



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

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

Modalidad: Proyecto

Efecto de la densidad de siembra y la condición hídrica sobre el rendimiento y
la calidad comercial del cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.)

Alumno: Pollastrini, Victoria del Valle

DNI: 35.671.265

Director: Giayetto, Oscar

Codirector: Morla, Federico D.

Río Cuarto – Córdoba

Noviembre de 2015

RESUMEN

El crecimiento y la calidad comercial del maní están influenciados por la captura de recursos del medio (agua, luz y nutrientes); prácticas de manejo como el riego suplementario y la elección de la densidad de plantas a sembrar son importantes para hacer un uso eficiente de los recursos, procurando alcanzar un equilibrio entre la oferta y demanda de recursos disponibles. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de plantas y la condición hídrica del suelo sobre la eficiencia de uso de la radiación (EUR) y el crecimiento (vegetativo y reproductivo), el rendimiento y sus componentes, y calidad comercial del cultivo de maní. Para ello se realizó un ensayo durante la campaña agrícola 2013/14, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC. El diseño experimental se basó en dos parcelas principales una bajo riego y otra en seco; estas fueron divididas en subparcelas donde se sembraron cinco densidades de plantas: 5, 12, 18, 25 y 36 plantas m². A igual densidad de siembra, el tratamiento bajo riego produjo más materia seca por planta, sin diferencias estadísticamente significativas a nivel de superficie; alcanzó el IAF crítico antes del periodo crítico de definición del rendimiento, por lo cual capturó más RFA. El rendimiento fue mayor (4554 kg ha⁻¹ en caja y 3564 kg ha⁻¹ en grano) en comparación con el tratamiento en seco (3647 kg ha⁻¹ en caja y 2831 kg ha⁻¹ en grano) con mayor índice de cosecha; se halló diferencia estadísticamente significativa en el número de frutos maduros m², pero no en el peso individual y parámetros de calidad comercial. A igual condición hídrica, con el incremento de la densidad disminuyó la producción de materia seca por planta pero aumento a nivel de superficie, sin diferencias estadísticamente significativas. No hubo diferencias en la evolución de la cobertura del suelo, aunque a mayor densidad hubo mayor captura de RFA incidente, el rendimiento m² e IC fue mayor con diferencias estadísticamente significativas; en los componentes del rendimiento solo se halló diferencias estadísticamente significativas en el número de frutos m². En los parámetros de calidad del maní tampoco hubo diferencias estadísticamente significativas. En base a lo observado se puede afirmar que los factores estudiados no tienen interacción estadísticamente significativa en cuanto a su efecto sobre el rendimiento del cultivo de maní ya sea en caja o grano, y sobre su calidad comercial, pero ambas prácticas de manejo tienen una gran influencia por separado en dichas variables.

Palabras claves: *Arachis hypogaea*, Rendimiento, Calidad comercial, Densidad de siembra, Condición hídrica.

Plant density and water condition effect on peanut crop (*Arachis hypogaea* L.), yield and commercial quality.

SUMMARY

Growth and commercial quality of peanuts are influenced by the capture of environmental resources (water, sunlight and nutrients); management practices as supplemental irrigation and choice of plant density are important to make an efficient use of resources, to achieve a balance between supply and demand of resources. The objective was to evaluate the effect of plant density and soil water condition on the radiation use efficiency (RUE) and growth (vegetative and reproductive), yield and its components, and commercial quality of peanut crop. This testing was performed during the 2013/14 growth season, in the experimental field of the UNRC Agronomy and Veterinary School. The experimental design was based on two main parcels in three blocks one in irrigated and the other on rainfed; these were divided into subparcels where five plants densities were planted: 5, 12, 18, 25 and 36 plants m⁻². At the same density, low risk treatment produces more dry matter per plant, with no statistically significant differences in surface level; LAI was reached before the yield definition critical period, whereby captured more PAR. Yield was higher (4554 kg ha⁻¹ in box and 3564 kg ha⁻¹ in grain) compared with the rainfed treatment (3647 kg ha⁻¹ in box and 2831 kg ha⁻¹ in grain) with higher harvest index ; statistically significant difference was found in the mature fruits number m⁻², but not in the individual weight and commercial quality parameters. At the same water condition, with the plant density increase dry matter production per plant decreased but it increased at surface level, with no statistically significant differences. There weren't differences in the soil cover evolution, although at higher densities PAR incident capture, yield m⁻² and HI was higher with statistically significant differences; in yield components only was found statistically significant difference in the fruits number m⁻². In peanut quality parameters there also were no statistically significant differences. Based on the observations we can say that the studied factors did not have statistically significant interaction regarding its effect on peanut crop yield either in box or grain, and its commercial quality, but both management practices have separately a great influence in these variables.

Keywords: *Arachis hypogaea*, Yield, Commercial quality, Plant density, Water condition.

INTRODUCCIÓN

El maní cultivado pertenece a la familia *Fabaceae*, fue clasificado en el año 1753 como *Arachis hypogaea* L. Es una especie alotetraploide ($2n= 4x= 40$) cuya constitución genética es del tipo AABB, fue originado por hibridación de dos especies silvestres diploides, *A. duranensis* donante del genoma A y *A. ipaensis* aportante del genoma B, seguida de una duplicación espontánea de cromosomas. Se cree originario del territorio correspondiente en la actualidad a Bolivia o del noroeste de Argentina, donde se ubica el área de las especies diploides involucradas en su origen. Actualmente, se cultiva en toda la zona tropical y en las regiones templado-cálidas del mundo, siendo una de las oleaginosas más importantes a escala mundial.

En Argentina el maní es uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura, el 95% del maní sembrado es de tipo botánico “runner” de crecimiento rastroso, localizado en el centro-sur de la provincia de Córdoba donde se concentra aproximadamente el 96% de la producción primaria nacional y la totalidad del proceso transformador o industrial de la misma (Giayetto, 2006); seguida de las producciones marginales de La Pampa, San Luis y Salta. En el período 2000-2015 la superficie promedio sembrada fue de 260.255 ha con una producción de 59.4625 Tn, siendo el rendimiento de alrededor de 22,4 qq ha⁻¹ (SIIA, 2015). El escaso desarrollo del mercado doméstico y la excelencia de los productos obtenidos le permiten al país ser uno de los principales exportadores a nivel mundial.

Tanto las condiciones ambientales de la región donde el cultivo crece y se desarrolla, como las prácticas de manejo adoptadas, tienen un gran impacto, no sólo en la definición de los componentes del rendimiento: número y peso de granos, sino también de los parámetros de calidad considerados al momento de la comercialización del producto obtenido.

Entre los factores ambientales que afectan la producción agrícola alrededor del mundo, la sequía es uno de los más frecuentes e impredecibles. La producción de maní a escala mundial se realiza aproximadamente el 80 % en condiciones de secano, y a nivel nacional casi el 100%, por lo que es de esperar que esa limitante sea la de mayor relevancia en la determinación del rendimiento (Morla *et al.*, 2012). Si bien el maní es una planta altamente tolerante a la sequía, se reconoce al estrés hídrico como la principal limitante de la productividad del cultivo (Bongiovanni, 2012).

La precipitación media anual de la región donde se concentra la producción argentina durante el periodo en que el cultivo está establecido es de 525 mm; caracterizándose por una marcada transicionalidad climática con variación interanual de las precipitaciones y ocurrencia de déficit hidrológicos estacionales que aleatorizan los rendimientos del cultivo y condicionan su estabilidad (Giambastiani, 1998).

Es sabido que el déficit hídrico durante la germinación disminuye la producción de etileno, de CO₂, la síntesis de clorofila, la actividad de enzimas hidrogenasas, la elongación del eje hipocótilo-radícula y, por lo tanto, el crecimiento de la plántula. Rao *et al.* (1988) encontraron que se induce el cierre estomático, lo que afecta la tasa de intercambio de carbono; la producción de materia seca y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), se ven disminuidas (Cerioni, 2003). Un estrés ocurrido durante floración produce una reducción en el número de flores abiertas por día; el cual se hace cero con valores de 10 y 5% de agua útil en el suelo (Cerioni, 2003). Una vez superado el estrés la planta emite pulsos de floración, lo que provoca el atraso en la madurez de cosecha, aumentando el número de frutos inmaduros a cosecha y reduciendo el rendimiento (Cerioni, 2003).

Aquellas condiciones hídricas que afecten la producción de asimilados, por una disminución del IAF y de la tasa de crecimiento relativo, disminuyen el llenado de frutos, lo que se traduce en un menor número de frutos maduros (Rao *et al.*, 1988). Una vez restaurada la limitante aumenta la partición a hojas en detrimento del llenado de frutos (Cerioni, 2003). Cuando las deficiencias ocurren después de R4, una importante cantidad de frutos ya está establecida y los destinos reproductivos tienen mayor fuerza relativa por los fotoasimilados que las estructuras vegetativas. Un estrés hídrico entre R2 y R4 demora el avance entre etapas, por la pérdida de turgencia de los ginóforos y la mayor resistencia del suelo a la penetración de los mimos (Cerioni, 2003), afectando además la formación del fruto y la absorción de agua y calcio por el fruto (Boote y Ketring, 1990).

Debido al hábito indeterminado de crecimiento del maní, el IAF se incrementa hasta la etapa de llenado de granos (R5-R6), pero se detiene ante un estrés hídrico; a causa de que el efecto de dicha limitante sobre la turgencia relativa y potencial de turgencia inhibe la expansión foliar. Cuando el agua es restituida, continúa el crecimiento foliar, produciendo un desplazamiento temporal del IAF máximo (Cerioni, 2003) y del cierre total del surco. Rao *et al.* (1988) indicaron que este efecto es mayor cuando esto ocurre en los primeros estadios reproductivos ya que coincide con la etapa de activo crecimiento vegetativo y, aunque luego es retomado, no se logra el potencial de producción del cultivar. Por otro lado también se ha encontrado que ante un estrés hídrico la elongación y el número de nudos se reduce, como así también el número de ramificaciones por planta y la longitud de las ramas cotiledonares (Cerioni, 2003).

Es por ello que toma importancia el número y distribución espacial de las plantas por superficie como una de las prácticas de manejo que permitiría hacer un uso eficiente de los recursos, procurando alcanzar un punto de equilibrio entre la oferta y demanda de recursos disponibles. La eficiencia con que la población de plantas utilice los recursos ambientales disponibles determinara el rendimiento del cultivo (Giayetto, 2006). La densidad de plantas óptima

en maní, para obtener la máxima productividad, varía entre ambientes, cultivares y arreglos espaciales (Jaaffar y Gardner, 1988).

Giayetto *et al.* (1995) hallaron que el número de plantas por unidad de superficie y su disposición espacial (distancia entre y sobre hileras) afectan el crecimiento y rendimiento del maní. 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, por lo que es preferible tener más plantas que la cantidad óptima y no menos, encontrando que la mejor densidad de siembra de maní tipo Runner la que permite obtener 10 a 12 plantas bien distribuidas por metro lineal de surco a 70 cm de distancia (Pedelini *et al.*, 1986). Según Morla *et al.* (2014) los rendimientos máximos del cultivo (DOA) se obtienen a partir de 23,6 pl m⁻² (16,5 pl m⁻¹ en siembras de 0,7 m entre surcos). Por otro lado, Cerioni (2012) determinó que 9 pl m⁻¹ lineal de surco, distribuidas uniformemente, podría considerarse un valor umbral de referencia para decidir sobre la continuidad del cultivo. 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 runner, utilizar entre 14-16 semillas por metro lineal para obtener entre 11-13 plantas 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.

En otras experiencias realizadas, el espaciamiento de siembra, tanto entre surcos como dentro del mismo, no afectó la duración de los estadios fenológicos (Giayetto *et al.*, 1998); Giri y Saran (1985) encontraron que con incrementos de densidad el crecimiento individual, medido a través de materia seca y área foliar por planta, fue menor debido a la mayor competencia intraespecífica. Yayock (1979), además, encontró menor ramificación primaria y secundaria por planta y una mayor proporción de peso seco en tallos durante el estadio final de crecimiento. Giayetto *et al.* (1998) también hallaron el mismo efecto en el patrón de ramificación pero sin diferencias en cuanto a la distribución de la materia seca. Aun así, a nivel de población, los diseños más compactos produjeron más materia seca por superficie e IAF, estando este incremento relacionado al menor tiempo requerido por las plantas a altas densidades en alcanzar una intercepción de la radiación solar mayor al 90 % (Giayetto *et al.*, 1998), debido al cierre anticipado del surco respecto de las menores densidades (Jaaffar y Gardner, 1988). El incremento del IAF, además de aumentar la radiación fotosintéticamente activa interceptada, resultó en aumentos en la eficiencia de conversión (Ec), tasa de crecimiento del cultivo y materia seca total por superficie, como ya se mencionó; estas observaciones de Tarimo (1999) fueron más claras durante los estadios

de crecimiento vegetativos y reproductivo temprano. El cierre anticipado del surco interfiere en la pérdida relativa de agua por evaporación desde el suelo y por transpiración desde la planta, y pueden afectar la eficiencia de uso del agua (EUA), con escaso valor sobre la eficiencia transpiratoria. Giayetto *et al.* (2003) muestran que la evapotranspiración (ET) acumulada no varía con los diferentes modelos de siembra, pero si varían sus componentes evaporación del suelo y transpiración.

La relación entre el rendimiento del maní y la densidad de plantas, para diferentes ensayos experimentales realizados en el área manisera de la provincia de Córdoba, ajusta a modelos de rendimientos decrecientes con coeficientes de determinación significativos (Morla *et al.*, 2014). Dicho aumento es más pronunciado hasta 12-14 plantas m^{-2} , con incrementos proporcionalmente menores a densidades mayores (Giayetto *et al.*, 2003). Giayetto *et al.* (1995) muestran que el aumento de densidad disminuyó el número y peso por planta con un aumento de ambos por superficie, ya que la tasa de aumento del rendimiento por m^2 fue cinco veces mayor que la tasa de caída del rendimiento individual (Cerioni *et al.*, 2012); también el número y peso de frutos maduros por superficie aumenta a mayores densidades, y se reduce la inmadurez debido a que se redujo la longitud de las ramas, concentrándose la floración y el crecimiento de frutos en la base de la planta (Cerioni *et al.*, 2012); esto se relaciona a lo encontrado por Kvien y Bergmark (1987). El número de semillas por fruto no se modifica ya que es una característica de alta heredabilidad genotípica (Cerioni *et al.*, 2012).

En cuanto a la calidad comercial del maní, las experiencias de Cerioni *et al.* (2012), al igual que las de Coolber (1994) y Kvien y Bergmark (1987), demostraron que el aumento de la población de plantas produjo mayor porcentaje de semillas de tamaño granométricos grandes (8 y 9 mm - tipo confitería) provenientes de las primeras flores, atribuido a que la mayor competencia suprime el crecimiento reproductivo tardío del maní. (Cerioni *et al.*, 2012) reportó que la relación grano/caja fue significativamente mayor en las altas densidades como consecuencia de la menor inmadurez de los frutos en éstas, aunque Casini *et al.* (2008) y Giayetto *et al.* (2005) no encontraron efectos de los modelos de siembra sobre esta relación.

Por otro lado, en las experiencias realizadas por Casini *et al.* (1999) y Casini *et al.* (2008), las diferentes densidades de siembra ensayadas no afectaron la calidad y el rendimiento del maní para confitería. Por lo tanto para lograr una buena implantación del cultivo se debe adecuar la densidad de siembra para obtener de 10 a 12 plantas m^{-1} de hilera, ya que el aumento de esta densidad de siembra incrementa los costos de implantación sin mejorar la condición y la productividad del cultivo.

Con respecto a los modelos de siembra, las distribuciones casi cuadrangulares (0,35 x 0,30 m), respecto de modelos rectangulares (0,70 x 0,15 y 1,05 x 0,10 m), muestran con igual densidad de plantas, un incremento de la acumulación de materia seca total y los valores de IAF, con la consecuente mayor intercepción de radiación y ritmo de crecimiento relativo más elevado. También se constató un aumento del rendimiento de frutos y semillas (Gardner y Auma, 1989). En las menores distancias entre hileras (0,46 x 0,15 m) y en las hileras apareadas {(0,69-0,23) x 0,15 m}, Jaaffar y Gardner (1988) hallaron un cierre anticipado del canopeo, mayor IAF e intercepción de la luz, y aumentos del ritmo de crecimiento del cultivo, de la materia seca total y del rendimiento, comparativamente con las usadas en EE.UU. (0,91 x 0,08 m). Yoder (2003) observó un incremento de los granos extra grandes, mientras que otros no han constatado cambios en el tamaño.

Según los antecedentes antes expuestos es de esperar diferencias en la intercepción de la radiación, su eficiencia de uso (EUR), el crecimiento y la definición del rendimiento en el cultivo de maní al variarse su condición hídrica y la densidad de siembra. Por lo que el presente estudio aborda el análisis acerca de la interacción entre la condición hídrica del suelo y las distintas densidades de siembra sobre el rendimiento del cultivo de maní tipo runner y las variables fisiológicas que lo definen.

Hipótesis

La condición hídrica del suelo, la densidad de plantas y la interacción entre estas variables influyen en el crecimiento, rendimiento final del cultivo de maní y en la calidad de comercialización.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la densidad de plantas y la condición hídrica del suelo sobre la eficiencia de uso de la radiación (EUR) y el crecimiento (vegetativo y reproductivo), los componentes del rendimiento, el rendimiento y calidad comercial del cultivo de maní.

Objetivos específicos

- Evaluar la intercepción de la radiación, producción de biomasa y eficiencia de uso de la radiación.
- Evaluar la interacción entre condición hídrica del suelo y densidad de plantas en el cultivo sobre el crecimiento, rendimiento y sus componentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalación del experimento y tratamientos

El estudio se realizó en condiciones de campo durante la campaña agrícola 2013/14, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, (33° 07' de latitud sur, 64° 14' de longitud W; 421 m sobre el nivel del mar) en un suelo Hapludol típico de textura franca arenosa fina. La siembra se realizó en forma manual el día 6 de noviembre de 2013 con el cultivar Granoleico, tipo runner, en hileras separadas a 0,70 m donde se colocaron las semillas a una profundidad de 3 a 4 cm.

El diseño experimental utilizado es de parcelas divididas, donde se disponen dos parcelas principales en tres bloques. Sobre las parcelas principales se aleatorizaron los niveles del factor riego y estas fueron divididas en subparcelas donde se aleatorizaron cinco densidades de plantas. Para el factor “riego” (Factor A) se tienen dos niveles: seco (sin riego) y riego y para el factor “densidad” (Factor B) se usaron las siguientes densidades: 5, 12, 18, 25 y 36 plantas m⁻² (Figura 1) (Di Rienzo *et al.*, 2006).

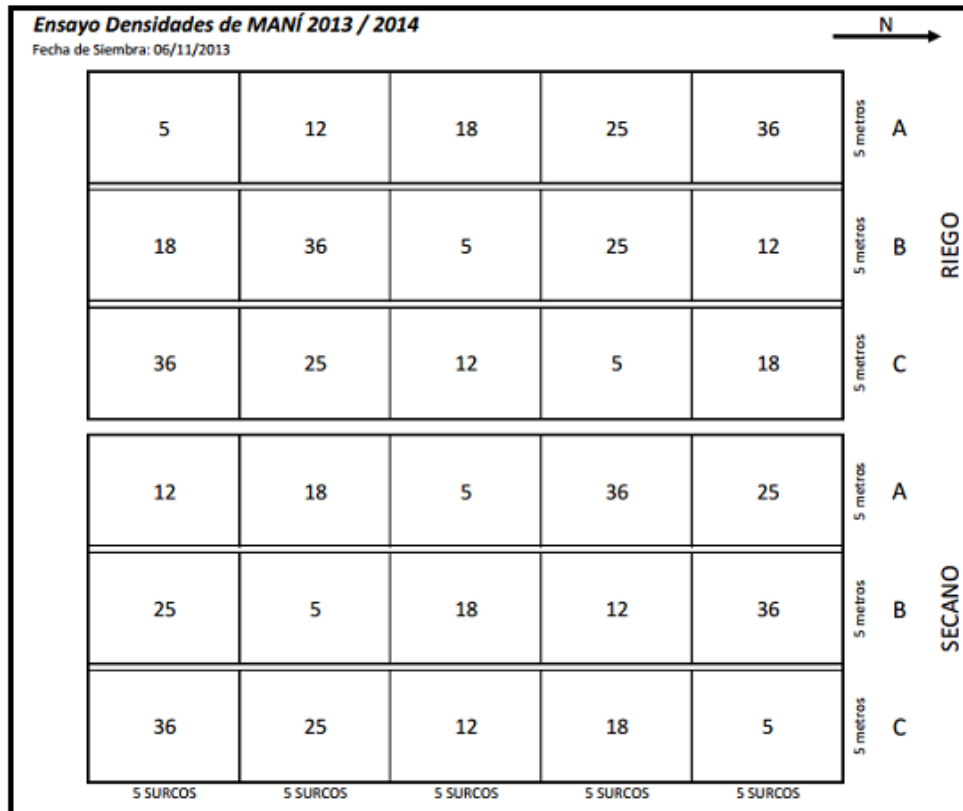


Figura 1. Croquis del ensayo realizado. Campaña 2013/14. Universidad Nacional de Río Cuarto.

Observaciones y mediciones

Del clima:

Registro diario de variables meteorológicas durante el ciclo del cultivo a través de la Estación Agrometeorológica instalada en el Área Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicada en cercanías del ensayo experimental.

Del Cultivo:

Durante el ciclo:

Materia seca por planta: a intervalos regulares de 20-30 días se tomaron muestras de plantas por bloque separando los órganos presentes, se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 80°C hasta peso constante.

Cobertura del suelo: desde la emergencia del cultivo y en cada intervalo regular, se midió el grado de cobertura del suelo entre hileras, mediante muestras fotográficas que fueron analizadas mediante el software SisCob de Embrapa, estos valores de cobertura se expresan en porcentaje de cobertura del suelo y se estima la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi), y la eficiencia de uso de dicha radiación (EUR) como la relación entre la biomasa producida respecto a la radiación interceptada.

A cosecha:

Componentes del rendimiento: se realizaron 3 muestras de 1 m² cada una (1,42 m lineales) por bloque en el estadio fenológico R8, para medir el número de frutos maduros e inmaduros, el peso de los frutos y granos por planta y superficie.

Porcentaje de maní confitería: según la metodología de trabajo de laboratorios de plantas de acopio, se usaron zarandas de tajo de 10-9-8-7,5-7-6,5-6 mm de ancho y se descartaron las de menores tamaños granométricos.

Análisis estadísticos:

Las variables del cultivo fueron sometidas a ANAVA (análisis de la varianza) y los promedios se compararon según test de LSD Fisher ($\alpha= 0,05$). Las relaciones entre variables del cultivo y factores del suelo y clima se analizaron mediante correlaciones y regresiones. Dichos análisis fueron realizados con el programa Infostat versión 2014.

RESULTADOS Y DISCUSION

Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio

Del clima

Las precipitaciones normales (Seiler *et al.*, 1995) y de la campaña 2013-14 en Río Cuarto para los meses de octubre a abril se observan en la figura 2.

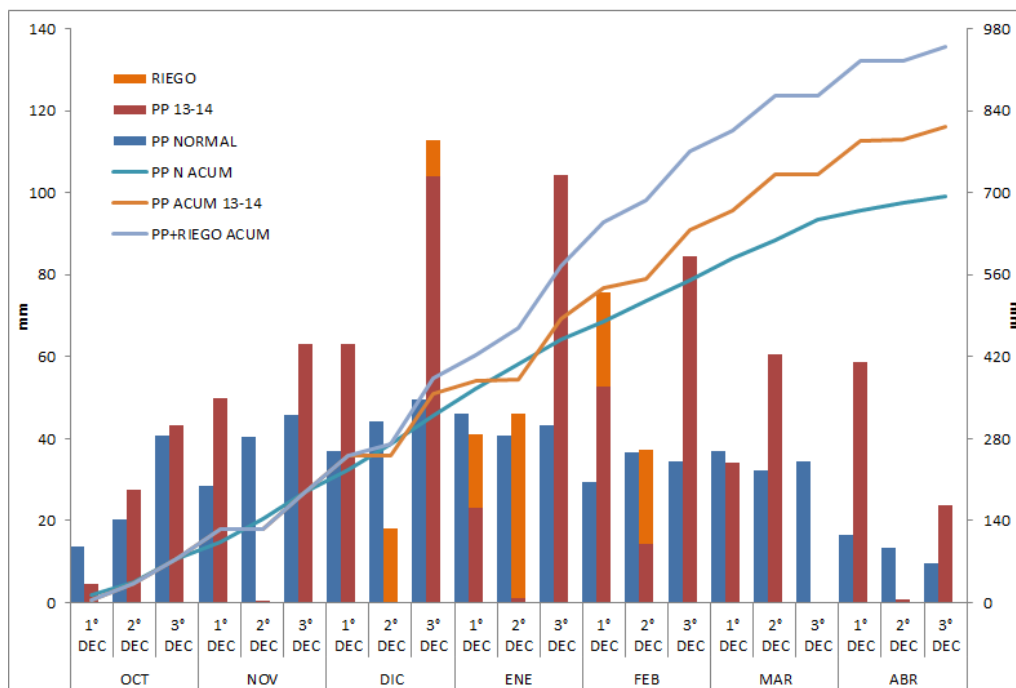


Figura 2. Precipitaciones durante la estación de crecimiento del maní, normales y del ciclo 2013/14, en Río Cuarto.

Siendo la precipitación normal acumulada de dichos meses de 693,4 mm, la del ciclo de crecimiento del cultivo la supera en 120,6 mm ya que se registraron 814 mm en el tratamiento en seco; en el tratamiento bajo riego el total acumulado fue de 949,8 mm. En los meses de octubre, noviembre, enero y marzo las precipitaciones fueron similares a las normales, mientras que en los meses restantes, diciembre, febrero y abril, fueron superiores. Las precipitaciones normales para estos meses son de 130,8, 100,3 y 39,3 mm y en la campaña 2013-14 se registraron 167,2, 151,6 y 83 mm; es decir un 27,8, 51,2 y 111,2 % más, respectivamente.

En general, las temperaturas durante la estación de crecimiento del cultivo fueron mayores en comparación con las normales en los meses de Octubre a Enero (Seiler *et. al.*, 1995) (Figura 3), siendo en los meses de Diciembre y Enero donde se observó la mayor diferencia. En la última

década de Enero las temperaturas medias se asemejan a las normales, y en los meses siguientes los registros fueron menores.

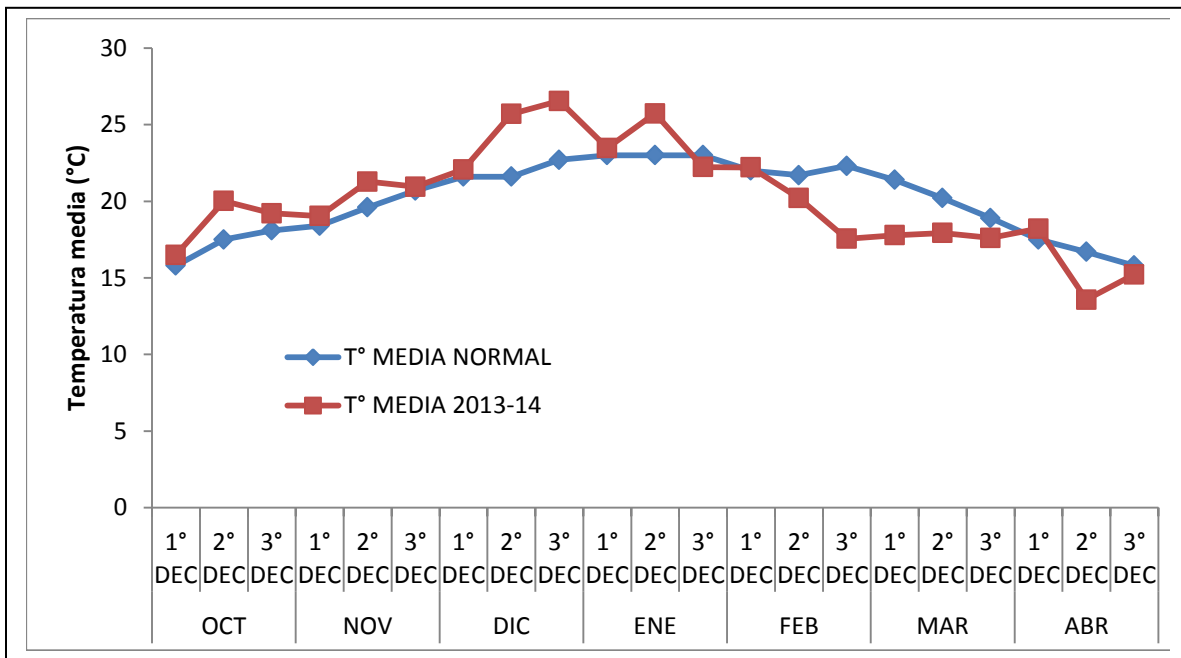


Figura 3. Temperaturas medias durante la estación de crecimiento, del ciclo 2013/14 y normales, en Río Cuarto.

A su vez, la radiación incidente registrada durante la campaña 2013/14 presenta una tendencia similar a las temperaturas medias, respecto a la normal (Figura 4).

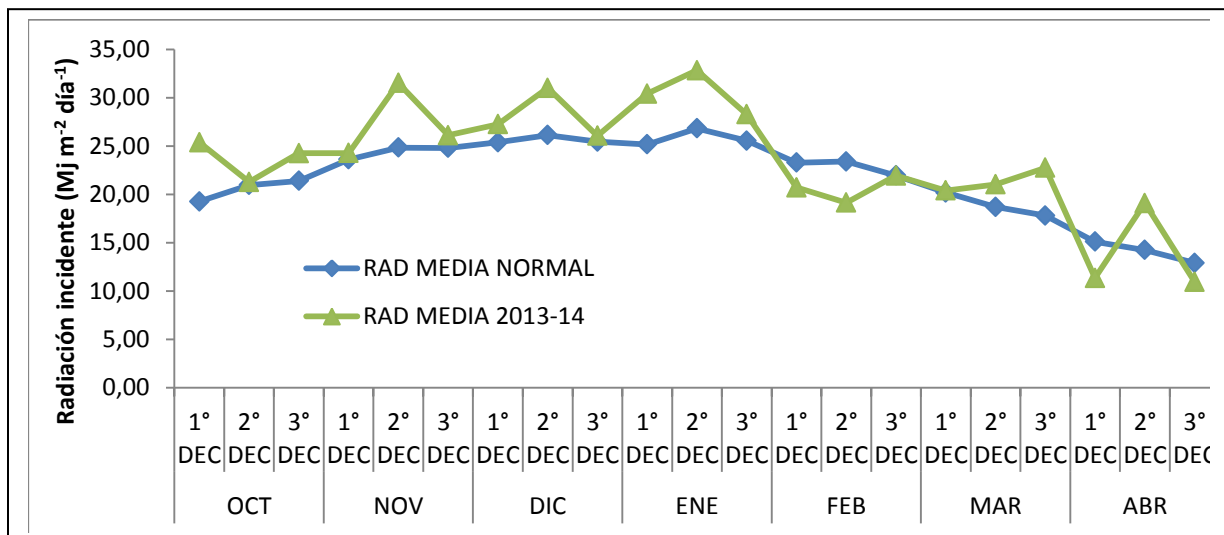


Figura 4. Radiación incidente, normal y correspondiente a la campaña 2013/14, en Río Cuarto.

En general, a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo, comenzando desde Octubre, la radiación incidente media fue mayor o igual a la normal, excepto en la primera y segunda década de Febrero y primera y tercera década de Abril, en los cuales los registros fueron menores a la normal. Los máximos registros ocurrieron en las segundas décadas de Noviembre, Diciembre y Enero, coincidiendo con muy bajos registros de precipitaciones.

Del cultivo:

Biomasa vegetativa

Materia seca por planta

Las figuras 4 y 5 muestran la evolución de biomasa aérea (hojas + tallos) por planta a distinta densidad de siembra y condición hídrica, las mismas evidencian el efecto significativo que tienen los factores ambientales disponibles por individuo sobre la curva de crecimiento aéreo del mismo.

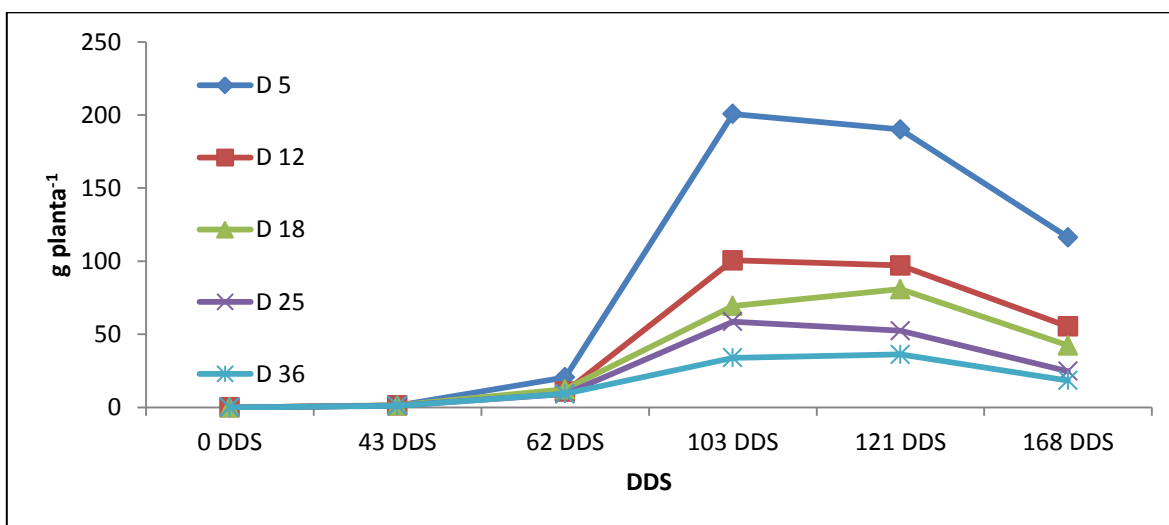


Figura 4. Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en g planta⁻¹ para el tratamiento bajo riego y las distintas densidades de siembra en función de la edad del cultivo (DDS).

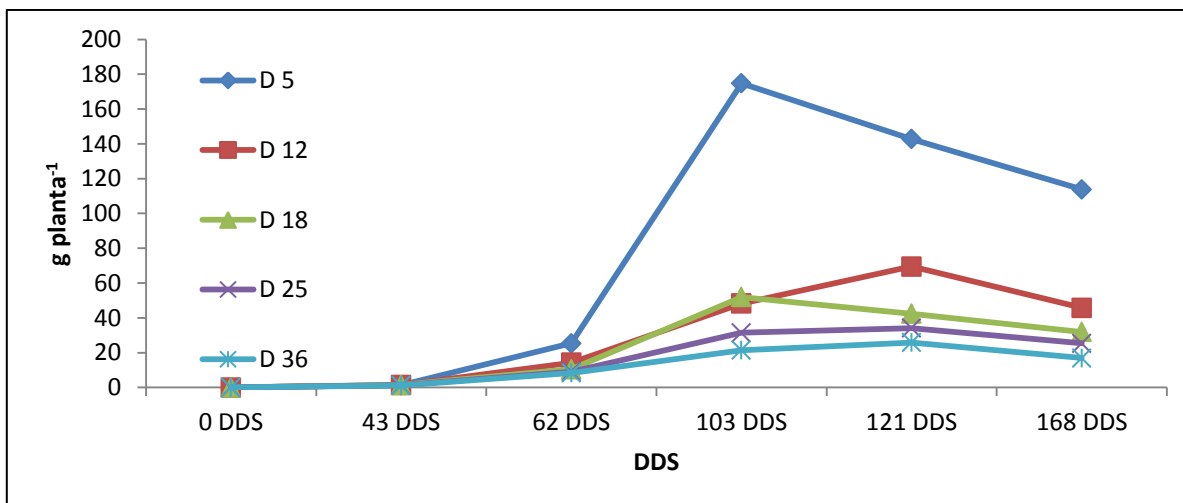


Figura 5. Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en g planta⁻¹ para el tratamiento en secano y las distintas densidades de siembra en función de la edad del cultivo (DDS).

Comparando la producción de biomasa vegetativa por planta en una misma condición hídrica se observa que a medida que disminuye la densidad, es decir plantas m⁻², aumenta la biomasa por planta. Es así que tanto en secano como en riego existe mayor producción individual de biomasa durante todo el ciclo con la densidad de 5 plantas m⁻², por lo que se puede inferir, tal como reportó Yayock (1979), que a menores densidades hay mayor ramificación primaria y secundaria por planta debido a la menor competencia intraespecífica por recursos que están provistos en forma insuficiente y a la gran plasticidad de crecimiento vegetativo de la especie sobre un amplio rango de densidades en respuesta al tamaño individual, lo que le otorga elevada capacidad de compensación a la densidad de plantas.

Estos resultados son similares a los observados por Giri y Saran (1985) quienes afirmaron que con incrementos de densidad el crecimiento individual, medido a través de materia seca y área foliar por planta, fue menor; la competencia es mayor a medida que aumenta la densidad de plantas por metro de surco, es por esto que las densidades más altas son las que registran el menor peso de hojas por planta en todos los momentos del ciclo.

Con respecto al factor condición hídrica, se puede observar que a una misma densidad de siembra la producción de biomasa vegetativa individual es mayor en condiciones de riego ya que el factor agua deja de ser limitante para el crecimiento del cultivo. Es sabido que la menor provisión hídrica afecta el crecimiento de las plantas a través de una reducción en la expansión de sus tejidos y el intercambio gaseoso; es importante que el cultivo pueda capturar la mayor parte posible del recurso agua y utilice el recurso capturado lo más eficientemente posible al intercambiarlo a nivel de estomas por el CO₂ destinado a producir fotoasimilados, por consiguiente cuanto más agua pueda transpirar el cultivo, más CO₂ puede fijar y mayor será la tasa de crecimiento del cultivo. Otros

autores, Rao *et al.* (1988) y Giambastini (1998), también argumentaron que el déficit hídrico redujo tanto la producción de materia seca debido a la inducción del cierre estomático, lo que afecta la tasa de intercambio de carbono disminuyendo la producción de materia seca y la tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

Además, se puede observar que aproximadamente a los 121 DDS se produce una caída de todas las curvas de crecimiento debido a la partición de fotoasimilados hacia frutos y senescencia natural del cultivo.

Materia seca por superficie

Al no detectarse interacción entre los factores estudiados, estos se analizan por separado. Comparando la biomasa vegetativa aérea total producida al final del ciclo se observó que si bien hubo diferencias en la producción de materia seca, éstas no son estadísticamente significativas para ninguno de los factores en estudio (Cuadro 1 y 2).

Condición	Biomasa Veg. (g m ⁻²)
RIEGO	383,26 A
SECANO	358,5 A

Cuadro 1. Biomasa vegetativa total (g m⁻²) según la condición hídrica.

En el caso del factor condición hídrica, al disminuir la producción de materia seca por planta ante la menor disponibilidad hídrica, la biomasa vegetativa por superficie consecuentemente fue menor; en este caso la diferencia no es estadísticamente significativa debido a que los escenarios hídricos no fueron tan contrastantes. En este sentido, estos datos, coinciden con los resultados obtenidos por Cerioni (2003), quien encontró una disminución del 1 al 15% de biomasa total a cosecha respecto a la condición no limitante, produciendo estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas del cultivo; y por Giambastiani (1998) quien obtuvo que la materia seca total del tratamiento con sequía fue menor durante todo el ciclo, aunque la diferencia sólo fue significativamente diferente del control a partir de los 125 días después de la siembra (DDS).

Densidad (pl m ⁻²)	Biomasa Veg. (g m ⁻²)
5	403,48 A
12	402,23 A
18	363,03 A
25	330,18 A
36	345,47 A

Cuadro 2. Biomasa vegetativa total (g m⁻²) según la densidad de siembra.

Con respecto al factor densidad, se observa que la producción de materia seca por superficie no se modificó; al contrario de los resultados obtenido por Cerioni *et al.* (2012) y Giayetto *et al.* (1998), ya que en sus experiencias los diseños más compactos fueron los que produjeron y acumularon mayor cantidad de biomasa por superficie. Destacándose la capacidad de compensar la menor cantidad de individuos por superficie con un mayor crecimiento individual por planta.

Cobertura del suelo

Analizando la evolución de la cobertura del suelo por el canopeo del cultivo, se pudo observar que en el tratamiento bajo riego las distintas densidades de siembra alcanzaron el 95 % de cobertura aproximadamente a los 90 DDS y una cobertura máxima alrededor de los 130 DDS, para luego descender a medida que se acerca la senescencia del cultivo (Figura 6). El periodo crítico del cultivo (R3-R6,5) transcurrió con el mayor porcentaje de cobertura, por lo tanto con una alta intercepción de la RFA incidente.

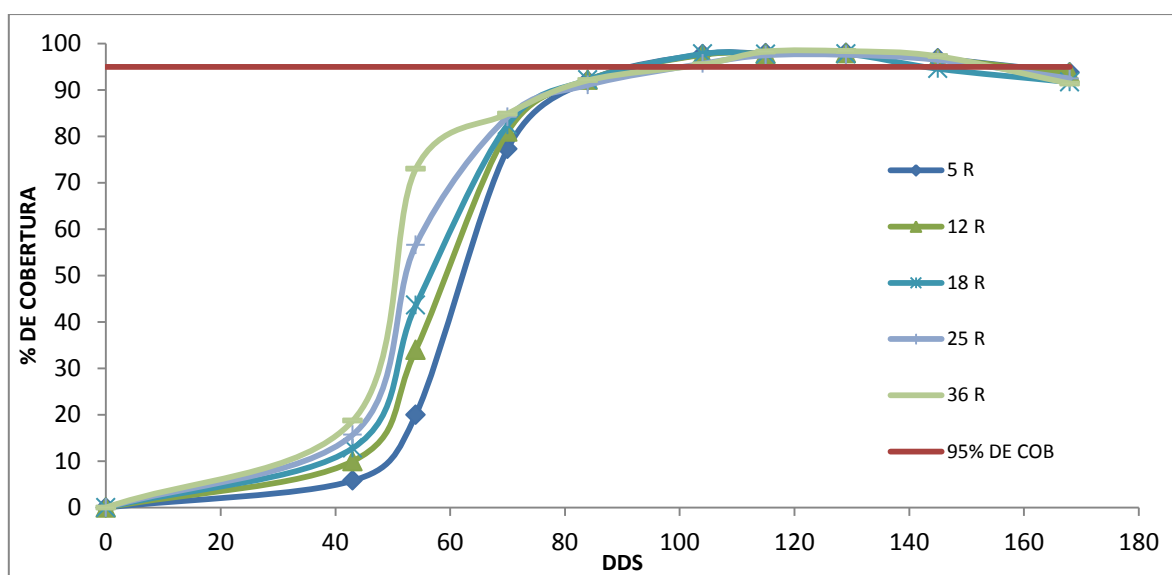


Figura 6. Porcentaje de cobertura del suelo para el tratamiento bajo riego en función de los días después de siembra (DDS).

Por su parte, el tratamiento en seco nunca alcanzó el 95 % de cobertura a lo largo del ciclo del cultivo, excepto en la densidad de siembra de 25 plantas m^{-2} que lo logró a los 145 DDS, siendo el mayor registro obtenido (Figura 7).

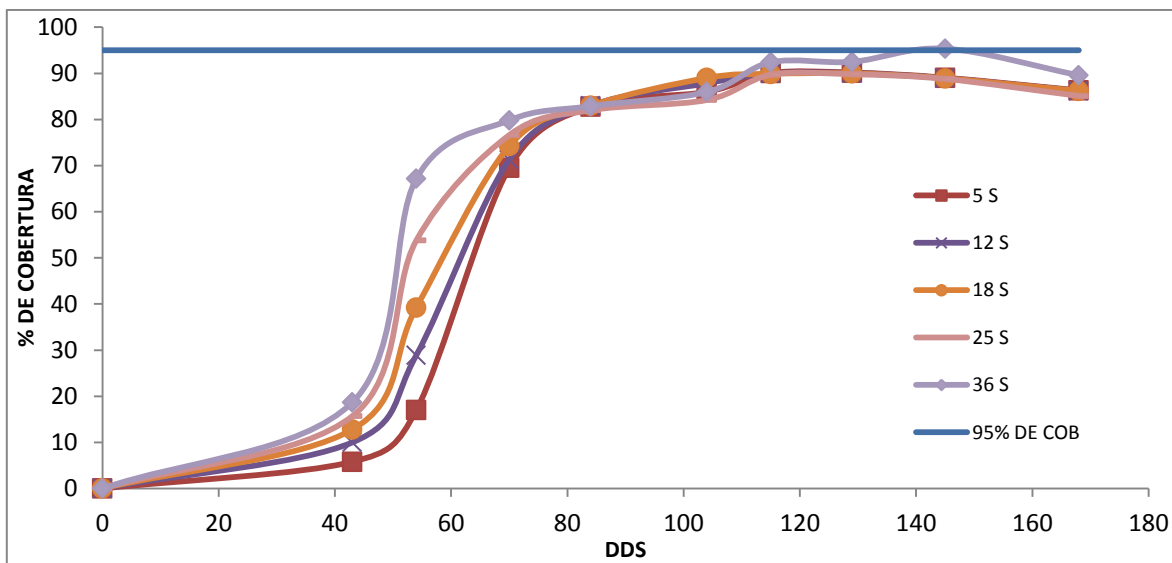


Figura 7. Porcentaje de cobertura del suelo para el tratamiento en secano en función de los días después de siembra (DDS).

La evolución de la cobertura del suelo a través del ciclo de crecimiento del cultivo produce un incremento constante de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada, hasta alcanzar aquel valor de índice de área foliar (IAF) que le permite lograr el 95 % de interceptación, denominado IAF crítico; al lograr este valor el cultivo maximiza la tasa de crecimiento, resultando en incrementos insignificantes de la TCC aumentos del IAF por encima del crítico.

Es importante que el periodo crítico del cultivo, durante el cual se están definiendo los componentes del rendimiento (R3-R6,5), transcurra habiendo alcanzado el valor de IAF crítico para atravesarlo con la máxima tasa de crecimiento y obtener mayores rendimientos.

En el cuadro 3 se observa que comparando cada una de las densidades de siembra las del tratamiento bajo riego acumularon más biomasa total, tanto vegetativa como reproductiva, e interceptaron más RFA respecto del tratamiento en secano.

La menor disponibilidad hídrica produce una disminución del crecimiento del cultivo por lo que la producción de biomasa es menor y la evolución de la cobertura del suelo a lo largo del tiempo es menor que en aquellos cultivos con buena condición hídrica, provocando que la TCC sea menor también; consecuencia de esto la EUR fue mayor para todos los tratamientos bajo riego, coincidiendo con los resultados obtenidos por Severina (2004).

CONDICION RIEGO					
DENSIDAD (pl m⁻²)	5	12	18	25	36
RFAint (Mj m⁻²)	1088,03	1137,01	1162,89	1198,94	1245,63
BIOMASA (g m⁻²)	1011,21	1220,57	1133,13	1130,19	1178,68
EUR (g MJ⁻¹)	0,93	1,07	0,97	0,94	0,95

CONDICION SECANO					
DENSIDAD (pl m⁻²)	5	12	18	25	36
RFAint (Mj m⁻²)	987,11	1030,74	1067,97	1099,44	1169,00
BIOMASA (g m⁻²)	872,714	942,91	1011,63	965,21	1009,66
EUR (g MJ⁻¹)	0,88	0,91	0,95	0,88	0,86

Cuadro 3. Eficiencia del uso de la radiación según la condición hídrica para las distintas densidades de siembra.

Al comparar las distintas densidades de siembra, bajo una misma condición hídrica, se evidencia que aquellas con más cantidad de individuos m⁻² lograron captar más radiación fotosintéticamente activa incidente debido a que el cierre del surco ocurrió previamente, la TCC será mayor a mayor radiación interceptada aunque las diferencias en la biomasa producida no son muy significativas.

Rendimiento

A partir de los resultados obtenidos y del análisis de los mismos, al no encontrarse interacción entre los factores estudiados para las variables rendimiento en caja ($p = 0,9125$) y grano ($p = 0,7930$) estas variables se presentan por separado.

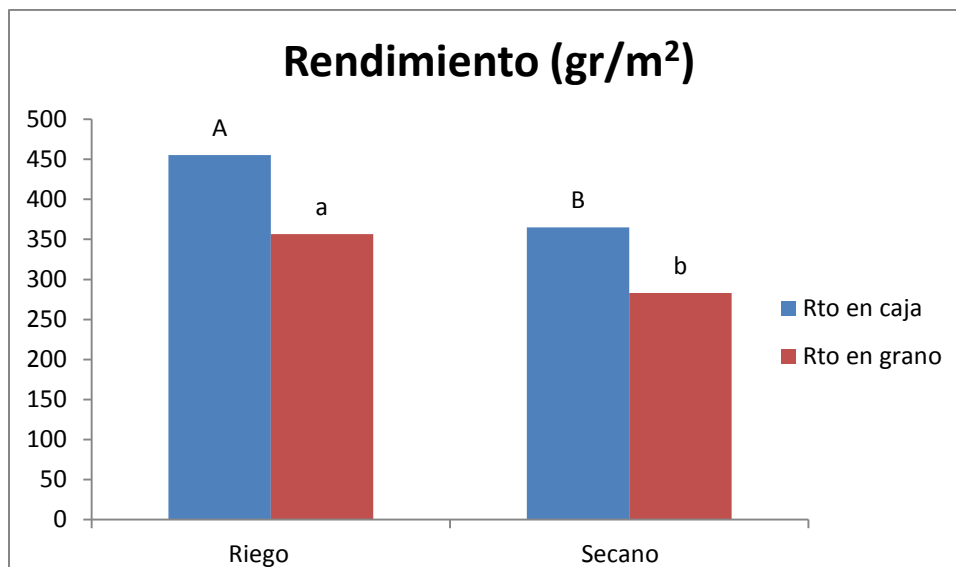


Figura 8. Rendimiento en caja y grano para el tratamiento con riego y secano. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para rendimiento de cajas y granos, respectivamente.

Se observó que para el factor condición hídrica existieron diferencias estadísticamente significativas para el rendimiento en caja y en grano (Figura 8), siendo en ambos casos mayor para el tratamiento bajo riego (4554 kg ha^{-1} en caja y 3564 kg ha^{-1} en grano) en comparación con el tratamiento en secano (3647 kg ha^{-1} en caja y 2831 kg ha^{-1} en grano) debido a una disminución del crecimiento por la menor provisión hídrica; similares resultados fueron encontrados por Haro *et al.* (2008), en condición de sequía, reportaron disminuciones de hasta un 73% en el rendimiento en grano en comparación con un control sin restricciones hídricas.

En la figura 9 se muestran los resultados de rendimiento en caja y grano por superficie para las distintas densidades de siembra en las cuales existe diferencia estadísticamente significativa.

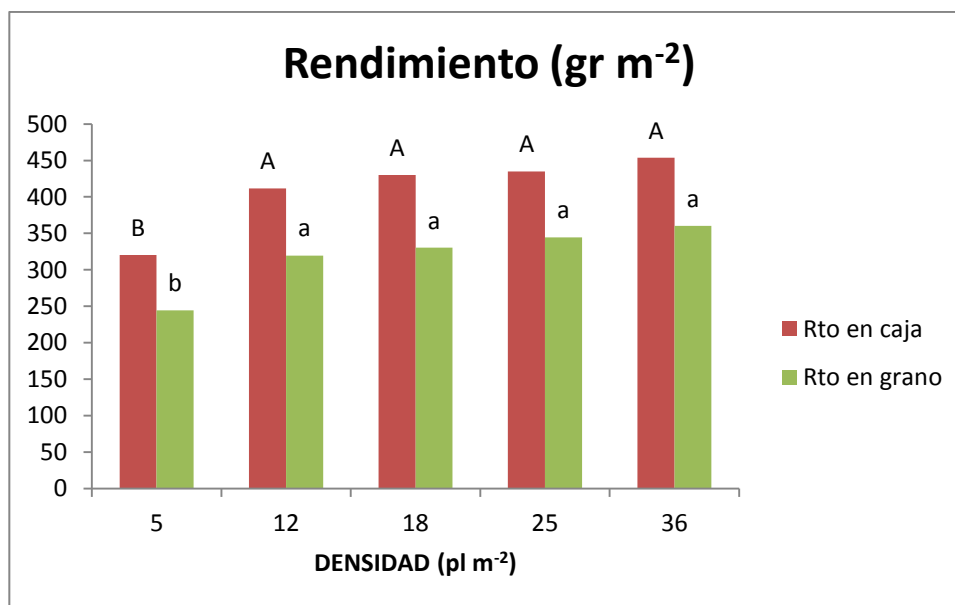


Figura 9. Rendimiento en caja y grano para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) para rendimiento de cajas y granos, respectivamente.

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 m^{-2} aumentó debido a que el aumento en el número de plantas es más importante que la caída de rendimiento por planta. En otras experiencias realizadas se halló 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 (Giri y Saran, 1985; Giayetto *et al.*, 1995, 1998 y 2003).

Solo la menor densidad de plantas, 5 pl m^{-2} , presentó menores rendimientos finales, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. En concordancia a estos resultados, ensayos anteriores realizados con cultivares runner (tipo botánico utilizado en este estudio), indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento a partir de $5,7 \text{ pl m}^{-2}$ (Pedelini *et al.*, 1986); $7,5 \text{ pl m}^{-2}$ (Casini *et al.*, 1999); 9 pl m^{-2} (Casini *et al.*, 2008; Cerioni *et al.*, 2012).

Mientras que los máximos rendimientos se alcanzaron a partir de las 18 pl m^{-2} , en este sentido Morla *et al.* (2014) encontraron valores similares ($23,6 \text{ pl m}^{-2}$) para un amplio rango de condiciones ambientales de la zona manisera de Córdoba.

Por último, en las condiciones en las que se realizó este ensayo, no se detectó interacción significativa entre la condición hídrica y la densidad de plantas. A diferencia de lo expuesto en la bibliografía donde se afirma que las respuestas a la densidad de plantas también pueden variar según las condiciones ambientales a las que se expone al cultivo como por ejemplo la condición hídrica (Pedelini *et al.*, 1986).

Componentes del rendimiento

Para las variables número de frutos m^{-2} y peso individual de un fruto no se halló interacción entre los factores estudiados ($p = 0,4966$ y $0,2093$ respectivamente) por lo que, al igual que la variable rendimiento, se exhiben por separado.

Para el factor condición hídrica, hubo diferencia estadísticamente significativa para el número de frutos ($p < 0,0001$) llegando en la condición bajo riego a 404 frutos maduros m^{-2} ; mientras que en seco dicho valor fue de 317 frutos maduros m^{-2} , o sea una disminución del 21,5% (Figura 10).

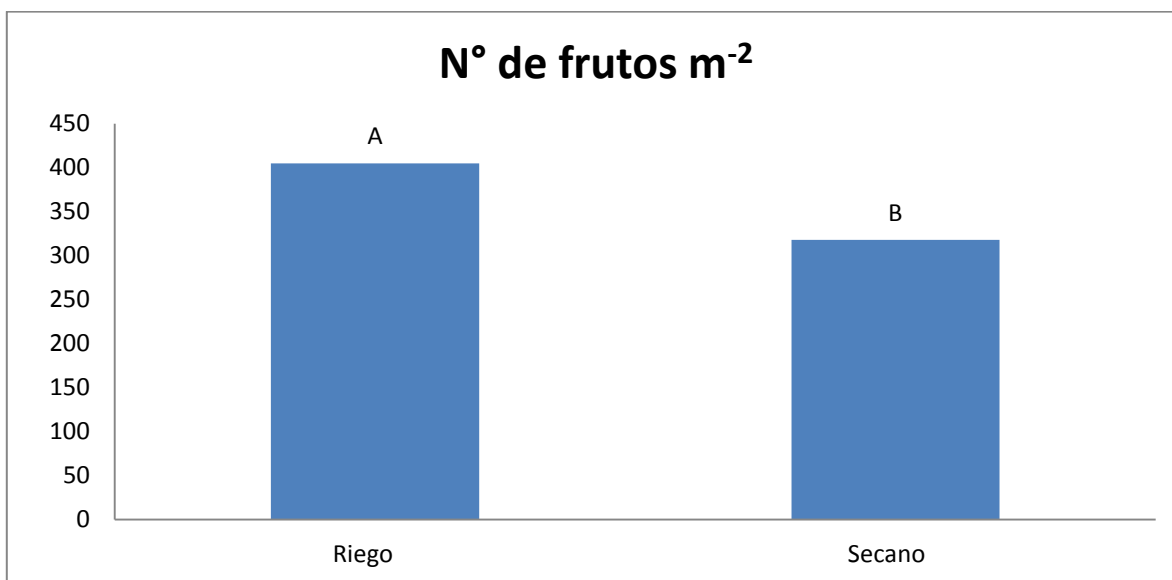


Figura 10. Número de frutos maduros m^{-2} para el tratamiento con riego y en seco. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

En estudios conducidos en condiciones de campo, en los cuales se modificó el contenido hídrico del suelo durante el periodo en que se define el número de granos, se observó que una reducción en la disponibilidad de recursos provocaba caídas en el número de granos por

disminución en el crecimiento del cultivo (Cerioni, 2003). En condición de sequía, Haro *et al.* (2008) reportaron disminuciones de un 73% en el rendimiento en grano en comparación con un control sin restricciones hídricas. Esta disminución fue explicada principalmente por la merma de similar magnitud registrada en el número de granos (-66%). En ese mismo trabajo se determinó que la TCC durante el periodo crítico (TCC R3-R6,5) explicaba las variaciones observadas en el número de granos, y que a su vez estas últimas explicaban la correspondientes a la tasa de crecimiento de vainas (TCV) durante la misma etapa.

Respecto a la variable peso de un fruto no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos bajo riego y seco (Cuadro 3).

Condición	Peso individual (gr fruto ⁻¹)
SECANO	1,15 A
RIEGO	1,13 A

Cuadro 3. Peso de un fruto (g fruto⁻¹) según la condición hídrica.

Éstos resultados difieren del efecto hallado por Severina (2004), quien indicó que el régimen hídrico redujo el peso individual del fruto en un 20%, al pasar de 70 a 30% el contenido de agua disponible para el cultivo; siendo de menor magnitud que la observada para el número de granos m⁻². Probablemente se llegó a este resultado debido a que las condiciones hídricas no fueron tan deficientes durante el llenado de frutos en el tratamiento de seco.

La mayor respuesta al estrés hídrico en el número respecto al peso de los frutos, puede deberse a que en la etapa de crecimiento de los ginóforos y formación de los frutos, el déficit hídrico afecta más el rendimiento por reducción del número de frutos formados que por la disminución del peso de las semillas. No obstante, el déficit hídrico durante el llenado de los frutos generalmente reduce su peso y el de las semillas, y la magnitud relativa de esos cambios depende del momento en que se produzca tal estrés (Boote y Ketring, 1990; Cerioni, 2003).

En tanto que, para el factor densidad de siembra, los resultados fueron estadísticamente iguales a los encontrados para el factor condición hídrica; es decir que para la variable número de granos m⁻² hubo diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0004$), pero no la hubo para peso de un fruto ($p = 0,8915$) para las distintas densidades de siembra.

Se observó que a medida que aumenta el número de plantas m⁻² (desde 5 a 36 plantas), aumenta el número de frutos maduros m⁻² de 279 a 401 frutos m⁻² (Figura 11). Similares respuestas

obtuvieron Giayetto *et al.*, (1995), 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, porque la tasa de incremento por superficie fue superior a la tasa de disminución por planta.

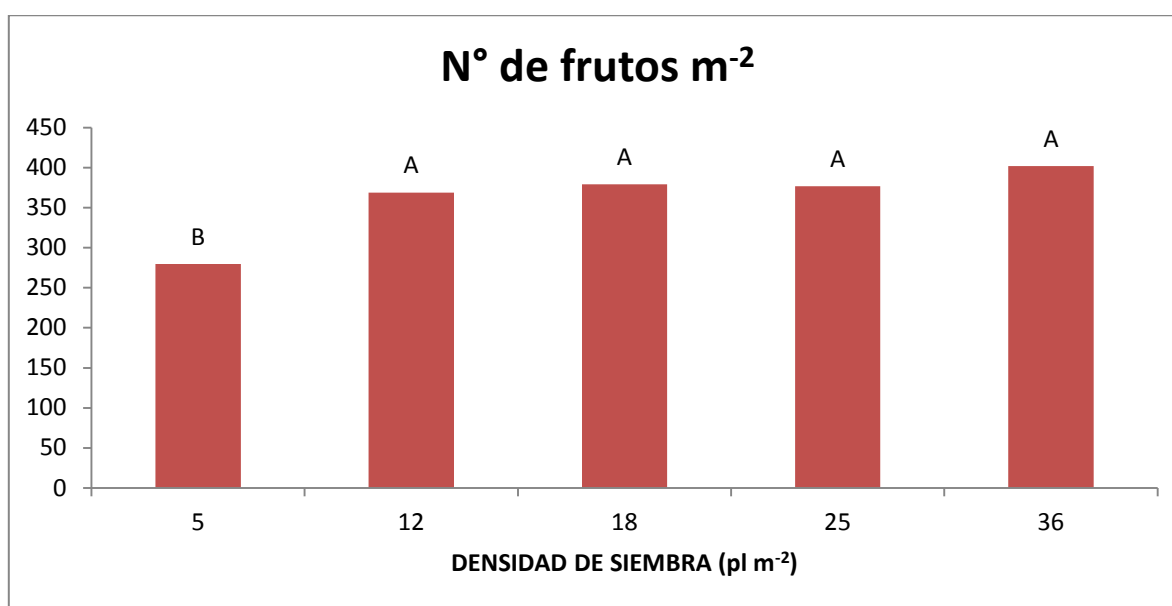


Figura 11. Número de frutos maduros m⁻² para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0,05).

Por su parte Cerioni *et al.*, (2012) encontraron un aumento marcado del número de frutos maduros m⁻² a partir de 6 pl m⁻¹, que es la densidad en donde el cultivo comienza a mostrar los efectos de la competencia intraespecífica, a dicho aumento le corresponde la disminución del número de frutos inmaduros m⁻². A partir de las 9 pl m⁻¹, el aumento en el número de frutos maduros m⁻² y la disminución de inmaduros m⁻² se hace menos marcado.

En relación al peso de frutos maduros, las distintas densidades de siembra no se diferenciaron, como se observa en el cuadro 4; por lo que el mayor rendimiento es explicado por el incremento del número de frutos m⁻² a mayores densidades.

DENSIDAD (pl m ⁻²)	MEDIA (g fruto ⁻¹)
5	1,14 A
12	1,12 A
18	1,14 A
25	1,15 A
36	1,14 A

Cuadro 4. Peso de un fruto (g fruto⁻¹) según la densidad de siembra.

Cerioni *et al.* (2012), sin embargo, halló que un incremento de la población puede causar aumento del peso de 100 semillas debido a una disminución de la longitud de las ramificaciones por efecto de la mayor densidad de plantas y menor número de frutos procedentes de las primeras flores; logrando el mayor peso de 100 semillas en las mayores densidades.

El análisis del porcentaje de frutos inmaduros de los tratamientos realizados arrojó que no hubo interacción entre los factores estudiados ($p = 0,1869$), por lo tanto los mismos se consideran por separado.

Los tratamientos bajo riego poseen menor porcentaje de inmadurez (0,10 %) que aquellos en secano (0,15 %), siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0001$) (Figura 12).

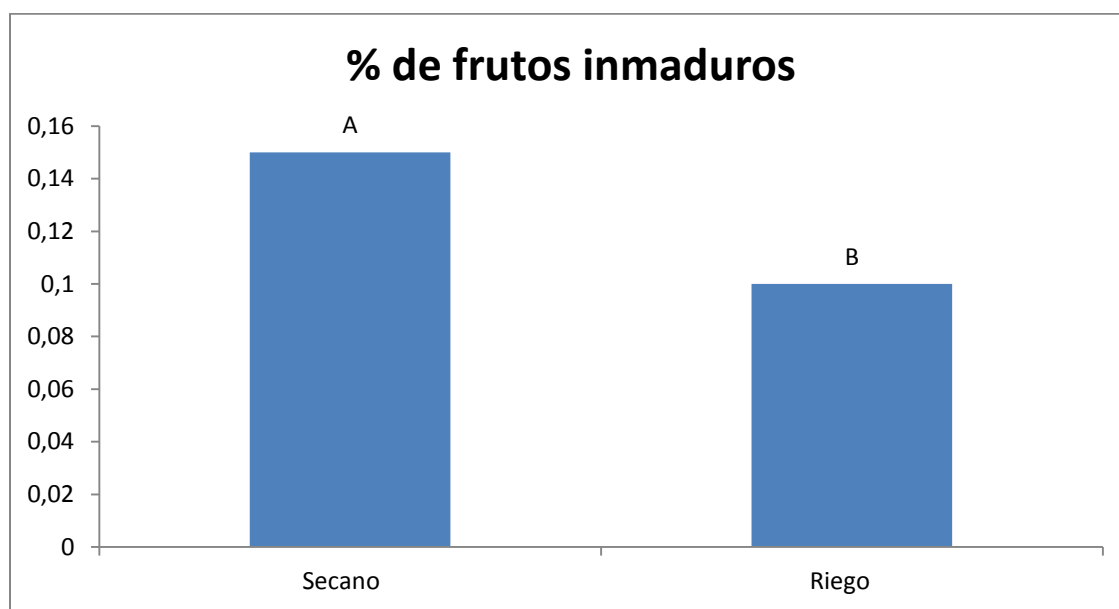


Figura 12. Porcentaje de frutos inmaduros para los tratamiento bajo siego y en secano. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

El déficit hídrico durante la etapa reproductiva altera el desarrollo y posterga la ocurrencia de formación de frutos y llenado de semillas, trasladando dichas etapas hacia condiciones ambientales menos favorables de baja temperatura y radiación, por lo que muchos de los frutos formados no alcanzaran la madurez al finalizar el ciclo del cultivo (Cerioni, 2003).

Sin embargo existen otros trabajos en los que no encontró diferencias en el número de frutos inmaduros m^{-2} entre los tratamientos, posiblemente debido al alto grado de indeterminación que presenta el cultivo de maní (Severina, 2004).

En referencia a las distintas densidades de siembra ensayadas, en la figura 13 se observa que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p = 0,0027$).

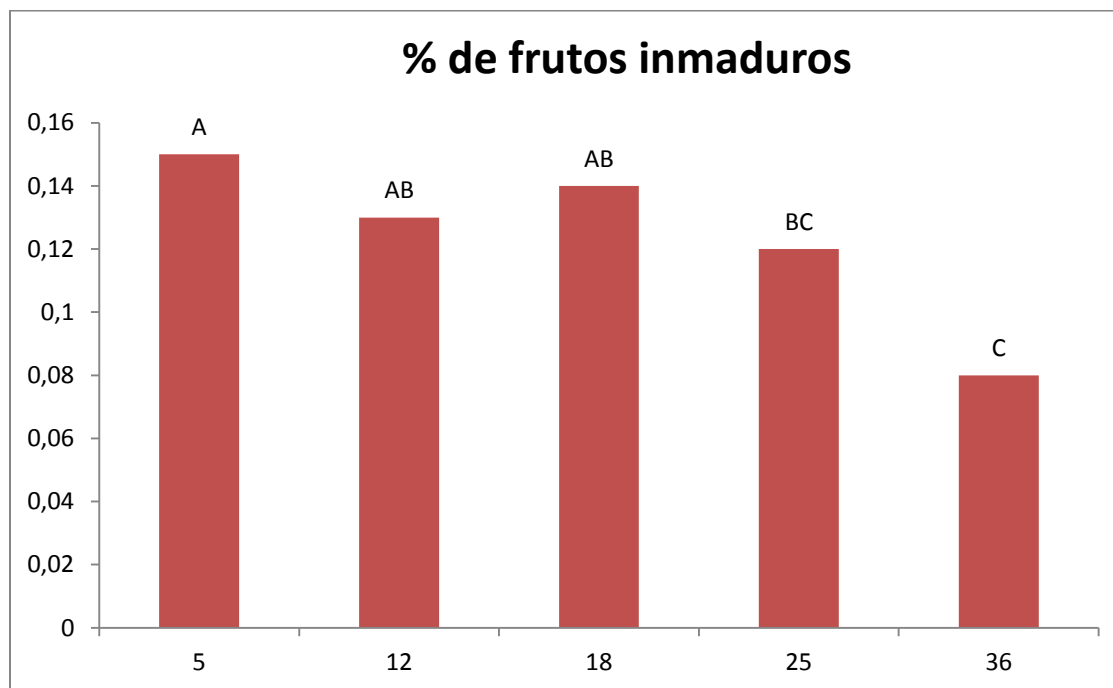


Figura 13. Porcentaje de granos inmaduros para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

La tendencia es una disminución del porcentaje de inmadurez a medida que aumenta el número de individuos m^{-2} (0,15 % para 5 plantas m^{-2} y 0,08 % para 36 plantas m^{-2}), inversamente a lo que sucede con el número de frutos maduros; siendo que el incremento de individuos en el m^{-2} genera una disminución de la producción de biomasa a nivel individual, la longitud de las ramificaciones disminuye y la floración y fructificación se concentra en la base de la planta logrando una maduración más uniforme (Cerioni *et al.*, 2012).

Por otro lado, el índice de cosecha, no tuvo interacción con los factores estudiados ($p = 0,7956$), por lo tanto también se analizan por separado.

Como se puede apreciar en la figura 14, IC mostró diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,0459$) a favor del tratamiento con riego donde se obtuvo el mayor valor (0,54), mientras que en el tratamiento sin riego tan solo llegó a un valor de 0,50. Al igual que lo reportado por Rao *et al.* (1988), el índice de cosecha (IC) disminuyó por efecto de la menor disponibilidad hídrica en este estudio.

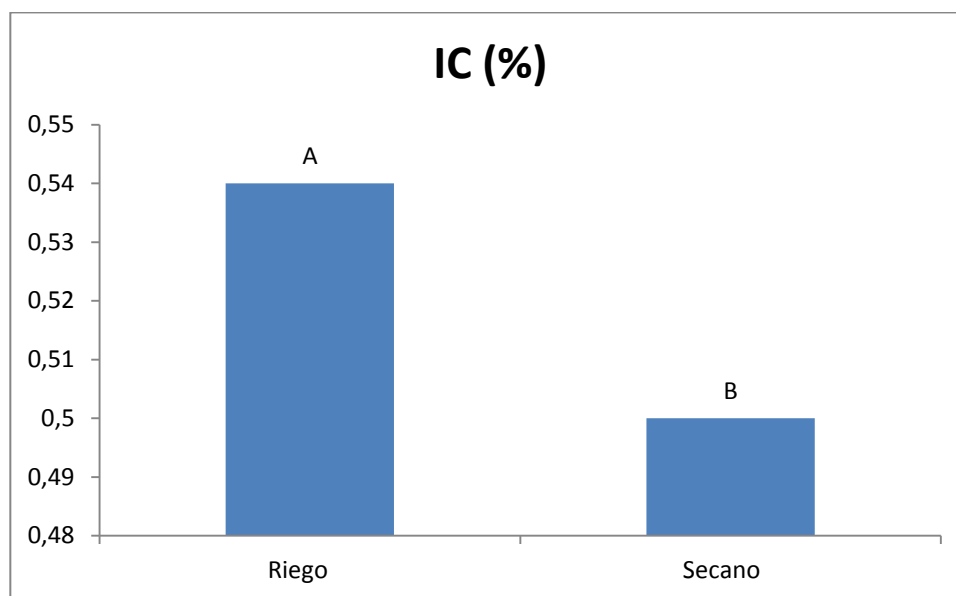


Figura 14. Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en secano. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p=0,01$).

Numerosos autores describen que el IC disminuye a medida que aumenta la duración del período de estrés y cuando el estrés hídrico es más tardío en el ciclo de maní. En el estudio de Rao *et al.* (1988), el IC fue de 0,50 para el control con riego; 0,57 cuando se aplicó estrés hídrico desde la siembra hasta los 51 DDS y disminuyó a 0,24 cuando la sequía fue prolongada y durante la etapa de llenado de semillas.

Estas diferencias en el IC se explican principalmente por la variación en la producción de frutos entre tratamientos, ya que en la biomasa vegetativa los valores fueron proporcionalmente menos variables. Así, en secano produjo sólo un 6.46 % menos de biomasa vegetativa (3585 kg ha^{-1} contra 3832 kg ha^{-1} observado en el tratamiento con riego), mientras que el rendimiento en caja se vio disminuido en un 20,5 % respecto al tratamiento bajo riego (figura 8).

Giambastiani (1998), describe que la materia seca total del tratamiento con sequía fue menor durante todo el ciclo, aunque la diferencia sólo fue significativamente desigual del control a partir de los 125 DDS, y registró que a cosecha, la biomasa experimentó una disminución del 58%. Al respecto Cerioni (2003) encontró una disminución del 1 al 15% de biomasa total a cosecha respecto a la condición no limitante, produciendo estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas del cultivo.

En la figura 15 se observa que la densidad de siembra de 5 plantas m^{-2} arrojó el menor índice de cosecha de todas las densidades ensayadas, con diferencia estadísticamente significativa respecto de las demás; al igual que lo mencionado para el factor condición hídrica, la variación del índice de cosecha es debida a la variación en el rendimiento en granos de las distintas densidades de siembra, ya que ningún tratamiento arrojó diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la producción de materia seca total.

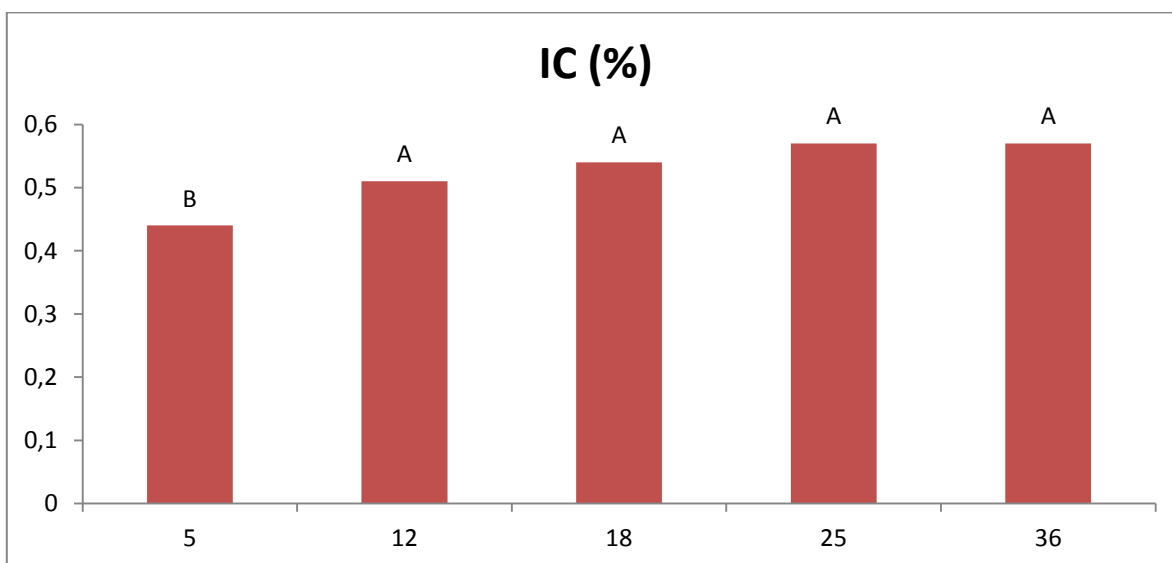


Figura 15. Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en seco. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ($p=0,01$).

Este cambio en el IC puede deberse a un cambio en la partición de la biomasa producida por el cultivo. Así las plantas que crecen en menores densidades tienen mayor competencia por fotoasimilados entre la biomasa vegetativa que sigue creciendo al tener espacio y disponibilidad de recursos y los órganos reproductivos en activo crecimiento, dado por el alto grado de indeterminación del cultivo de maní (Morla *et al.*, 2014).

Calidad comercial

Además del rendimiento, en la comercialización del maní se deben considerar aquellos aspectos que definen la calidad comercial del mismo, entre ellos relación grano/caja y porcentaje de maní confitería; es decir la fracción de maní que queda retenido en una zaranda de tajo de 7,5 mm (SENASA, 2006). En algunas experiencias el incremento de la población causó un aumento del número de granos de tamaños grandes (Kvien y Bergmark, 1987) o el peso de 100 granos (Nakagawa *et al.*, 2000). Dicho incremento en el tamaño se atribuyen a la disminución de la longitud de las ramificaciones, por efecto de la mayor densidad de plantas, y el consecuente menor número de frutos procedentes de las primeras flores (Kvien y Bergmark, 1987).

Para los parámetros relación grano/caja y % confitería no hubo interacción entre los factores en estudio ($p = 0,8076$ y $0,4511$ respectivamente). En los cuadros 5 y 6 se observa que analizando los factores por separado.

En ambos tratamientos del factor condición hídrica se obtuvieron valores similares de rendimiento confitería (81,34 bajo riego y 79,34 % en seco) y relación grano/caja (78 % en ambos tratamientos); estos resultados difieren de los obtenidos por Cerioni (2003), quien estableció que la calidad comercial del maní disminuye debido a los cambios en el peso de frutos y semillas frente a un estrés hídrico. La relación grano/caja y la proporción de semillas sanas y maduras (retenidas en zaranda de 6,35 x 19,05 mm) disminuyen al igual que las semillas de mayor tamaño (extra grandes), y se incrementa el porcentaje de semillas más pequeñas cuando se produce un estrés hídrico durante el llenado de semillas.

CONDICION	RELACION G/C (%)	% CONFITERIA
RIEGO	78 A	81,34 A
SECANO	78 A	79,34 A

Cuadro 5. Calidad comercial del maní según la condición hídrica.

Cerioni (2003) argumentó que cuando el estrés hídrico se presenta al final del ciclo del cultivo, las plantas producen un mayor rendimiento confitería debido a un aumento en la partición de asimilados a los frutos ya desarrollados al momento del estrés, respecto de aquellos menos desarrollados provenientes de cohortes más tardías. Ante la condición restrictiva que impone la escasez de agua, las plantas "priorizan" la continuidad del crecimiento de los frutos formados respecto de aquellos aún en formación. Este mecanismo de respuesta produce semillas más pesadas (peso individual), mayor relación grano/caja y un mayor rendimiento confitería que la condición sin sequía.

Para el factor densidad, los resultados coinciden con los obtenidos por Giayetto et al., (2005), ya que no encontraron efectos de los modelos de siembra sobre la relación grano/caja; aunque los resultados de Della Mea (2010) muestran un leve aumento en la relación grano/caja desde las densidades bajas (D3 y D6) a las más altas (D9, D12 y D17) con diferencias estadísticamente significativas debido a la menor inmadurez de los frutos de las mayores densidades.

DENSIDAD (pl m ⁻²)	RELACION G/C (%)	% CONFITERIA
5	76 A	78,99 A
12	77 A	79,44 A
18	77 A	80,39 A
25	79 A	82,33 A
36	79 A	80,55 A

Cuadro 6. Calidad comercial del maní según la densidad de siembra.

Por otro lado, si bien en esta experiencia no se halló diferencias entre las distintas densidades, Della Mea (2010) y Coolber (1994) muestran que el incremento en la cantidad de plantas por metro de surco causó un aumento en el porcentaje de granos de tamaño grande (confitería) o el peso de 100 granos debido a un menor nivel de inmadurez de los frutos; obteniendo para los tratamientos D12 y D17 los mayores porcentajes de confitería (79,8 y 74,9 % respectivamente). Della Mea (2010) encontró que la variación es significativa hasta las 12 plantas por metro de surco donde el rendimiento confitería tiende a estabilizarse, no aumentando el porcentaje de confitería al incrementar la densidad, lo cual no justificaría un aumento en la densidad de plantas para lograr un mayor porcentaje de rendimiento confitería.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, realizado bajo las condiciones edáficas y climáticas de la región de Río Cuarto, permiten concluir que los factores estudiados, condición hídrica y densidad de siembra, no presentaron interacción estadísticamente significativa en cuanto a su efecto sobre el rendimiento del cultivo de maní ya sea en caja o grano, y sobre su calidad comercial.

El riego suplementario es una de las prácticas de gran impacto sobre el rendimiento y calidad del cultivo de maní. En este estudio la contrastación entre los tratamientos bajo riego y en seco no fue demasiado significativa debido a que el cultivo en seco tuvo relativamente, buena provisión hídrica y a la alta tolerancia a la sequía que caracteriza al maní; aunque en algunas variables hubo diferencias estadísticamente significativas, a pesar de esto.

A nivel de planta, a igual densidad de siembra, la producción vegetativa fue mayor en el tratamiento bajo riego debido a la mayor tasa de crecimiento del cultivo; a nivel de superficie no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas condiciones hídricas; aun así la mayor provisión hídrica permitió que el cultivo alcance cronológicamente antes el porcentaje de cobertura necesario para captar el 95 % de la RFA incidente, por lo tanto la RFA interceptada fue mayor en el tratamiento bajo riego. La EUR fue mayor en los tratamientos bajo riego, obteniéndose una mayor producción total de biomasa, tanto vegetativa como reproductiva.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento en caja y en grano, a favor del tratamiento bajo riego; en cuanto a los componentes del rendimiento solo se halló diferencias estadísticamente significativas en el número de frutos m^{-2} . Además el porcentaje de inmadurez de los frutos fue menor también en este tratamiento.

El IC fue mayor en el tratamiento bajo riego. La diferencia se debió principalmente a la producción de frutos maduros y no a la producción de biomasa vegetativa dado el alto grado de indeterminación del cultivo. Para los parámetros de calidad, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de maní confitería, ni en la relación grano/caja.

La determinación de la densidad de siembra adecuada del maní es otras de las prácticas de gran impacto en el crecimiento y rendimiento del cultivo.

A igual condición hídrica, el incremento de la densidad de plantas produjo una disminución de materia seca planta⁻¹; debido a la capacidad de compensación que caracteriza al cultivo aumento la producción de materia seca por superficie, aunque sin diferencias estadísticamente significativas.

La evolución de la cobertura del suelo tampoco se diferenció entre las distintas densidades, sin embargo se obtuvo una mayor interceptación de la RFA por parte de las densidades más altas.

El rendimiento, tanto en caja como en grano, disminuyó a nivel individual con el incremento de la densidad, pero el aumento de plantas por superficie condujo a un mayor rendimiento por superficie, con diferencias estadísticamente significativas, disminuyendo significativamente sólo a la densidad más baja (5 pl m⁻²) para los ambientes evaluados en este trabajo. En cuanto a los componentes del rendimiento, a mayor densidad hubo mayor número de frutos maduros por superficie, menor porcentaje de inmadurez y no se halló diferencias estadísticamente significativas en el peso de los granos.

El IC incrementó a mayor densidad diferenciándose estadísticamente de las demás el tratamiento de 5 plantas m⁻²; al igual que lo mencionado para el factor condición hídrica, esto fue debido a la variación en el rendimiento y no en la biomasa vegetativa.

Finalmente, en cuanto a la calidad comercial del maní, no hubo diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los parámetros analizados, relación grano/caja y porcentaje de maní confitería.

BIBLIOGRAFÍA

- BONGIOVANNI, R. 2012. Buenas Prácticas agrícolas para la producción de maní. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Manfredi, Argentina. 1^{ra} Edición. p: 73.
- BOOTE, K. J. y D. L. KETRING. 1990. Peanut. En: Stewart B. A. y O. R. Nielsen. Irrigation of Agricultural Crops. Agron. Monograph. 30. p: 675-717.
- CASINI C., R. ROLANDO Y R. HARO. 1999. Efecto de la densidad de siembra sobre la calidad y el rendimiento del maní: Tres años de experiencia. XIV Jornada Nacional del Maní. 35-36.
- CASINI C., R. O. ROLANDO, R. HARO y M. R. YACCI. 2008. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y la calidad del maní (*Arachis hypogaea*) apto para alimento humano. IDIA XXI 10: 95-98.
- CERIONI, G. A. 2003. Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní (*Arachis hypogaea* L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis de Maestría. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 95 p.
- CERIONI, G.; F. D. MORLA; M. I. KEARNEY; D. DELLA MEA; E. FERNANDEZ; O. GIAYETTO; M. B. ROSSO; Y E. M. FERNANDEZ. 2012. Disminución de la densidad de plantas en el cultivo de maní ¿cuál es el límite?. En: Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales, Año 1 N° 3. p: 211-216.
- COOLBER P. 1994. Reproductive biology and development. En: The Groundnut Crop A scientific basis for improvement (J. Smartt, ed). Departament of Biology, Southampton University. UK. pp. 157-158.
- DELLA MEA, D. O. 2010. Densidad de plantas establecidas en maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre la biomasa y la calidad comercial. Tesis de Grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 29 p.
- DI RIENZO, J. A.; F. CASANOVES; L. A. GONZALEZ; E. M. TABLADA; M. DÍAZ; C. W. ROBLEDO y M. G. BALZARINI. 2006. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Edición Electrónica. 347p.
- GARDNER, F. P. y E. O. AUMA. 1989. Canopy structure, light interception, and yield and market quality of peanut genotypes as influenced by planting pattern and planting date. *Field Crops Res.* 20: 13-29.
- GIAMBASTIANI, G. 1998. Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre. Tesis M. Sc. Facultad de Ciencias Agropecuarias- Universidad Nacional de Córdoba

- GIAYETTO, O. 2006. Origen, historia y clasificación. En: Fernández, E. M. y O. Giayetto. (Comp.). El Cultivo de maní en Córdoba. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto. Argentina. 1^{ra} Edición. Cap I. p: 25-35.
- GIAYETTO O., ASNAL W. E. y CERIONI G. A. 1995. Respuesta del Maní (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes modelos de siembra en Córdoba, Argentina. En: Compendio de trabajos presentados, Tomo II: 46-531 Congreso Nacional de Soja y II Reunión Nacional de Oleaginosas. Pergamino (Buenos Aires), octubre de 1995.
- GIAYETTO, O.; G. A. CERIONI y S. A. AMIN. 2003. Use of asymptotic model to obtain optimum plant density in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Peanut Sci.* (China). 32 (1): 1-6.
- GIAYETTO O., CERIONI G. A. y AMIN M. S. 2005. Water use, growth and pod yield of two peanut cultivars under different interrow spacings. *J. of Peanut Science* 34 (2):5-13.
- GIAYETTO, O.; G. A. CERIONI y W. E. ASNAL. 1998. Effect of sowing spacing on vegetative growth, dry matter production, and peanut pod yield. En: *Peanut Science* (1998) 25: 86-92.
- 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.
- HARO, R., J. DARDANELLI, M. OTEGUI y D. COLLINO. 2008. Seed yield determination of peanut crops under water deficit: Soil strength effects on pod set, the source-sink ratio and radiation use efficiency. *Field Crop Research*. 109, 24-33.
- JAAFFAR, Z. y F. P. GARDNER. 1988. Canopy development, yield and market quality in peanut as affected by genotypes and planting pattern. *Crop Sci.* 28 (2): 299-305.
- KVIEN, C. S. y C. L. BERGMARK. 1987. Growth and development of the Florunner peanut cultivar as influenced by population, planting date and water availability. *Peanut Sci.* 14 (1): 11-16.
- MORLA, F. D.; O. GIAYETTO; E. M. FERNANDEZ; G. A. CERIONI; M. B. ROSSO; M. I. T. KEARNEY; M. G. VIOLANTE; J. P. CALICCIO y W. G. BARRA. 2012. Condiciones de la sequía regional del ciclo 2011/12 y su influencia en el cultivo de maní. XXVII Jornada Nacional del Maní. General Cabrera – Córdoba, Argentina. p: 22-24.
- MORLA, F. D.; O. GIAYETTO, E. M. FERNANDEZ, G. A. CERIONI, M. I. KEARNEY y C. CERLIANI. 2014. Respuesta del rendimiento de maní a la densidad de plantas en la zona manisera de Córdoba. XXIX Jornada Nacional del Maní. General Cabrera – Córdoba, Argentina.

- NAKAGAWA, J.; DE CAMPOS LASCA D.; DE SOUZA NEVES G.; DE SOUSA NEVES J. P.; NUNES DA SILVA M.; VERAGUAS SANCHEZ S.; BARBOSA V. y C. A. V. ROSSETO 2000. Densidades de plantas e produção de amendoim. *Sci. agric.* 57(1): 67-73.
- PEDELINI R. R., R. C. DÍAZ Y J. VIALE. 1986. Efecto de la densidad de plantas sobre el rendimiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) cv. "Flornunner" en la provincia de Córdoba. *Revista Agronómica de Manfredi (Argentina)*. II(1): 51-54.
- RAO, R. E. N.; J. H. WILLIAMS; M. V. K. SIVAKUMAR 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.
- SEILER, R. A.; R. A. FABRICIUS; V. H. ROTONDO y M. G. VINOCUR. 1995. *Agroclimatología de Río Cuarto - 1974/1993*. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. p: 60.
- SENASA 2006 Norma de Calidad para la Comercialización de Maní. Resolución SAGPyA N° 12/99. En: www.senasa.gov.ar/marcolegal/Res_RE/re_12_99.htm. Consultado: 09/11/2015.
- SEVERINA, I. 2004. Capacidad de uso del agua del subsuelo y productividad de dos genotipos de maní. Efecto de la disponibilidad hídrica subsuperficial y la oferta fototermal. Tesis Magister FAUBA, 76 p.
- SIIA. 2015. Series históricas. En: http://www.siia.gov.ar/_apps/siia/estimaciones/estima2.php. Consultado: 16-10-2015.
- TARIMO, A. J. P.; BLARNEY, F. P. 1999. Effects of plant population density and cultivar on growth, yield and yield components in groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *South African Journal of Plant and Soil*, 1999, vol. 16, no 2, p. 74-78.
- YAYOK, J. Y. 1979. Effects of varieties and spacing on growth, development and dry matter distribution in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) at two locations in Nigeria. *Expl. Agric.* 15: 339-351.
- YODER, D. C. 2003. Lead management and economic returns in peanut (*Arachis hypogaea* L.) under different row patterns and tillage regimes. Tesis. University of Florida. 73 p.