



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

“Trabajo Final presentado  
para optar al Grado de Ingeniera Agrónoma”

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**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

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

Autor: Pollastrini, Victoria

DNI: 35671265

Director: Giayetto, Oscar

Co-Director: Morla, Federico D.

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión  
Evaluadora:

Plevich, José Omar \_\_\_\_\_

Ganum Gorriz, María José \_\_\_\_\_

Giayetto, Oscar \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

Secretario Académico

*A la estrella que me ilumina desde el cielo, mi ángel  
de la guarda que guía mi camino y me protege.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres Adrián y Nelvi, por darme la posibilidad de formarme profesionalmente y por su apoyo incondicional brindado durante mi carrera.

A mi hermana Adriana por los momentos compartidos y su apoyo constante.

A mi novio Facundo, mi gran pilar, mi compañero de vida, que hizo hasta lo imposible para ayudarme y acompañarme en todo momento.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y a los profesores por los conocimientos brindados; especialmente a los que me ayudaron en la realización de esta tesis por la paciencia que siempre me tuvieron.

A mis amigas, personas increíbles que me llevo en el corazón, por los inolvidables momentos compartidos y por acompañarme a transitar esta etapa de mi vida.

## ÍNDICE DE TEXTO

● RESUMEN.....	VII
● SUMMARY.....	VIII
● INTRODUCCIÓN.....	1
■ ANTECEDENTES.....	1
■ HIPÓTESIS.....	6
■ OBJETIVOS.....	6
● Objetivos generales.....	6
● Objetivos específicos.....	6
● MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
■ UBICACIÓN.....	7
■ DISEÑO EXPERIMENTAL.....	7
■ OBSERVACIONES Y MEDICIONES.....	8
● RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
● CONCLUSIÓN.....	26
● BIBLIOGRAFÍA.....	28

## ÍNDICE DE CUADROS

● CUADRO 1: Biomasa vegetativa aérea total ( $\text{g m}^{-2}$ ) según la condición hídrica.....	14
● CUADRO 2: Biomasa vegetativa aérea total ( $\text{g m}^{-2}$ ) según la densidad de siembra.....	14
● CUADRO 3: Eficiencia de uso de la radiación (EUR) según la condición hídrica y las densidades de siembra evaluadas.....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

● FIGURA 1: Croquis del ensayo realizado. Campaña 2013/14. Universidad Nacional de Río Cuarto.....	7
● FIGURA 2: Precipitaciones decádicas normales y del ciclo 2013/14 durante la estación de crecimiento del maní, en Río Cuarto.....	10
● FIGURA 3: Temperaturas medias decádicas durante la estación de crecimiento del ciclo 2013/14 y normales, en Río Cuarto.....	11
● FIGURA 4: Radiación incidente decádica, normal y correspondiente a la campaña 2013/14, en Río Cuarto.....	11
● FIGURA 5: Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en g planta <sup>-1</sup> para el tratamiento bajo riego y las distintas densidades de siembra en función de la edad del cultivo (DDS).....	12
● FIGURA 6: Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en g planta <sup>-1</sup> para el tratamiento en seco y las distintas densidades de siembra en función de la edad del cultivo (DDS).....	13
● FIGURA 7: Cobertura del suelo (%) en función de los días después de siembra (DDS) para las diferentes densidades de plantas bajo riego.....	15
● FIGURA 8: Cobertura del suelo (%) en función de los días después de siembra (DDS) para las diferentes densidades de plantas en seco.....	15
● FIGURA 9: Rendimiento en caja y grano para la condición hídrica con riego y seco. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ), para rendimiento en caja y grano, respectivamente.....	17
● FIGURA 10: Rendimiento en caja y grano para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ) para rendimiento de cajas y granos, respectivamente.....	18
● FIGURA 11: Número de frutos maduros m <sup>-2</sup> para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).....	20
● FIGURA 12: Porcentaje de frutos inmaduros para los tratamientos bajo riego y en seco. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).....	21
● FIGURA 13: Porcentaje de granos inmaduros para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).....	22
● FIGURA 14: Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en seco. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p=0,01$ ).....	24

## RESUMEN

El crecimiento y la calidad comercial del maní están influenciados por la captura de recursos (agua, luz y nutrientes); prácticas de manejo como riego suplementario y la elección de la densidad de siembra son importantes para hacer un uso eficiente de éstos, procurando alcanzar un equilibrio entre 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), el crecimiento, el rendimiento y sus componentes, y calidad comercial del cultivo de maní. 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 secano; divididas en subparcelas donde se sembraron cinco densidades de plantas: 5, 12, 18, 25 y 36 plantas m<sup>-2</sup>. A igual densidad de siembra, el tratamiento bajo riego produjo más materia seca por planta, sin diferencias 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<sup>-1</sup> en caja y 3564 kg ha<sup>-1</sup> en grano) en comparación con el tratamiento en secano (3647 kg ha<sup>-1</sup> en caja y 2831 kg ha<sup>-1</sup> en grano) con mayor índice de cosecha; se halló diferencia en el número de frutos maduros m<sup>-2</sup>, 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 aumentó a nivel de superficie, sin diferencias significativas. Tampoco hubo diferencias en la evolución de la cobertura del suelo, aunque a mayor densidad hubo mayor captura de RFA incidente, el rendimiento e IC fue mayor; en los componentes del rendimiento sólo se halló diferencias en el número de frutos por superficie. En los parámetros de calidad del maní tampoco se encontraron diferencias. Los factores estudiados 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, 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 market quality.**

### **SUMMARY**

Growth and market quality of peanuts are influenced by the capture of resources (water, sunlight and nutrients); management practices as supplemental irrigation and choice of plant density are important to make an efficient use of them, 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), growth, yield and its components, and market quality of peanut crop. This work was performed during the 2013/14 growth season, in the experimental field of the UNRC Agronomy and Veterinary. 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<sup>-2</sup>. At the same density, low risk treatment produces more dry matter per plant, with no significant differences in surface level; LAI was reached before the yield definition critical period, whereby captured more PAR. Yield was higher (4554 kg ha<sup>-1</sup> in box and 3564 kg ha<sup>-1</sup> in grain) compared with the rainfed treatment (3647 kg ha<sup>-1</sup> in box and 2831 kg ha<sup>-1</sup> in grain) with higher harvest index ; difference was found in the mature fruits number m<sup>-2</sup>, but not in the individual weight and market quality parameters. At the same water condition, with the plant density increase dry matter production per plant decreased but it increased at surface level, without significant differences. There weren't differences in the soil cover evolution, although at higher densities PAR incident capture, yield and HI was higher; in yield components only was found difference in the fruits number per area. In peanut quality parameters there also were no differences. The studied factors did not have statistically significant interaction regarding its effect on peanut crop yield either in box or grain, and its market quality, but both management practices have separately a great influence in these variables.

**Keywords:** *Arachis hypogaea*, Yield, Market 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 rastro, 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<sup>-1</sup> (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. El 80% de la producción de maní a escala mundial, y casi el 100% a nivel nacional, se realiza en condiciones de secano 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 CO<sub>2</sub>, 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 mismos (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 determinará 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 es 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<sup>-2</sup> (16,5 pl m<sup>-1</sup> en siembras de 0,7 m entre surcos). Por otro lado, Cerioni (2012) determinó que 9 pl m<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>, y para los tipos valencia –plantas de menor desarrollo y de porte erecto– entre 16-18 semillas m<sup>-1</sup> para obtener entre 13-15 pl m<sup>-1</sup>.

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 ( $E_c$ ), 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 sí 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 interceptación 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 interceptación 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 interceptación 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 y la calidad comercial del cultivo de maní.

## **Objetivo general**

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

## **Objetivos específicos**

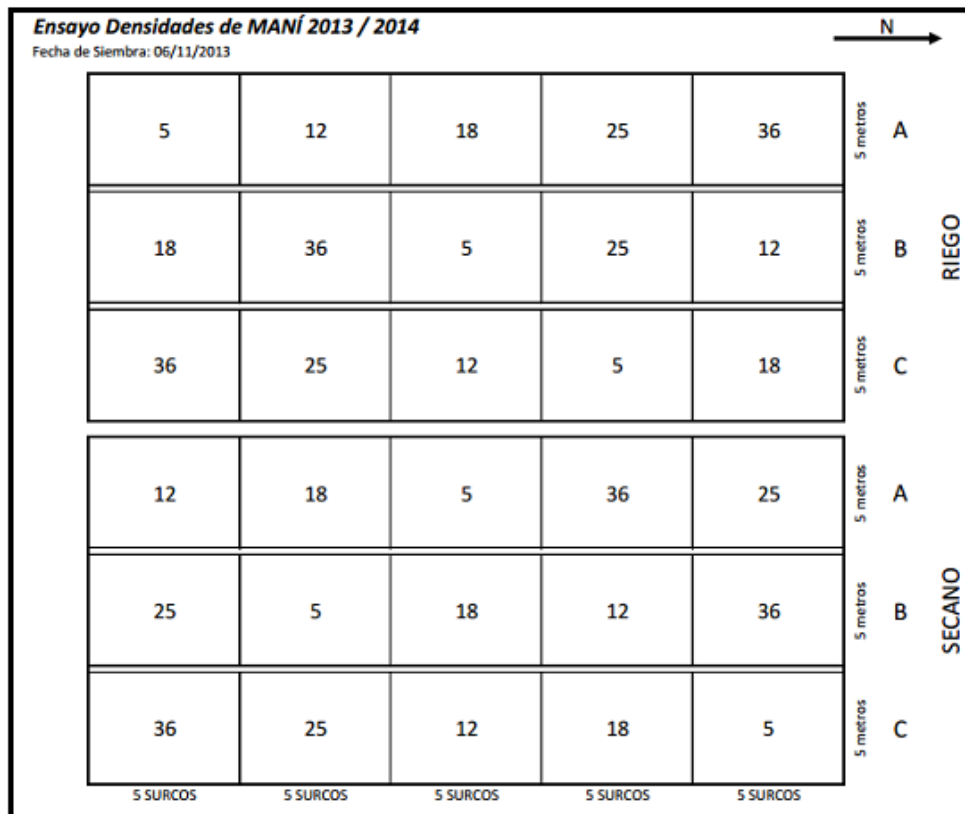
- Identificar interacción entre condición hídrica del suelo y densidad de plantas en maní.
- Evaluar el efecto de la densidad de plantas en seco y bajo riego sobre la interceptación de la radiación, producción de biomasa y eficiencia de uso de la radiación.
- Determinar su efecto sobre el crecimiento, rendimiento, sus componentes y calidad comercial del cultivo de maní.

## 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 Granoléico, 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 fue de parcelas divididas dispuestas en tres bloques (Figura 1). Sobre las parcelas principales se aleatorizaron los niveles del factor condición hídrica: riego y seco. En las subparcelas se aleatorizaron los niveles del factor densidad con: 5, 12, 18, 25 y 36 plantas m<sup>-2</sup> (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 temperatura, radiación y precipitaciones 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 tratamiento y repetición 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 indicado en el punto anterior, se midió el grado de cobertura del suelo entre hileras, mediante muestras fotográficas que fueron analizadas con el software SisCob de Embrapa. Estos valores de cobertura se expresan en porcentaje de suelo cubierto y con ellos se estima la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi). A partir de ella, se calculó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) como la relación entre la biomasa producida y la radiación interceptada, ambas acumuladas.

#### *A cosecha:*

*Componentes del rendimiento:* se realizaron 3 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una (1,42 m lineales) por tratamiento y repetición 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 los laboratorios de las 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 ( $\alpha= 0,05$ ). Se analizaron las interacciones entre las variables de estudio. Las relaciones entre variables del cultivo y factores del suelo y

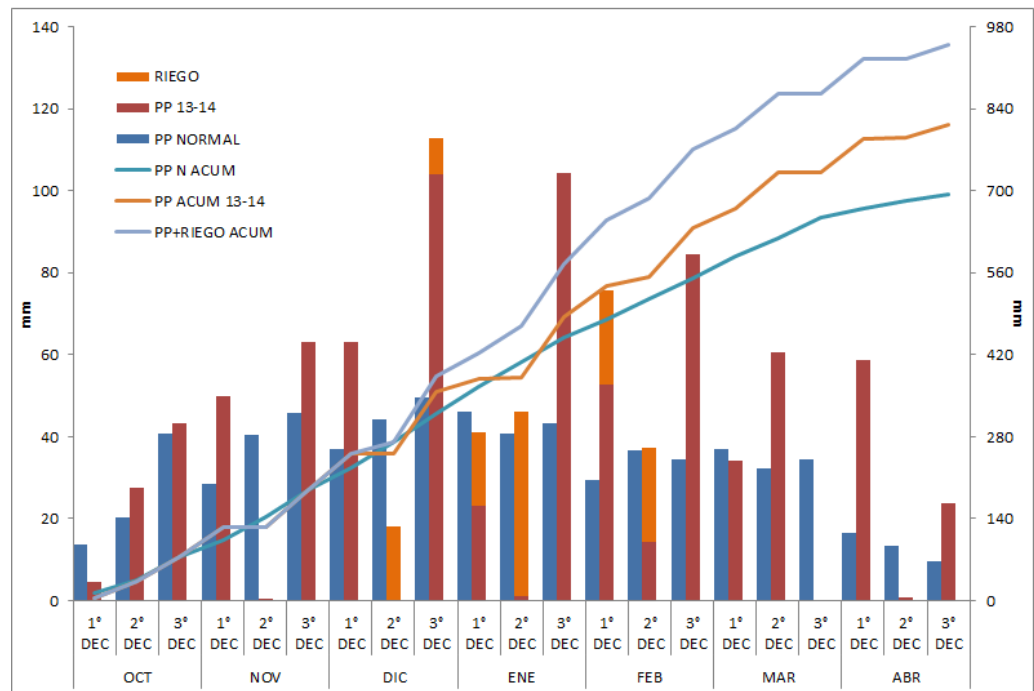
clima se analizaron mediante correlaciones y regresiones. Dichos análisis fueron realizados con el programa Infostat versión 2014.

## 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.

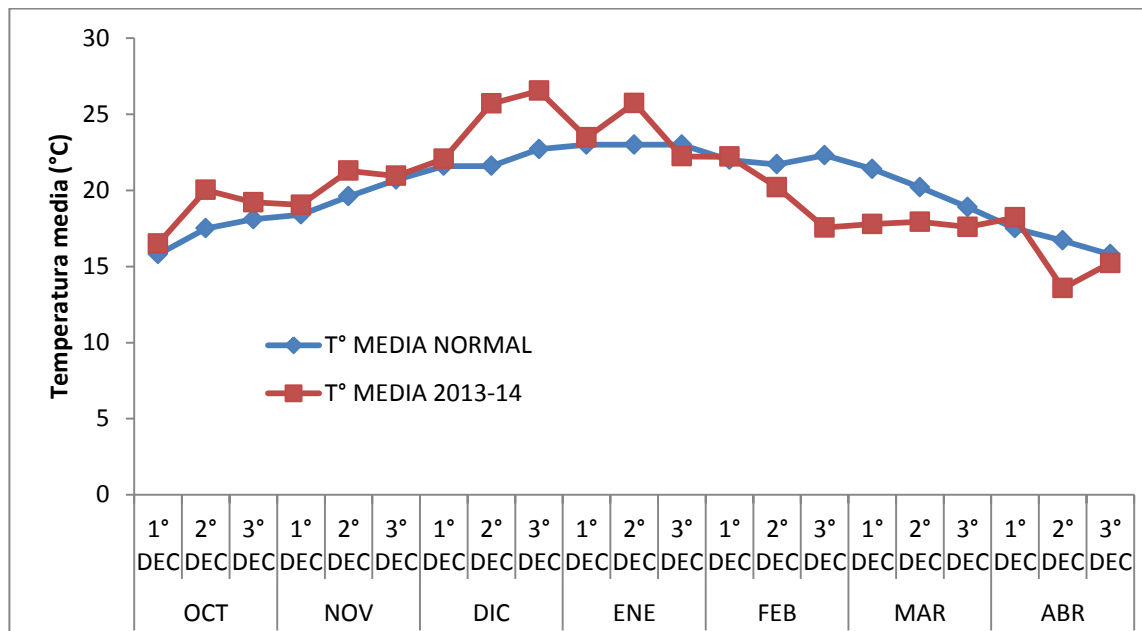


**Figura 2.** Precipitaciones decádicas normales y del ciclo 2013/14 durante la estación de crecimiento del maní, en Río Cuarto.

Siendo la precipitación normal acumulada de dichos meses de 693,4 mm, la del ciclo de crecimiento del cultivo la superó en 120,6 mm ya que se registraron 814 mm en ese mismo período. En el tratamiento bajo riego el total acumulado fue de 949,8 mm. En los meses de octubre, noviembre, enero y marzo las precipitaciones del ciclo 2013/14 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.

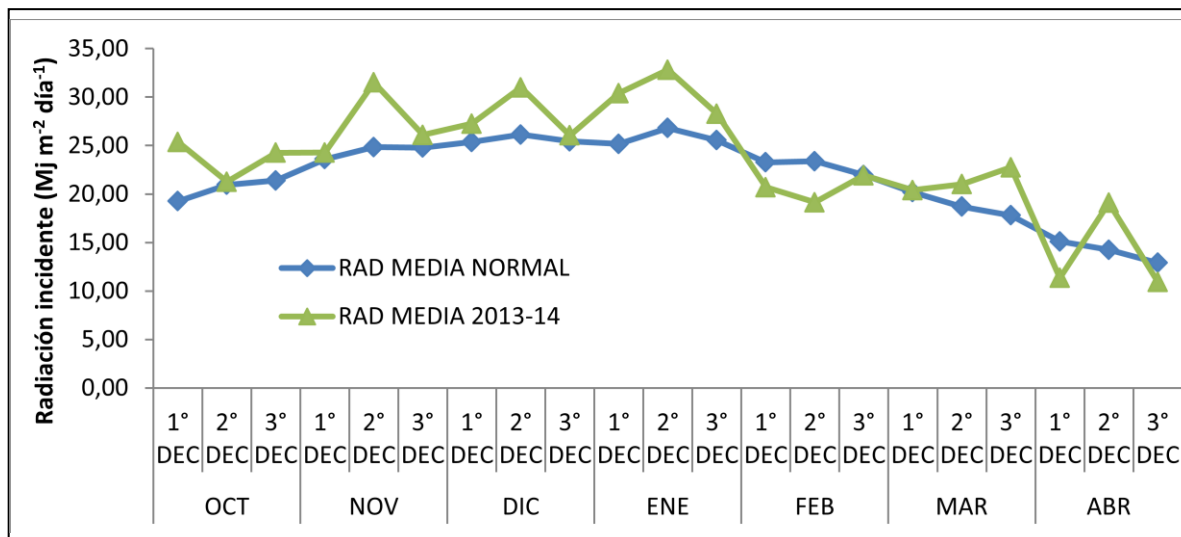
En general, las temperaturas durante la estación de crecimiento del cultivo fueron mayores en comparación con las normales en los meses de octubre a enero (Seiler *et al.*, 1995)

(Figura 3), siendo en 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 decádicas 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 presentó una tendencia similar a la descrita para las temperaturas medias, respecto a los valores normales (Figura 4).



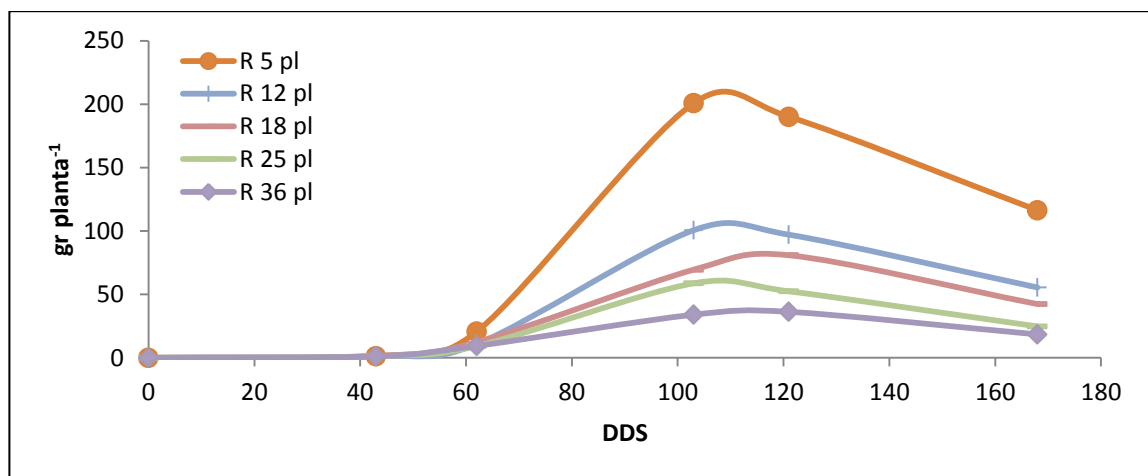
**Figura 4.** Radiación incidente decádica, normal y correspondiente a la campaña 2013/14, en Río Cuarto.

En general, a lo largo de la estación de crecimiento del cultivo, comenzando en 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 décadas 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:

#### Materia seca por planta

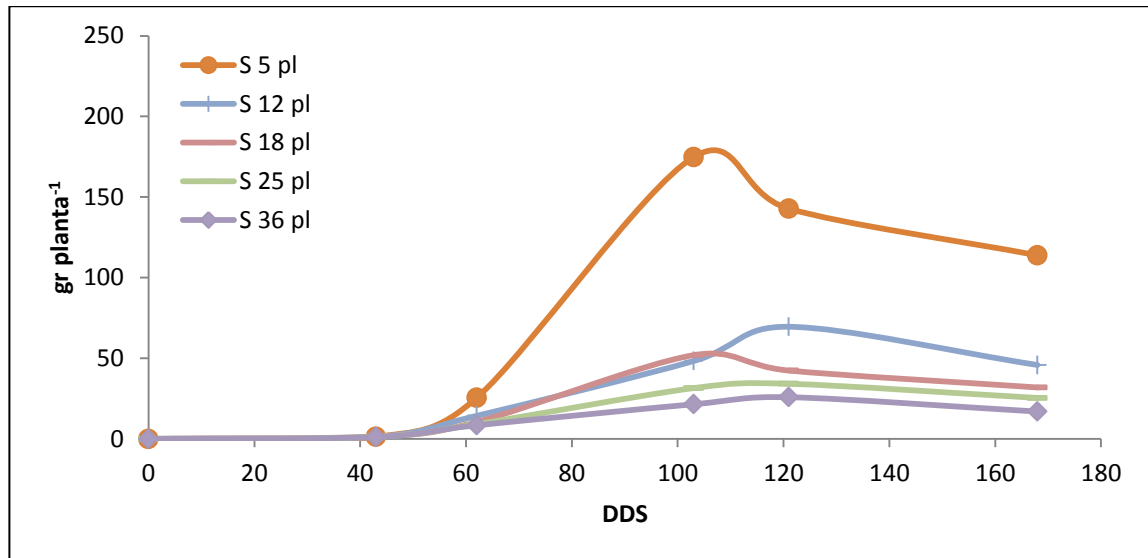
Las figuras 5 y 6 muestran la evolución de biomasa aérea (hojas + tallos) por planta a distintas densidades de siembra y condición hídrica. Las mismas evidencian el efecto significativo que tienen los factores ambientales disponibles por planta sobre la curva de crecimiento aéreo de cada tratamiento.



**Figura 5.** Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en  $\text{g planta}^{-1}$  para el tratamiento bajo riego 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 el número de plantas  $\text{m}^{-2}$ , aumenta la biomasa por planta. Es así, que tanto en secano como bajo riego existe mayor producción individual de biomasa durante todo el ciclo con la densidad de 5 plantas  $\text{m}^{-2}$ , por lo que, tal como reportó Yayock (1979), se puede inferir que a menores densidades hay mayor ramificación primaria y secundaria por planta debido a la menor competencia intraespecífica por recursos provistos en forma insuficiente, y a la gran plasticidad vegetativa de la especie que le otorga elevada capacidad de compensación frente a distintas densidades de plantas.

Estos resultados son similares a los encontrados localmente por Giayetto *et al.*(2003) y Giri y Saran (1985) quienes afirmaron que con aumentos de densidad el crecimiento individual, medido a través de materia seca y el área foliar por planta, fue menor a causa de la mayor competencia entre plantas. Por eso las densidades más altas son las que registran el menor peso de hojas por planta en todos los momentos del ciclo.



**Figura 6.** Biomasa aérea acumulada (hojas + tallos) en g planta<sup>-1</sup> para el tratamiento en secano y las distintas densidades de siembra en función de la edad del cultivo (DDS).

Con respecto a la condición hídrica, para una misma densidad de siembra, la producción de biomasa vegetativa individual fue mayor bajo riego ya que el 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; cuanto más agua capture y pueda transpirar el cultivo, más CO<sub>2</sub> 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 la producción de materia seca por inducción del cierre estomático que afecta la tasa de intercambio de carbono y disminuye la tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

Se puede observar que aproximadamente a los 121 DDS comienza una caída de todas las curvas de crecimiento debido a la partición de asimilados hacia frutos.

### Materia seca por superficie

La interacción entre los factores condición hídrica y densidad de plantas resultó no significativa ( $p = 0,2851$ ), por lo tanto los mismos se analizan por separado. La biomasa vegetativa aérea total acumulada al final del ciclo no tuvo diferencias significativas en respuesta a ninguno de los factores estudiados (Cuadros 1 y 2).

**Cuadro 1.** Biomasa vegetativa aérea total ( $\text{g m}^{-2}$ ) según la condición hídrica.

<b>Condición hídrica</b>	<b>Biomasa Vegetativa</b> ( $\text{g m}^{-2}$ )
Riego	383,3 A
Secano	358,5 A

La falta de significancia de las diferencias en biomasa vegetativa por superficie en respuesta a la condición hídrica, pudo haberse debido a que los escenarios hídricos fueron poco contrastantes a causa de las lluvias abundantes durante el ciclo 2013/14. Estos datos coinciden con los resultados de Cerioni (2003), quien encontró una disminución del 1 al 15% de biomasa total a cosecha entre la condición no limitante y situaciones de estrés hídrico en diferentes etapas fenológicas del cultivo. También concuerdan con los de Giambastiani (1998) para quien la materia seca total del tratamiento con sequía fue menor durante todo el ciclo, aunque la diferencia sólo fue significativa respecto al control a partir de los 125 días después de la siembra (DDS).

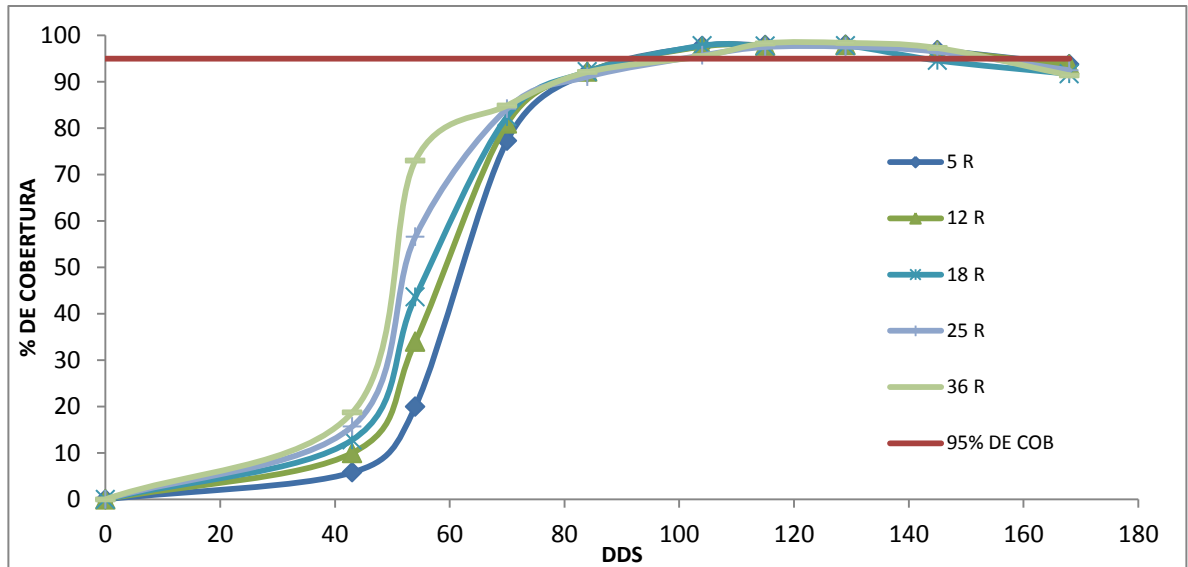
**Cuadro 2.** Biomasa vegetativa aérea total ( $\text{g m}^{-2}$ ) según la densidad de siembra.

<b>Densidad</b> ( $\text{pl m}^{-2}$ )	<b>Biomasa Vegetativa</b> ( $\text{g m}^{-2}$ )
5	403,5 A
12	402,2 A
18	363,0 A
25	330,2 A
36	345,5 A

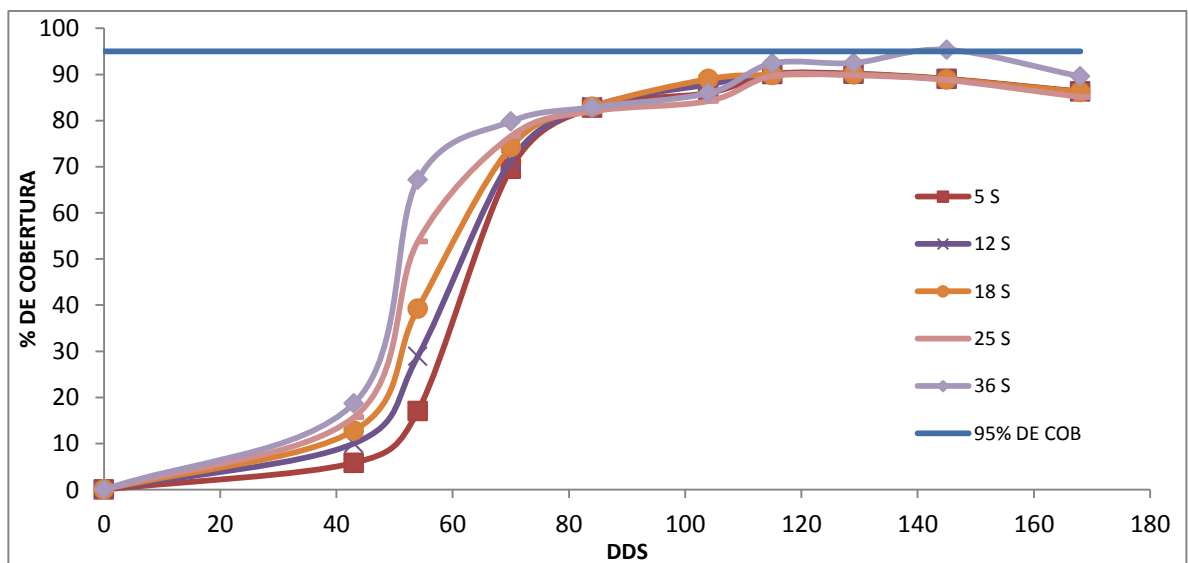
El factor densidad tampoco modificó significativamente la producción de materia seca por superficie; al contrario de los resultados obtenidos por Cerioni *et al.* (2012) y Giayetto *et al.* (1998), para quienes los diseños más compactos fueron los que produjeron y acumularon mayor cantidad de biomasa por superficie, destacándose la capacidad de compensar la menor cantidad de individuos por superficie con un mayor crecimiento por planta.

### Cobertura del suelo

La evolución de la cobertura del suelo por el canopeo de maní bajo riego mostró que las distintas densidades de siembra alcanzaron el 95% de cobertura aproximadamente a los 90 DDS, y una cobertura máxima alrededor de los 130 DDS que se mantuvo casi sin cambios hasta el final del ciclo del cultivo (Figura 6). El periodo crítico del maní (R3-R6,5) transcurrió con la máxima cobertura y, por lo tanto, con una alta intercepción de RFA.



**Figura 7.** Cobertura del suelo (%) en función de los días después de siembra (DDS) para las diferentes densidades de plantas bajo riego.



**Figura 8.** Cobertura del suelo (%) en función de los días después de siembra (DDS) para las diferentes densidades de plantas en seco.



Por su parte, en la condición hídrica de secano el cultivo no alcanzó el 95% de cobertura a lo largo del ciclo, excepto en la densidad de 25 plantas m<sup>-2</sup> que lo logró a los 145 DDS (Figura 8).

La evolución de la cobertura del suelo a través del ciclo del cultivo se relaciona directa y positivamente con la cantidad RFA posible de ser interceptada, hasta alcanzar un valor del 95% que se corresponde con el índice de área foliar (IAF) crítico del cultivo. En esa condición se maximiza la tasa de crecimiento. Es importante, por lo tanto, que el periodo crítico del cultivo (R3-R6,5), durante el cual se definen los componentes del rendimiento, transcurra bajo esa condición optimizada respecto de la captura de RFA y TCC.

En el cuadro 3 se observa que, comparando cada una de las densidades de siembra, las del tratamiento bajo riego acumularon más biomasa total ( $p < 0,0001$ ), 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 total 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).

**Cuadro 3.** Eficiencia de uso de la radiación (EUR) según la condición hídrica y las densidades de siembra evaluadas.

<b>Condición bajo riego</b>					
<b>Densidad (pl m<sup>-2</sup>)</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>36</b>
<b>RFAint (Mj m<sup>-2</sup>)</b>	1088,0	1137,0	1162,9	1198,9	1245,6
<b>Biomasa (g m<sup>-2</sup>)</b>	1011,2	1220,6	1133,1	1130,2	1178,7
<b>EUR (g Mj<sup>-1</sup>)</b>	0,93	1,07	0,97	0,94	0,95

<b>Condición de secano</b>					
<b>Densidad (pl m<sup>-2</sup>)</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>25</b>	<b>36</b>
<b>RFAint (Mj m<sup>-2</sup>)</b>	987,1	1030,7	1068,0	1099,4	1169,0
<b>Biomasa (g m<sup>-2</sup>)</b>	872,7	942,9	1011,6	965,2	1009,7
<b>EUR (g Mj<sup>-1</sup>)</b>	0,88	0,91	0,95	0,88	0,86

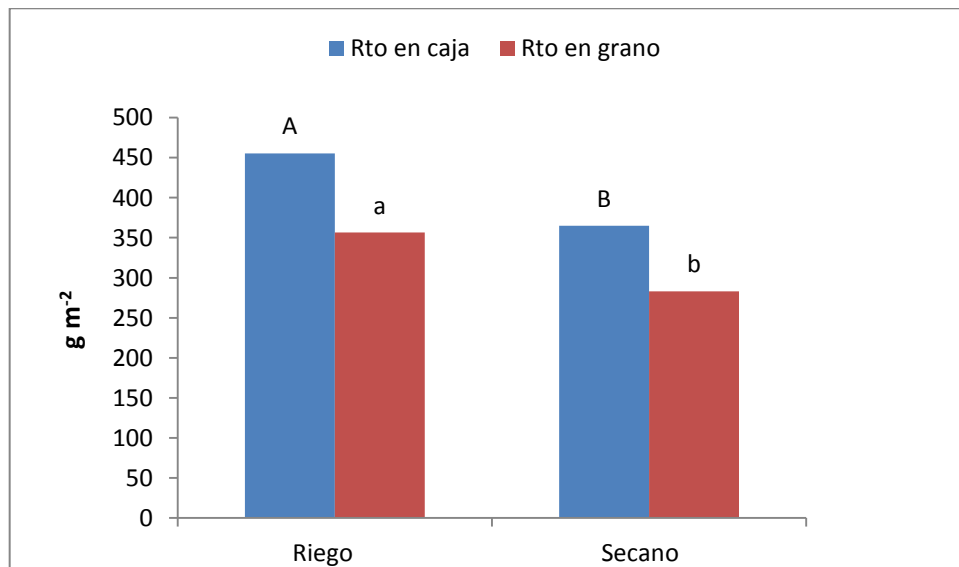
Al comparar las distintas densidades de siembra, bajo una misma condición hídrica, se evidencia que aquellas con más cantidad de individuos m<sup>-2</sup> lograron captar más radiación

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

El rendimiento en caja y en grano no respondió significativamente a la interacción entre los factores estudiados ( $p= 0,9125$   $0,7930$ , respectivamente), contrariamente a lo hallado en la bibliografía donde se afirma que las respuestas a la densidad de plantas pueden variar según las condiciones ambientales a las que se expone al cultivo como, por ejemplo, la condición hídrica (Pedelini *et al.*, 1986).

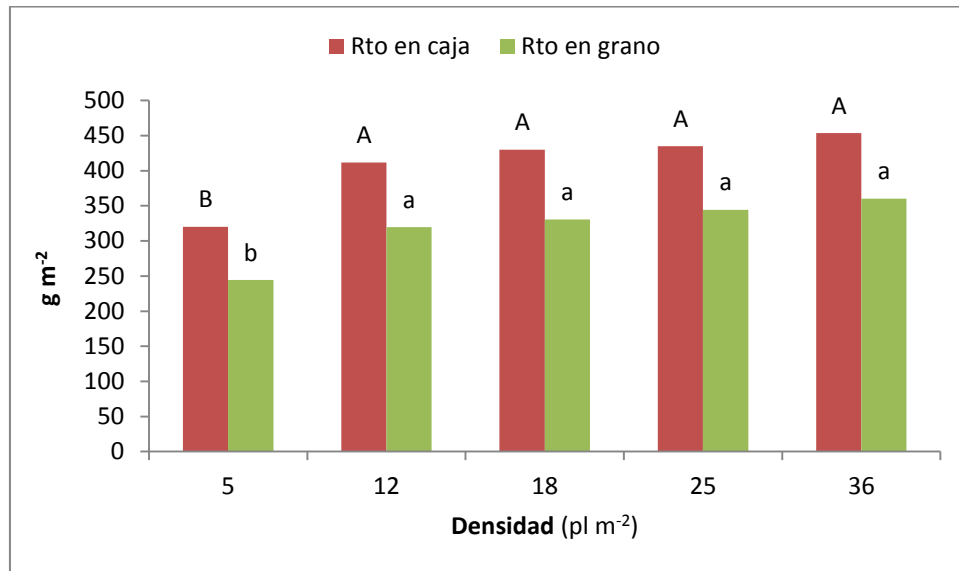
Por ello, las figuras 9 y 10 muestran los efectos independientes de la condición hídrica y la densidad de plantas.



**Figura 9.** Rendimiento en caja y grano para la condición hídrica con riego y secano. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ), para rendimiento en caja y grano, respectivamente.

El rendimiento en caja y grano (Figura 9), resultó mayor para el tratamiento bajo riego (4554 y 3564 kg ha<sup>-1</sup>) en comparación con el tratamiento en secano (3647 y 2831 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Similares resultados fueron encontrados por Haro *et al.* (2008), quienes reportaron para una condición de sequía, disminuciones de hasta un 73% en el rendimiento en grano en comparación con un control sin restricciones hídricas.

Por su parte, en la figura 10 se muestran los datos de rendimiento en caja y grano por superficie para las distintas densidades de siembra y la significancia estadística de las diferencias encontradas.



**Figura 10.** Rendimiento en caja y grano para las distintas densidades de siembra. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ) para rendimiento de cajas y granos, respectivamente.

El aumento de la densidad del cultivo produjo una disminución significativa del rendimiento por planta, pero, un aumento del rendimiento por superficie significativo a partir de 12 plantas m<sup>-2</sup> y manteniéndose sin cambios hasta 36 plantas m<sup>-2</sup>. En otras experiencias se halló que los diseños de siembra más compactos producen mayores rendimientos de frutos y semillas por hectárea que los modelos menos densos, como consecuencia de una mayor cantidad de biomasa acumulada, del número de ramas por superficie, del incremento del IAF y de la cobertura anticipada, (Giri y Saran, 1985; Giayetto *et al.*, 1995, 1998 y 2003).

Sólo la menor densidad (5 pl m<sup>-2</sup>) presentó menores rendimientos finales, diferenciándose estadísticamente del resto de los tratamientos. En concordancia a estos resultados, ensayos anteriores realizados con cultivares tipo runner, como el utilizado en este estudio, indican que no hay diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento a partir de 5,7 pl m<sup>-2</sup> (Pedelini *et al.*, 1986); 7,5 pl m<sup>-2</sup> (Casini *et al.*, 1999); 9 pl m<sup>-2</sup> (Casini *et al.*, 2008; Cerioni *et al.*, 2012). Mientras que los rendimientos máximos se alcanzaron a partir de las 18 pl

m<sup>-2</sup>. En este sentido, Morla *et al.* (2014) encontraron valores similares (23,6 pl m<sup>-2</sup>) para un amplio rango de condiciones ambientales de la zona manisera de Córdoba.

### Componentes del rendimiento

Similar a lo descrito para rendimiento, los componentes directos número de frutos m<sup>-2</sup> y peso individual de un fruto no respondieron a la interacción entre los factores estudiados ( $p=0,4966$  y  $0,2093$  para condición hídrica y densidad de plantas, respectivamente). Por ello, las respuestas halladas se presentan de manera independiente.

#### *Número de frutos maduros*

El número de frutos respondió significativamente ( $p < 0,0001$ ) a la condición hídrica, con un valor de 404 frutos maduros m<sup>-2</sup> bajo riego; mientras que en secano dicho valor fue de 317 frutos maduros m<sup>-2</sup>, o sea una disminución del 21,5%.

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 del recurso provocaba caídas en el número de granos (Cerioni, 2003). La disminución del rendimiento en grano (73%) reportada por Haro *et al.* (2008) en respuesta a la sequía, fue explicada principalmente por la merma de similar magnitud registrada en el número de granos (-66%).

#### *Peso individual de los frutos*

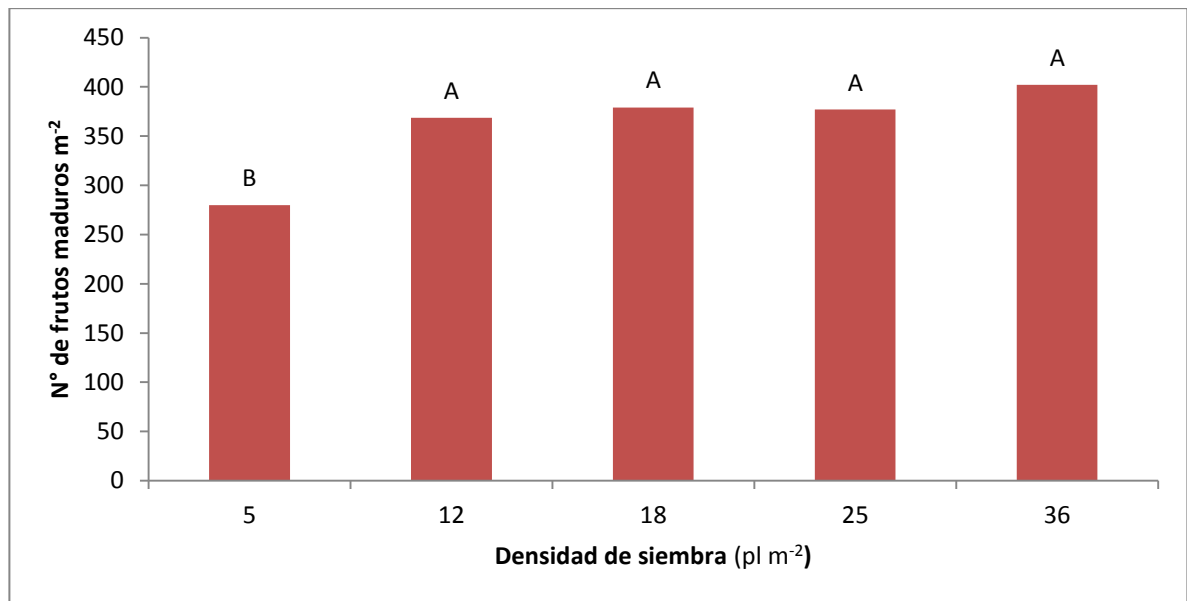
Respecto al componente peso de un fruto, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre las condiciones hídricas, con 1,15 y 1,13 g fruto<sup>-1</sup> en secano y bajo riego, respectivamente.

Estos resultados difieren de lo 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 respuesta observada para el número de granos m<sup>-2</sup>. Probablemente, el resultado obtenido en este trabajo fue debido a que las condiciones hídricas fueron favorables durante el llenado de frutos en el tratamiento de secano.

En cuanto al factor densidad de siembra, los resultados fueron estadísticamente similares a los encontrados para la condición hídrica; es decir, el número de granos m<sup>-2</sup> varió

significativamente ( $p= 0,0004$ ), pero el peso de un fruto no mostró cambios ( $p= 0,8915$ ) en respuesta a las distintas densidades de siembra.

A medida que aumentó el número de plantas  $m^{-2}$  (de 5 a 36), también lo hizo el número de frutos maduros  $m^{-2}$  de 279 a 401 (Figura 11). Similares respuestas obtuvieron Giayetto *et al.*, (1995), quienes indicaron que el aumento de la densidad (de 8 a 38  $pl\ m^{-1}$ ) produjo una disminución del 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 según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).

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 correspondió una disminución del número de frutos inmaduros  $m^{-2}$ . Ambos efectos disminuyen en su magnitud a partir de las 9  $pl\ m^{-1}$ .

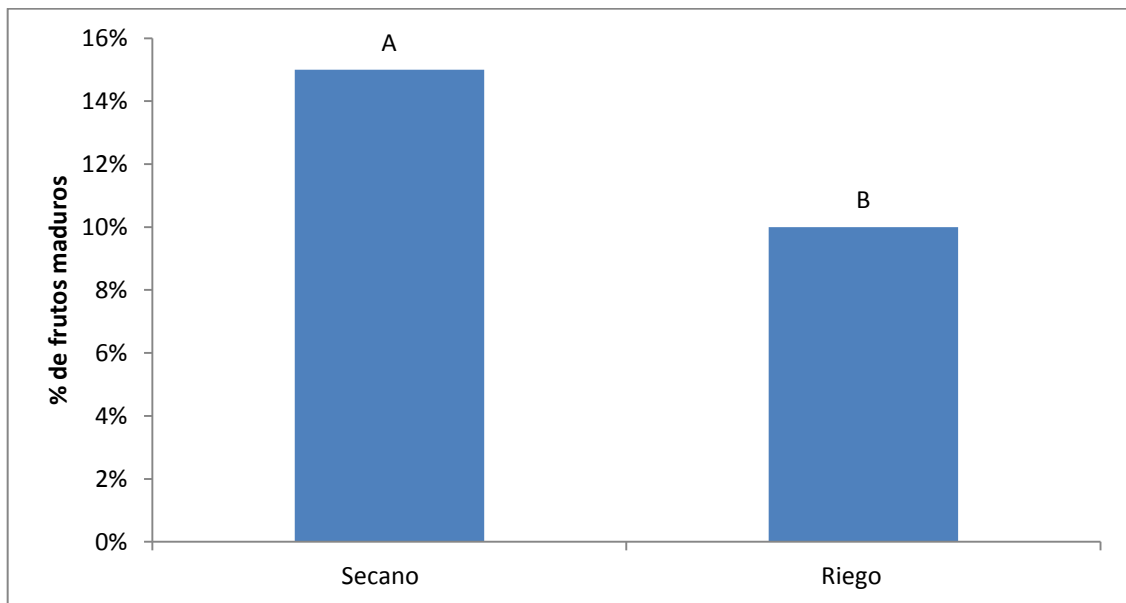
Con relación al peso de frutos maduros las distintas densidades de siembra no se diferenciaron entre ellas con valores entre 1,12 y 1,15  $g\ fruto^{-1}$ . Por lo que el mayor rendimiento de las densidades de 12 plantas  $m^{-2}$  y superiores, es explicado por el incremento del número de frutos  $m^{-2}$ .

Sin embargo, Cerioni *et al.* (2012) hallaron que un incremento de la población de plantas puede causar aumento del peso de 100 semillas debido a una disminución de la longitud de las ramificaciones, por efecto de la mayor competencia entre plantas, y el menor número de frutos procedentes de las primeras flores.

#### *Porcentaje de frutos inmaduros*

El análisis de la proporción de frutos inmaduros de los tratamientos realizados arrojó falta de interacción entre los factores estudiados ( $p= 0,1869$ ), por lo que, las respuestas de esta variable se consideran de manera independiente.

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

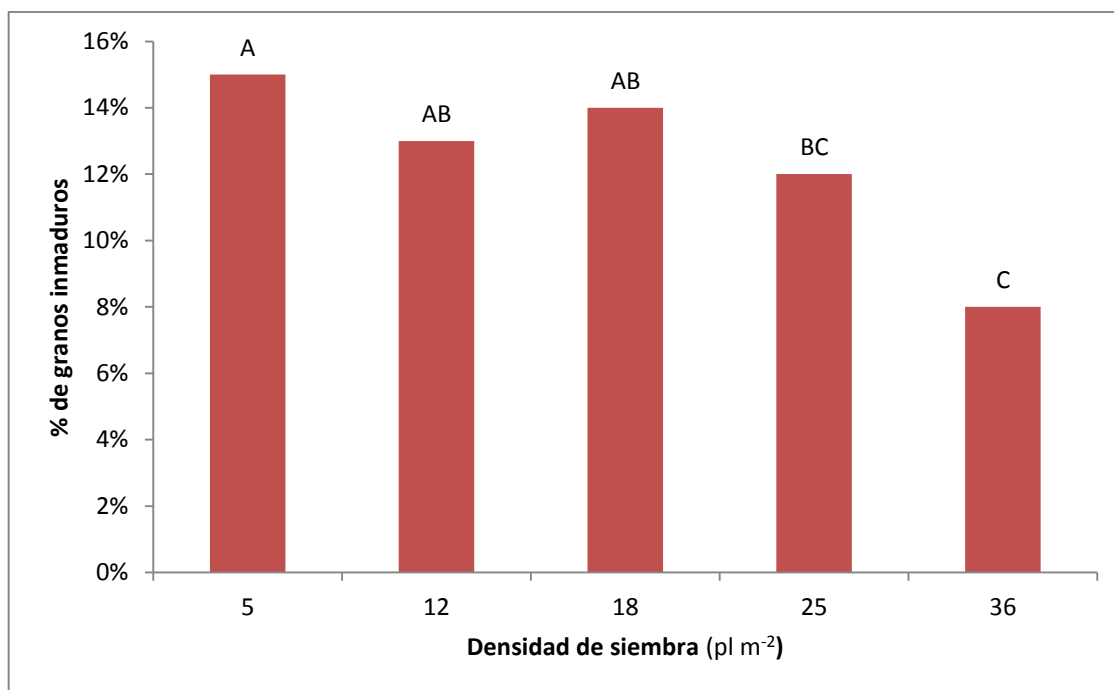


**Figura 12.** Porcentaje de frutos inmaduros para los tratamientos bajo riego y en seco. Letras mayúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).

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 alcanzan la madurez al finalizar el ciclo del cultivo (Cerioni, 2003).

Sin embargo, existen otros trabajos en los que no se encontraron diferencias en el número de frutos inmaduros  $m^{-2}$  entre 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 según test de LSD de Fisher ( $p<0,05$ ).

La tendencia fue una disminución del porcentaje de inmadurez a medida que aumenta la densidad de plantas  $m^{-2}$  (15% para 5 plantas  $m^{-2}$  y 8% para 36 plantas  $m^{-2}$  y valores intermedios para las densidades de 12, 18 y 25 plantas  $m^{-2}$ ), inversamente a lo que sucedió con el número de frutos maduros. El incremento de individuos por superficie genera una disminución de la biomasa por planta, de la longitud de las ramificaciones y, en consecuencia, la floración y fructificación se concentran en torno a la base de la planta alcanzando una maduración más uniforme (Cerioni *et al.*, 2012).

#### *Índice de cosecha*

El índice de cosecha (IC), tampoco respondió al efecto de la interacción entre los factores estudiados ( $p= 0,7956$ ), por lo que también se analizan por separado. Así, el 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 en secano fue de 0,50. Al igual que lo reportado por Rao *et al.* (1988), el IC disminuyó por efecto de la menor disponibilidad hídrica en este estudio.

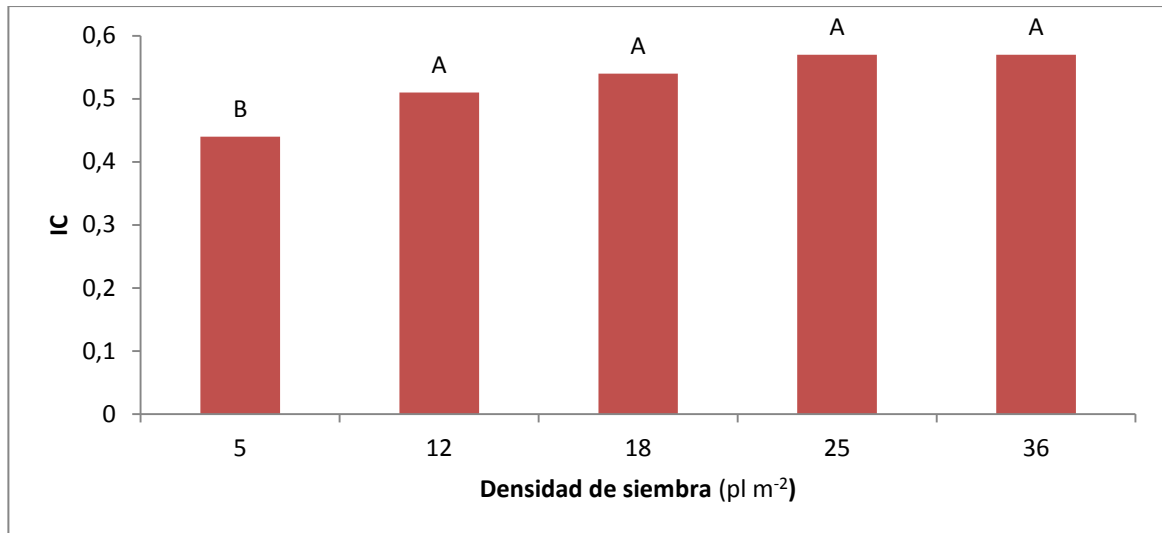
Numerosos autores describen que el IC disminuye a medida que aumenta la duración del período de estrés y cuando el estrés hídrico es más tardío en el ciclo de maní. En el estudio de Rao *et al.* (1988), el IC fue de 0,50 para el control con riego; 0,57 cuando se aplicó estrés hídrico desde la siembra 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 los valores de biomasa vegetativa fueron proporcionalmente menos variables. Así, en secano el maní produjo sólo un 6,5% menos de biomasa vegetativa (3585 kg ha<sup>-1</sup> contra 3832 kg ha<sup>-1</sup> en el tratamiento con riego); mientras que el rendimiento en caja disminuyó un 20,5% respecto al tratamiento bajo riego.

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 14 se observa que el tratamiento de 5 plantas m<sup>-2</sup> arrojó el menor índice de cosecha de todas las densidades ensayadas, con diferencias estadísticamente significativas respecto a 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 14.** Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en secano. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas según test de LSD de Fisher ( $p=0,01$ ).

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 densidades bajas 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 parámetros que definen la calidad comercial del mismo, entre ellos la relación grano/caja y el 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 de plantas causó un aumento del número de granos de tamaños grandes (Kvien y Bergmark, 1987), o del peso de 100 granos (Nakagawa *et al.*, 2000). Dicho incremento en el tamaño se atribuye 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 rendimiento confitería no hubo interacción entre los factores en estudio ( $p= 0,8076$  y  $0,4511$ , respectivamente) ni tampoco respuestas a los efectos independientes.

El rendimiento confitería tuvo valores similares según la condición hídrica (81,3% bajo riego y 79,3% en seco), y relación grano/caja fue de 78% en ambos tratamientos. Estos resultados difieren de los obtenidos por Cerioni (2003), quien halló 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.

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 parámetros de calidad comercial mostraron ausencia de respuestas, con valores promedio de  $77,6\% \pm 1,34$  para relación grano/caja y  $80,3\% \pm 1,29$  en rendimiento confitería. Datos que coinciden con los obtenidos por Giayetto *et al.*, (2005), quienes no encontraron efectos de los modelos de siembra sobre la relación grano/caja. Sin embargo, los resultados de Della Mea (2010) muestran un leve aumento de esa relación entre las densidades bajas (3 y 6 pl m<sup>-1</sup>) y las más altas (9, 12 y 17 pl m<sup>-1</sup>), con diferencias significativas debido a la menor inmadurez de los frutos de las densidades mayores.

En esta experiencia tampoco se hallaron diferencias entre las distintas densidades sobre el rendimiento confitería. Sin embargo, 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 12 y 17 pl m<sup>-1</sup> 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 en cuanto a su efecto sobre el rendimiento del cultivo de maní, en caja y grano, y 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, el contraste entre los tratamientos bajo riego y en secano fue significativo sólo para algunas de las variables analizadas, probablemente debido a que en secano el cultivo tuvo buena provisión hídrica, y a la alta tolerancia a la sequía que caracteriza al maní.

A nivel de planta, a igual densidad de siembra, la producción vegetativa fue mayor en el tratamiento bajo riego; 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.

El rendimiento en caja y grano fue mayor en el tratamiento bajo riego; en cuanto a los componentes del rendimiento sólo hubo variación en el número de frutos por superficie. Además el porcentaje de inmadurez de los frutos fue menor también en este tratamiento.

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 por planta; debido a la capacidad de compensación que caracteriza al cultivo aumentó la producción de materia seca por superficie. La evolución de la cobertura del suelo tampoco se diferenció entre las distintas densidades, sin embargo se obtuvo una mayor intercepción 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 condujo a un mayor rendimiento por superficie. En cuanto a los

componentes del rendimiento, a mayor densidad hubo mayor número de frutos maduros por superficie y menor porcentaje de inmadurez, sin diferencias en el peso de los granos.

El IC fue mayor en el tratamiento bajo riego y a mayor densidad. La diferencia en ambos casos 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.

Finalmente, los parámetros que determinan la calidad comercial del maní, relación grano/caja y porcentaje de maní confitería, no presentaron respuesta a la interacción de los factores estudiados.

## BIBLIOGRAFÍA

- BONGIOVANNI, R. 2012. Buenas Prácticas agrícolas para la producción de maní. Ediciones INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Manfredi, Argentina. 1<sup>ra</sup> 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<sup>ra</sup> 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 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.
- 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.
- 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 SOUZA 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](http://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.siaa.gov.ar/\\_apps/siaa/estimaciones/estima2.php](http://www.siaa.gov.ar/_apps/siaa/estimaciones/estima2.php). Consultado: 16-10-2015.
- 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.