros m⁻² y el peso de semillas m⁻², ya que el número de frutos inmaduros m⁻² es bajo en relación con el de maduros m⁻² y a su vez estos no tienen semillas, así también se observó, una correlación negativa con el rendimiento por planta ya que los mayores rendimientos se lograron en las densidades más altas con mayores competencia entre plantas.

El número de semillas por fruto no tuvo altos niveles de correlación con ninguna de las variables en estudio.

El número de plantas m⁻² presentó una correlación positiva con: Peso de frutos total m⁻², Peso y número de maduros m⁻², peso de semillas m⁻² y correlación negativa con el rendimiento por planta, todo esto evidenciado por los resultados presentados anteriormente.

La alta correlación encontrada entre el peso de frutos total m⁻² y el peso de maduros m⁻² (0.99) nos indicaría la gran importancia que tiene este como determinante principal del rendimiento.

Tabla 3: Coeficientes de correlación de Pearson para las distintas variables en estudio

	Peso de frutos total	Peso mad.	Peso inmad.	N° de Frutos total	N° de mad.	N° de inmad.	N° de sem. por fruto	Prod. por planta	Peso de sem.
Peso de maduros	0,99								
Peso de inmaduros	-0,48	-0,51							
N° de Frutos total	0,68	0,67	-0,1						
N° de maduros	0,84	0,84	-0,3	0,89					
N° de inmaduros	-0,39	-0,4	0,45	0,19	-0,29				
N° de sem por fruto	-0,11	-0,1	-0,13	-0,18	-0,22	0,09			
Prod. Por Planta	-0,69	-0,7	0,54	-0,29	-0,52	0,51	-0,04		
Peso de semillas	0,99	0,99	-0,49	0,65	0,84	-0,43	-0,08	-0,7	
N° de Plantas m⁻²	0,86	0,86	-0,55	0,52	0,71	-0,43	0,02	-0,85	0,86

Giayetto *et al.* (1998), obtuvieron altos coeficientes de correlación entre la materia seca por plantas y por superficie, el número de ramas por planta y el IAF con los rendimientos de frutos y semillas por unidad de superficie para los cv. Colorado Irradiado y Florman INTA en un estudio en dos años en la zona de Río Cuarto, Córdoba.

CONCLUSIONES

- El número de frutos maduros m^{-2} disminuyó con el stand de plantas y el de inmaduros m^{-2} aumentó en las dos densidades más bajas (3 y 6 $pl.m^{-1}$).

-Las densidades de 12 y 17 $pl.m^{-1}$ produjeron el mayor peso de frutos maduros m^{-2} mientras que las dos densidades más bajas (3 y 6 $pl.m^{-1}$) tuvieron los valores de inmaduros m^{-2} más altos.

-Con el aumento de la densidad, el rendimiento de frutos por planta disminuyó, mientras que por superficie aumentó, debido a que la tasa de incremento por superficie fue ~4 veces superior a la tasa de disminución por planta.

- El ajuste lineal del rendimiento mostró una disminución de 171 y 143 $kg.ha^{-1}$ de fruto y semilla, respectivamente, por cada planta perdida en el metro de surco para el rango estudiado.

- Densidades iguales o menores a 9 $pl.m^{-1}$ redujeron significativamente el rendimiento en cajas y semillas.

- De los componentes del rendimiento, el que mejor explica el rendimiento en caja es el peso de frutos maduros.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROBIT Agricultura Maní.
En: www.agrobit.com/Info_tecnica/agricultura/mani/AG_000004ma.htm Consultado: 13/09/2010.
- BAYERCROPS SCIENCE Argentina - Info maní En:
http://www.bayercropscience.com.ar/arg/downloads/info_maní_1.pdf Consultado: 11-03-2009.
- CAHANER, A. Y A. ASHIRI. 1974. Vegetative and reproductive development of virginia-type peanut varieties in different stand densities. *Crop Sci.* 14: 412-416.
- CAVALLO, A. 2005. SANIDAD DE SEMILLAS. EN: MARCH, G.J. Y A.D. MARINELLI. Enfermedades del maní en Argentina. Fundación maní Argentino. cap. 5. p: 97-102.
- CERIONI, G. 2003 Déficit hídrico en la etapa reproductiva del Maní (*Arachis hypogaea* L.) su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.
- CERIONI, G. A.; KEARNEY M. I. T.; DELLA MEA, D. O.; FERNÁNDEZ, E. L.; MORLA, F. D.; GIAYETTO, O. 2010 Disminución del stand de plantas en el cultivo de maní y su incidencia sobre el rendimiento y la calidad comercial. Exposición oral. XXV Jornada nacional de maní. Gral. Cabrera – Cba. 16/09/10.
- FERNÁNDEZ, E Y O. GIAYETTO, 2006 El cultivo de maní en Córdoba 1º ed. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- GIAYETTO, O., G.A. CERIONI, W.E. ASNAL Y M.S. AMÍN. 1998 Densidad de siembra óptima en maní (*Arachis hypogaea* L.). Aplicación de un modelo asintótico. Actas: 227 y 228. III Reunión Nacional de Oleaginosos. UNS, Bahía Blanca (Buenos Aires), 20 al 22 de mayo de 1998.
- GIAYETTO, O., W.E. ASNAL Y G. A. CERIONI C. A. DEMO. 1993. Respuesta del maní a diferentes modelos de siembra en la región de Río Cuarto (Córdoba). 8ª Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera – Cba. 24/09/93. Resúmenes. P: 20-21.

- GIAYETTO, O., W.E. ASNAL Y G. A. CERIONI. 1994. Respuesta del maní a diferentes modelos de siembra en la región de Río Cuarto (Córdoba). 9^{na} Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera – Cba. 15/09/94. Resúmenes. P: 26-27.
- GIAYETTO, O., W.E. ASNAL Y G. A. CERIONI. 1995b. *Respuesta del Maní (Arachis hypogaea L.) a diferentes modelos de siembra en Córdoba, Argentina*. Compendio de trabajos presentados, Tomo II: 46-53I Congreso Nacional de Soja y II Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino (Buenos Aires), 24 al 27 de octubre de 1995.
- GIAYETTO, O., W.E. ASNAL, G.A. CERIONI Y M.S. AMÍN. 1995a. *Respuesta del maní (Arachis hypogaea L.) a diferentes modelos de siembra en la región centro - sur de Córdoba*. 10^{ma}. Jornada Nacional del Maní. Gral. Cabrera (Córdoba), 28 de setiembre de 1995.
- GIAYETTO, O.; G. A. CERIONI Y S. A. AMÍN. 2003. Use of asymptotic model of obtains optimum plant density in peanut (*Arachis Hypogaea L.*). J. Peanut Sci. (china). 34(1): 1-6.
- GIRI, G. Y SARAN. 1985. Response of groundnut (*Arachis hypogaea L.*) varieties to plant densities under semi-arid conditions. Indian J. Agron. 31(3): 264-268.
- GORGAS J.A. y L. TASSILE 2003 Los suelos de la Provincia de Córdoba. Agencia Córdoba Ambiente D.A.C.YT.S.E.M. e INTA Manfredi. 567 p.
- INASE. 2006. Resolución SAGyP N° 2270/93. Tolerancias para semillas de clase fiscalizada e identificada de trigo, avena, cebada, centeno, arroz, maíz, sorgo granífero, triticale, lino, cartamo, colza, maní, girasol, soja y algodón. En: www.inase.gov.ar/tikiwiki/tiki-index.php. Consultado 27/05/2010
- PEDELLINI R. 1991. Efecto de la densidad y distribución de plantas sobre el rendimiento y calidad comercial del maíz tipo Runner. 7° Jornada Nacional de Maní. Septiembre de 1991.
- PEDELLINI, R. y C. CASINI 1996 Manual del maní. Ed. INTA-Manfredi. Córdoba 41p.
- PEDELLINI, R 1998. Densidad de siembra de maní tipo runner. En: Pedellini R. y C. Cassini. Manual de maní 3° edición. INTA EEA Manfredi. p: 12-13
- PEDELLINI, R. 2008 Maní. Guía práctica para su cultivo. Boletín de divulgación técnica N° 2, INTA, EEA Manfredi.

- PEREZ, M.A.; A. CAVALLO. 1997. Relevamiento preliminar en la calidad de semillas de maní de las áreas productoras de la provincia de Córdoba. XII Jornada nacional de maní. Gral. Cabrera - Cba. 28/08/97. p: 15-16
- RAO, R.E.N.; WILLIAMS J. H.; SIVAKUMAR M. V. K. y K. D. R. WADIA 1988 Effect of deficit at different growth phases of peanut. II. Response to drought during preflowering phase. *Agron. J.* 80: 431-438.
- YAYOK, J. Y. 1979. Effects of varieties and spacing on growth, development and dry matter distribution in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) t two locations in Nigeria. *Expl. Agric.* 15: 339-351.
- ZUZA, M.; C. ODINO; A. MARINELLI Y G. MARCH. 2005. La semilla de maní como fuente de inóculo primario de la podredumbre parda de la raíz y el tizón del maní. XX jornada nacional de maní. Gral. Cabrera – Cba. 22/09/05. p: 43-44.