

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

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo

Modalidad: proyecto

**EFFECTO DE CONDICIONES HÍDRICAS CONTRASTANTES  
(RIEGO Y SECANO) SOBRE LA EFICIENCIA DE USO DEL  
AGUA, CRECIMIENTO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL  
CULTIVO DE MANÍ.**

**Caliccio Juan Pablo**  
**DNI: 33346913**

**Director:** Morla Federico D.  
**Co-Director:** Giayetto Oscar

**Río Cuarto - Córdoba**  
**Abril de 2013**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA  
CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Efecto de condiciones hídricas contrastantes (riego y secano) sobre la eficiencia de uso del agua, crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo de maní.

Autor: Caliccio Juan Pablo.  
DNI: 33.346.913

Director: Morla Federico D.  
Co-Director: Giayetto Oscar

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

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Secretario Académico

## **DEDICATORIA**

Les dedico esta tesis a mis abuelos Víctor y Ginata por el apoyo y cariño brindado en estos años de estudio y en especial a la memoria de mi abuela María M. Peirone que siempre confió en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Les agradezco a mis padres, Juan H. Caliccio y Fanny M. Coero Borga, por haberme dado la posibilidad de tener mis estudios y por darme su apoyo tanto moral como económico. También, a mis queridos hermanos Valentina y Agustín.

A mi novia y amigos por acompañarme y apoyarme en este largo camino de estudio.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC) que me dio la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi director de tesis Federico Morla por la enseñanza y la paciencia brindada y por haberme dado la posibilidad de realizar este trabajo de tesis y al Ing agr. MSc. Oscar Giayetto por sus aportes que contribuyeron al enriquecimiento del trabajo de tesis

## INDICE DE TEXTO

Certificado de aprobación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice.....	V
Índice de cuadros.....	VII
Índice de figuras.....	VIII
Resumen.....	X
Summary.....	XI
Introducción.....	1
Objetivo.....	5
Materiales y métodos.....	6
Instalación del experimento y tratamiento.....	6
Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio.....	6
Del clima.....	6
Del suelo.....	7
Contenido de humedad.....	7
Del cultivo.....	8
Durante el ciclo.....	8
Materia seca por planta.....	8
Cobertura del suelo.....	8
A cosecha.....	8
Componentes del rendimiento.....	8
Porcentaje de maní confitería.....	8
Análisis estadísticos.....	8
Resultados y discusiones.....	9
Observaciones y mediciones realizadas.....	9
Del clima.....	9
Del suelo.....	12
Del cultivo.....	13
Materia seca por planta.....	13
Cobertura del suelo.....	14
Componentes del rendimiento.....	18
Granometría.....	23

Porcentaje de maní confitería.....	23
Conclusiones.....	25
Bibliografía.....	26
Anexo.....	29

## INDICE DE CUADROS

Evapotranspiración , evaporación del suelo y transpiración de cada tratamiento y la participación relativa de cada componente del agua consumida.....	16
Biomasa total, biomasa reproductiva, EUA para biomasa total y reproductiva, eficiencia transpiratoria para biomasa total y reproductiva.....	16



## INDICE DE FIGURAS

Precipitaciones durante la estación de crecimiento del maní, medias normales y del ciclo 2011/12, en Río Cuarto.....	9
Temperaturas medias durante la estación de crecimiento, del ciclo 2011/12 y normales, en Río Cuarto.....	10
Temperaturas máximas y mínimas medias para la estación de crecimiento 2011/12 y los valores normales, en Río Cuarto.....	11
Radiación fotosintéticamente activa incidente, normal y correspondiente a la campaña 2011/12, en Río Cuarto.....	11
Evapotranspiración potencial normal y la cuantificada en el ciclo 2011/12, en Río Cuarto.	12
Contenido de humedad para los tratamientos de riego y secano, punto de marchitez permanente, capacidad de campo y contenido de humedad al 60% del agua útil, en función de los días después de la siembra.....	13
Biomasa aérea y reproductiva acumulada para el tratamiento bajo riego y en secano en función de los días después de siembra. Se indican los estadios fenológicos R1, R3, R6, R8 de cada tratamiento.....	14
Porcentaje de cobertura del suelo acumulado para el tratamiento con riego y en secano en función de los días después de siembra.....	15
Consumo acumulado de agua del cultivo en función del tiempo en días después de la siembra, para el tratamiento con riego y en secano.....	15
Biomasa total en función de la transpiración acumulada para los tratamientos con riego y en secano. ....	17
Biomasa de frutos en función de la transpiración acumulada para el tratamiento con riego y en secano.....	17
Rendimiento promedio en cajas y granos para el tratamiento con riego y en secano.....	18
Peso de un fruto para el tratamiento con riego y en secano.....	19
Número de frutos maduros e inmaduros por m <sup>2</sup> para el tratamiento con riego y en secano..	20
Regresión lineal entre el número de frutos maduros m <sup>-2</sup> y peso individual de frutos con el rendimiento. ....	20
Relación lineal entre la tasa de crecimiento por planta en el periodo crítico (R3-R6) y el rendimiento de frutos maduros.....	21
Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en secano.....	22
Distribución porcentual del tamaño de los granos según los diferentes calibres en el tratamiento con riego y secano.....	23

Porcentaje de maní confitería para el tratamiento con riego y en secano.....	23
--	----

## RESUMEN

El maní es un cultivo altamente tolerante a condiciones de estrés hídrico, sin embargo la sequía es el factor abiótico más limitante del rendimiento. El objetivo del trabajo fue determinar el efecto de condiciones hídricas contrastantes (riego y secano) sobre la eficiencia del uso del agua (EUA) y el crecimiento (vegetativo y reproductivo), rendimiento y sus componentes, y calidad del cultivo de maní. Para ello se realizó un ensayo durante la campaña agrícola 2011/12, en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UNRC. El diseño experimental se basó en dos tratamientos, uno con condiciones hídricas no limitantes y el otro en secano. Se registraron los datos diarios de variables meteorológicas, se midió el contenido de agua del suelo, materia seca por planta, cobertura del suelo, componentes del rendimiento y se determinó la calidad comercial como porcentaje de maní confitería. En el tratamiento bajo riego, la biomasa total acumulada ( $62,8 \text{ g planta}^{-1}$ ) fue superior a la de secano ( $25,9 \text{ g planta}^{-1}$ ). El porcentaje de cobertura del suelo en la situación con riego llegó al 99% en el estadio fenológico entre R6 y R7, en cuanto al tratamiento en secano el valor máximo fue de 87%, alcanzado en el estadio fenológico R6. Se encontraron valores de EUA para biomasa total de 1,93 y  $1,47 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$  y de 0,92 y  $0,35 \text{ g m}^{-2} \text{ mm}^{-1}$  para frutos, para riego y secano respectivamente. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas para rendimiento en caja, en grano y para biomasa vegetativa. El rendimiento promedio en caja para el tratamiento con riego fue de  $6474 \text{ Kg ha}^{-1}$  mientras que el de secano solo alcanzó los  $1345 \text{ Kg ha}^{-1}$ . También se hallaron diferencias estadísticamente significativas para el peso individual de un fruto maduro y número de frutos maduros  $\text{m}^{-2}$ , pero no para el porcentaje de maní confitería.

**Palabras claves:** *Arachis hypogaea*, eficiencia del uso del agua, rendimiento, maní confitería.

**Effect of contrasting water conditions (irrigated and rainfed) on water use efficiency, growth, yield and quality of the crop of peanuts.**

**SUMMARY**

The peanut crop is highly tolerant to water stress conditions, but the drought is the most limiting abiotic performance. The objective was to determine the effect of contrasting water conditions (irrigated and rainfed) on water use efficiency (WUE) and growth (vegetative and reproductive), yield and its components, and peanut crop quality. This testing was performed during the crop year 2011/12, in the experimental field of the University of Agronomy and Veterinary UNRC. The experimental design was based on two treatments, one with non-limiting water conditions and the other on rainfed. Data of weather variables were recorded daily, soil water content, dry matter per plant, ground cover, yield components were measured and quality commercial was determined as a percentage of confectionery peanut. In the irrigated treatment, total accumulated biomass (62.8 g plant<sup>-1</sup>) was higher than rainfed (25.9 g plant<sup>-1</sup>). The percentage of land cover in irrigated situation came to 99% in the phenological between R6 and R7, in the treatment without irrigation the maximum value was 87%, reached in the phenological stage R6. U.S. values were found for total biomass of 1.93 and 1.47 g MJ<sup>-1</sup> and 0.92 and 0.35 g MJ<sup>-1</sup> for fruit, irrigation and rainfed respectively. Statistically significant differences were found for performance on hand, grain and vegetative biomass. The average yield on cash for irrigation treatment was 6474 kg ha<sup>-1</sup> while the rainfed just reached 1345 kg ha<sup>-1</sup>. Also found statistically significant differences for the individual weight of a ripe fruit and mature fruit number m<sup>-2</sup>, but not to the percentage of confectionery peanut.

Keywords: *Arachis hypogaea*, water use efficiency, yield, confectionary peanut.

## INTRODUCCIÓN

El maní es una de las oleaginosas más importantes a escala mundial y uno de los cultivos regionales típicos que presenta la agricultura de Argentina. Se localiza en el centro-sur de la provincia de Córdoba, donde se concentra más del 90% de la producción primaria nacional y la totalidad de su proceso industrial. Ambos aspectos impactan económica y socialmente en la provincia, ya sea directa o indirectamente, no sólo por la generación de divisas y la exportación de sus productos; sino también por la generación de trabajo a nivel predial e industrial (Fernandez *et al.*, 2006).

El maní es un cultivo altamente tolerante a la sequía, sin embargo el estrés hídrico es el factor abiótico más crítico limitante del rendimiento (Stalker, 1997). Aproximadamente el 80% de la producción primaria de maní, a escala mundial y casi el 100% a nivel nacional, se realiza en condiciones de secano. En ese contexto, se reconoce a la sequía estacional como la principal limitante de la productividad del cultivo (Cerioni, 2003). Esta situación tiene especial importancia en la región productora de maní, que se caracteriza por una marcada transicionalidad climática con variación interanual de las precipitaciones y ocurrencia de déficit hidrológicos estacionales que aleatorizan los rendimientos del cultivo de maní y condicionan su estabilidad (Giayetto *et al.*, 1995). Los déficits hídricos más frecuentes y de mayor intensidad se producen durante los meses de enero y febrero (Seiler *et al.*, 1995). La precipitación promedio en la región manisera de Córdoba durante la estación de crecimiento del cultivo es de 525 mm, con un coeficiente de variación promedio mensual de 60% (Díaz y Núñez Vázquez citados por Giambastiani, 1998).

El cultivo de maní requiere una precipitación media que va de 600 a 1200 mm por año, registrándose valores de alrededor de 518 mm de agua utilizada por el cultivo (Fernandez *et al.*, 2006), si bien esta cantidad de agua requerida por el cultivo varía dependiendo de las condiciones climáticas del año, sus variaciones no son tan importantes como las registradas en las precipitaciones.

El contenido de agua en el suelo modifica el estado hídrico de las plantas (Cerioni, 2003). A medida que avanza el déficit de agua se induce el cierre estomático limitando la tasa de intercambio de carbono en las hojas con la consecuente reducción de la producción de materia seca (Giambastiani, 1998), así como la tasa de crecimiento del cultivo (Boote y Ketring, 1990). Los estados reproductivos floración (R1), elongación de clavos (R2), comienzo de formación de frutos (R3), primer fruto expandido (R4), comienzo del llenado de semilla (R5), son todos dependientes de la condición de turgencia de la planta y progresivamente inhibidos por el déficit de agua del suelo. Estos estados también pueden experimentar atrasos por la carencia de agua en la zona de fructificación (Haro *et al.*, 2010) y la insuficiente asimilación de calcio en el suelo (Boote y Ketring, 1990).

Boote y Ketring (1990) y Haro *et al.* (2010) indican que la deficiencia de agua del suelo puede demorar el desarrollo del cultivo, aunque el efecto es mayor sobre el crecimiento, la acumulación de materia seca y la formación de frutos. Giambastiani (1998) encontró 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). 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.

La influencia del estrés hídrico sobre la distribución de la materia seca depende de la duración e intensidad del mismo. 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 que por disminución del peso de las semillas, siempre que durante su llenado haya agua disponible suficiente para una adecuada producción de asimilados (Haro *et al.*, 2010; Harris *et al.*, 1988). Una vez superado el estrés, el maní produce pulsos de floración, clavado y formación de frutos que pueden atrasar la madurez de cosecha por 10 días o más (Boote *et al.*, 1976; Stansell y Pallas, 1985; Shorter y Simpson, 1987; Wright *et al.*, 1991) citados por Cerioni, 2003). Caudana (2006) generando estrés entre R3-R4/R5 en la zona radical o de fructificación, indica que cuando el estrés se produce en la zona radicular el peso y número de frutos maduros es inferior al de los demás tratamientos y que esto se debió a una menor tasa de crecimiento y duración de la fase lineal de crecimiento, con un atraso de 10 días para la primer y segunda cohorte. Reboyras (2008) en un estudio similar halló, al igual que en el de Caudana (2006), que el peso de los frutos de la primera cohorte fue menor por las mismas causas que en el trabajo de dicho autor, y que el atraso en la fase lineal de crecimiento de los frutos fue de 13 días, en la segunda cohorte debido a un desecamiento superficial del suelo que impidió que los clavos penetraran en el mismo, aumentando el número de órganos reproductivos en R2, esto se debe a que los ginóforos retrasan temporalmente su crecimiento y a que se produce un aumento relativo de su número en dicho estadio, lo que causó un retraso de 10 días con respecto a los otros tratamientos (estrés en zona de radical y control sin estrés), también en este estudio el estrés en la zona radicular reduce el número y peso de frutos maduros.

Cerioni (2003) encontró que la caída de los rendimientos se debió al menor peso de semillas por planta y, en menor magnitud, al número de frutos. Severina (2004) indica que el régimen hídrico modifica el peso del grano (20%), al pasar de 70% de agua disponible para el cultivo al 30% de agua útil. El déficit hídrico durante el llenado de los frutos generalmente reduce su peso y el de las semillas (Nageswara Rao *et al.*, 1985; Wright *et al.*, 1991) y la

magnitud relativa depende del momento en que se produzca tal estrés (Boote y Ketring, 1990).

Un estrés moderado en las etapas vegetativas, reduce el crecimiento vegetativo, sin embargo el rendimiento puede ser mayor debido a un aumento del IC (índice de cosecha) (Nageswara Rao *et al.*, 1985). No obstante, se encontró que el IC disminuye a medida que aumenta la duración del período de estrés y cuando el estrés hídrico es tardío en el ciclo de maní Florunner (Pallas *et al.*, 1979) y Robut 33-1 (Nageswara Rao *et al.*, 1985). Cuando el déficit hídrico ocurre durante la etapa de definición y formación de frutos, estos se ven afectados al igual que el rendimiento final (Billaz y Ochs, 1961, *citado por* Boote y Ketring, 1990; Giambastini, 1998; Cerioni, 2003). Collino *et al.* (2000) observaron una disminución de la eficiencia de uso de la radiación (EUR) y del índice de cosecha ante un estrés hídrico.

Cerioni (2003), verificó que las deficiencias de agua reducía significativamente la relación grano/caja en los tratamientos con estrés hídrico al comienzo de las etapas reproductivas del maní. El rendimiento de maní confitería (peso de semillas retenidas en la zaranda de 7,5 mm) fue mayor con estrés tardíos en la etapa reproductiva superando a los demás tratamientos de sequía (estrés temprano en la etapa reproductiva) incluso al tratamiento control sin sequía. Cuando el estrés hídrico se presenta al final del ciclo del cultivo, este autor indica que las plantas producen mayor rendimiento confitería debido a un aumento en la partición de fotoasimilados hacia los frutos que se encuentran presentes durante el estrés, respecto de aquéllos menos desarrollados provenientes de cohortes más tardías.

La calidad comercial del maní disminuye debido a los cambios en el peso de frutos y semillas. 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).

Estas modificaciones en el crecimiento y producción del cultivo producidas por un estrés hídrico pueden cuantificarse mediante la eficiencia de uso del agua (EUA), que se define como la cantidad de agua requerida para producir una unidad de materia seca de biomasa total aérea. El cultivo de maní necesita entre 400 y 520 gramos de agua para producir un gramo de materia seca total, según el ciclo del cultivar (Gillier y Silvestre, 1970). Cuantificándose una EUA evapotranspirada (ET) de 4,77 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para frutos y 13,7 kg ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> para biomasa total aérea (Fernandez *et al.*, 2006).

La EUA varía con el genotipo (Collino *et al.*, 2000) y el régimen hídrico recibido, y tiene una relación inversa con el rendimiento y la eficiencia fotosintética; se requieren

mayores volúmenes de agua por unidad de materia seca producida con el aumento de la producción (Dardanelli, 1998).

Matthews *et al.* (1988); Hebbar *et al.* (1994); Abatte *et al.*, (2004) y Haro *et al.* (2010) demuestran que el déficit hídrico promueve un aumento en la eficiencia del uso del agua para la producción de biomasa y que éstas fueron obtenidas a partir de diferentes cultivos, incluido el maní, y que la respuesta es atribuida al efecto diferencial del cierre estomático sobre el intercambio gaseoso. Tal respuesta reduce en mayor medida la pérdida de agua que la captura de CO<sub>2</sub> (Sinclair *et al.*, 1984; Martin y Ruiz-Torres, 1992; Haro *et al.*, 2010). Sin embargo Haro *et al.* (2010) destacan la gran variación que la sequía provocaba en la EUA, particularmente su disminución cuando existían mermas drásticas en el rendimiento en grano debido a problemas en el enclavado causados por una excesiva impedancia de la capa superficial de suelo (i.e., efectos indirectos del déficit hídrico).



## **OBJETIVO**

Determinar el efecto de condiciones hídricas contrastantes (riego y secano) sobre la eficiencia del uso del agua EUA y el crecimiento (vegetativo y reproductivo), los componentes del rendimiento, la producción y calidad del cultivo de maní.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Instalación del experimento y tratamientos

El estudio se realizó en condiciones de campo durante la campaña agrícola 2011/12, 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 y a una altitud de 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 10 de noviembre de 2011 con el cultivar Granoleico, tipo *runner* alto oleico (*Arachis hypogaea* L. subsp. *hypogaea*), en hileras separadas a 0,70 m y con golpes cada 0,08 m donde se colocaron dos semillas a una profundidad de 3 a 4 cm. A los 15 días de la siembra, y luego de producida la emergencia, se efectuó un raleo manual dejando una planta por golpe lo que se corresponde con una densidad teórica de 178.570 plantas ha<sup>-1</sup>.

El diseño experimental se basó en dos tratamientos, uno con condiciones hídricas no limitantes para lo que se previó la aplicación de agua de riego toda vez que el agua útil del suelo (diferencia entre el contenido hídrico a capacidad de campo y punto de marchitez permanente) fue inferior al 60%, el otro tratamiento fue en secano. Ambos tratamientos asignados a un diseño en bloques completos al azar, con tres repeticiones. Cada bloque tuvo 4,2 m de ancho (6 surcos distanciados a 0,7 metros) y 5 m de largo, la separación entre tratamientos fue un surco de un cultivar runner y entre bloques por calles de 1 m de ancho. En los dos tratamientos se llevaron a cabo tareas de protección con el objetivo de mantener al cultivo libre de malezas, plagas y enfermedades.

### Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio

#### Del clima:

Se registraron los datos diarios 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:

- Precipitaciones (mm).
- Temperatura del aire: máxima, mínima y media en abrigo meteorológico (°C).
- Radiación incidente (MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>).
- Humedad relativa media (%).
- Velocidad del Viento (m s<sup>-1</sup>).

- Con los datos obtenidos se calculó la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) utilizando el método de FAO Penman-Monteith mediante el programa “ET<sub>o</sub> CALCULATOR” versión 3.1 de FAO (Raes, 2009).

Del suelo:

Contenido de humedad: Se midió el contenido de agua del suelo, regularmente cada 10-15 días, entre la emergencia del cultivo y hasta la determinación del rendimiento. Se usó el método gravimétrico, con muestras de suelo cada 20 cm y hasta un metro de profundidad, extraídas con barreno manual. Las muestras de suelo fueron colocadas en recipientes de aluminio, registrando su peso, el peso de suelo húmedo, y secadas en estufa a 105°C hasta peso constante.

$$CGA(g\ g^{-1}) = \frac{(PH + T) - (PS + T)}{PS - T}$$

Donde:

CGA= contenido gravimétrico de agua (g g<sup>-1</sup>)

PH= peso de la muestra de suelo húmedo (g)

PS= peso de la muestra de suelo seco (g)

T= tara del recipiente de aluminio (g)

$$HV\ (cm^3\ cm^{-3}) = CGA \times DAP$$

Donde:

HV= humedad volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

CGA= contenido gravimétrico de agua (g g<sup>-1</sup>)

DAP= densidad aparente (g cm<sup>-3</sup>)

$$LA\ (mm) = HV \times P$$

Donde:

LA= lámina de agua (mm)

HV= humedad volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>)

P= espesor del estrato (mm)

Del cultivo:

Durante el ciclo:

Materia seca por planta: cada intervalo regular de 10-15 días se tomó una muestra de 5 plantas por bloque, se separaron los órganos presentes y se secaron en estufa de circulación de aire forzado a 80°C hasta peso constante.

Cobertura del suelo: desde la emergencia del cultivo y cada 10-15 días, se midió el grado de cobertura del suelo entre hileras, mediante la relación entre la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente e interceptada, medidas con Line Quantum Sensor y Data Logger LI-1400 (Li-Cor, Inc). Luego se expresaron estos valores en porcentaje de cobertura del suelo.

Con los datos de cobertura de suelo, ETo y coeficiente del cultivo (Kc) se estimó la evapotranspiración (ETc) y, en función de la biomasa producida, la correspondiente EUA mediante las siguientes ecuaciones:

$$ETc = ETo \times (Kc_{Max} \times \text{Coef. de Cobertura del Cultivo})$$

$$EUA \text{ (kg ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}\text{)} = \text{Biomasa producida (kg ha}^{-1}\text{)} / ETc \text{ (mm)}$$

A cosecha:

- Componentes del rendimiento: se realizaron 2 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una (1,428 metros lineales) por bloque en el estadio fenológico R8, para medir el número de frutos maduros e inmaduros, el peso de los frutos y semillas por planta.
- Porcentaje de maní confitería: según la metodología de trabajo del laboratorio de las plantas de acopio. Se usaron zarandas de tajo de 10-9-8-7,5-7-6,5-6 mm de ancho y descarte de las que se obtuvieron diferentes tamaños granométricos.

Análisis estadísticos

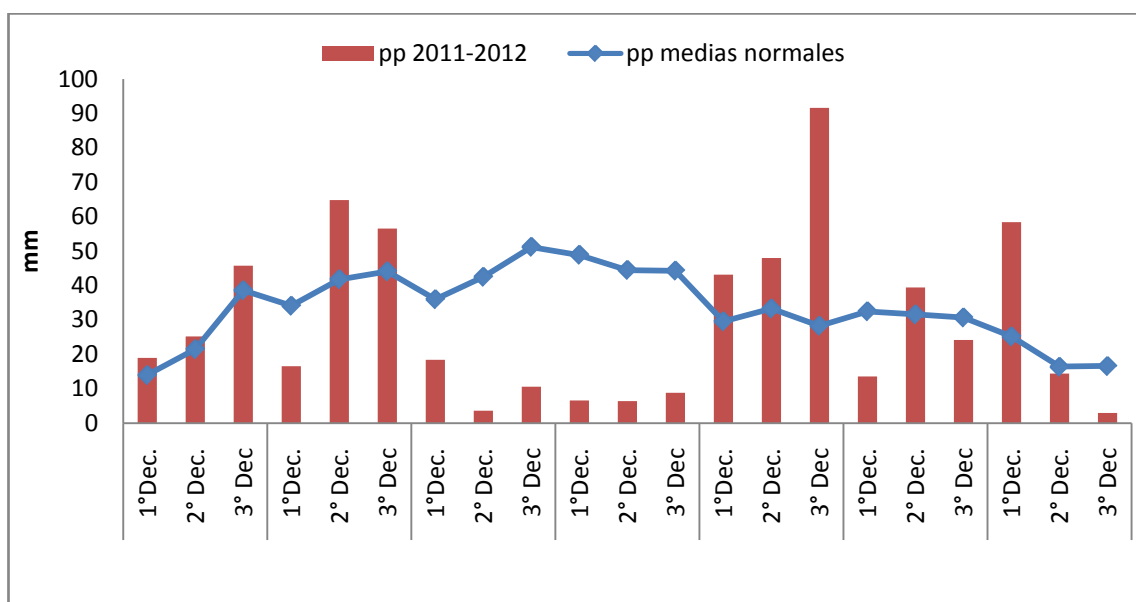
Las variables del cultivo fueron sometidas a ANAVA (análisis de la varianza) y los promedios se compararon según test de LSD Fisher ( $\alpha= 0,05$ ) y comparaciones múltiples. Las relaciones simples entre variables del cultivo y factores del suelo y clima se cuantificaron mediante correlaciones y regresiones. Dichos análisis fueron realizados con el programa Infostat versión 2011.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Observaciones y mediciones realizadas durante el estudio

#### Del clima:

Las precipitaciones normales y de la campaña 2011-12 en Río Cuarto para los meses de octubre a abril se observan en la figura 1. En el mes de octubre, las precipitaciones fueron similares a las normales mientras que en noviembre hubo precipitaciones levemente superiores. En los meses de diciembre y enero se observa una gran deficiencia de agua, ya que las precipitaciones normales para estos meses son de 129,7 y 137,7 mm, respectivamente y en la campaña 2011-12 se registraron 32,6 y 21,8 mm; es decir un 74,9 y 84,2% inferiores, respectivamente para cada uno de esos meses. En el mes de marzo las precipitaciones fueron levemente inferiores respecto a las normales, mientras que en abril, superaron los valores normales, principalmente en la primera década.

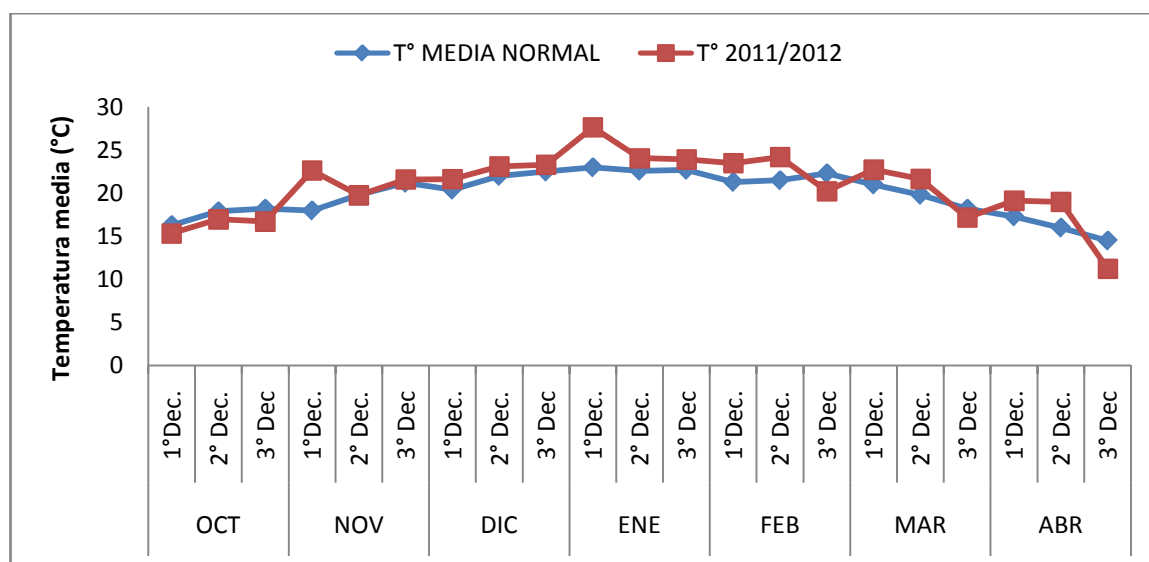


**Figura 1.** Precipitaciones durante la estación de crecimiento del maní, normales y del ciclo 2011/12, en Río Cuarto.

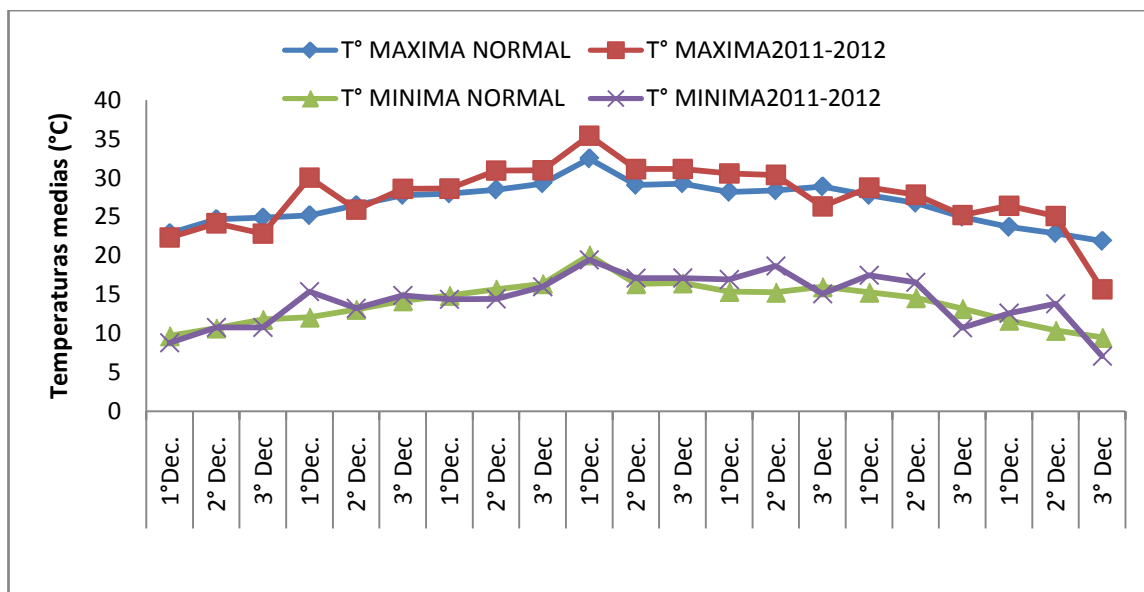
En cuanto al total de precipitaciones registradas para el ciclo de crecimiento, se contabilizaron 508,6 mm en el tratamiento bajo riego y 511,6 mm en secano, siendo 12,4 y 14,4% inferiores respecto a lo esperado para los periodos de crecimiento de cada tratamiento, respectivamente. Estas diferencias se debieron a que el ciclo del maní en secano tuvo una duración de 172 días, 13 más que en el tratamiento bajo riego (159 días). Este atraso se debe a las condiciones de estrés hídrico que afectaron el desarrollo del cultivo en secano. Condición que no se produjo bajo riego debido a que fueron aplicados 297 mm de agua, alcanzando un total de 805,6 mm durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo. Reboyras (2008) y Caudana (2006) describen un atraso de 13 y 10 días, respectivamente, para la

primera cohorte y de 10 días para la segunda cohorte, en el comienzo de la fase lineal de crecimiento de los frutos, y que este atraso solo ocurrió cuando el estrés fue en la zona radical.

En general, las temperaturas durante la estación de crecimiento del cultivo fueron mayores en comparación con las normales (figura 2), siendo el mes de enero donde se observó la mayor diferencia. Estas mayores temperaturas medias se debieron a que las temperaturas máximas medias fueron mayores a las normales y no a un aumento de las temperaturas mínimas medias. En la figura 3 se observa que las temperaturas máximas fueron mayores desde principios de diciembre hasta mediados de febrero y el registro extremo de temperatura máxima en enero. Las temperaturas mínimas se aproximaron a los valores normales, excepto en el mes de febrero donde fueron levemente superiores a los registros normales.

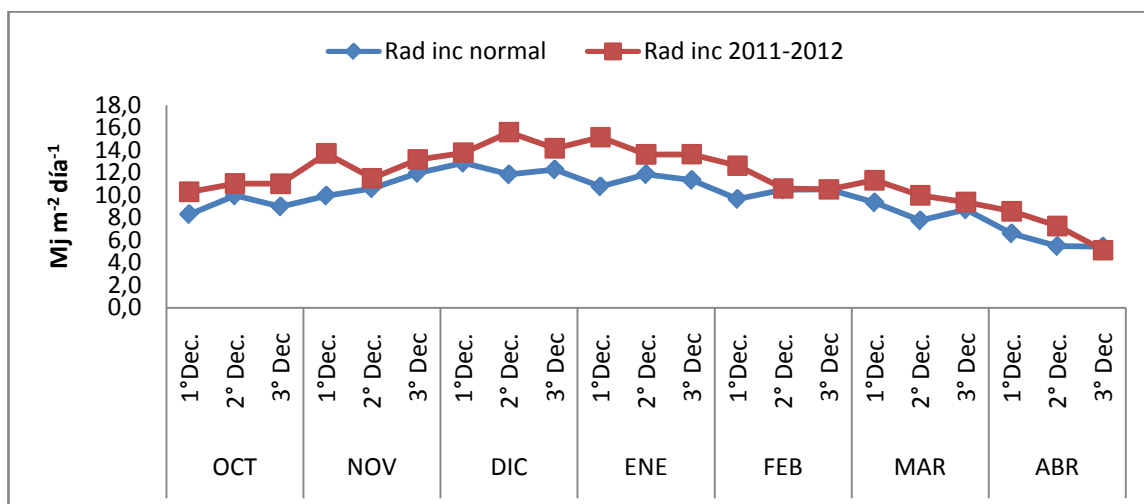


**Figura 2.** Temperaturas medias durante la estación de crecimiento, del ciclo 2011/12 y normales, en Río Cuarto.



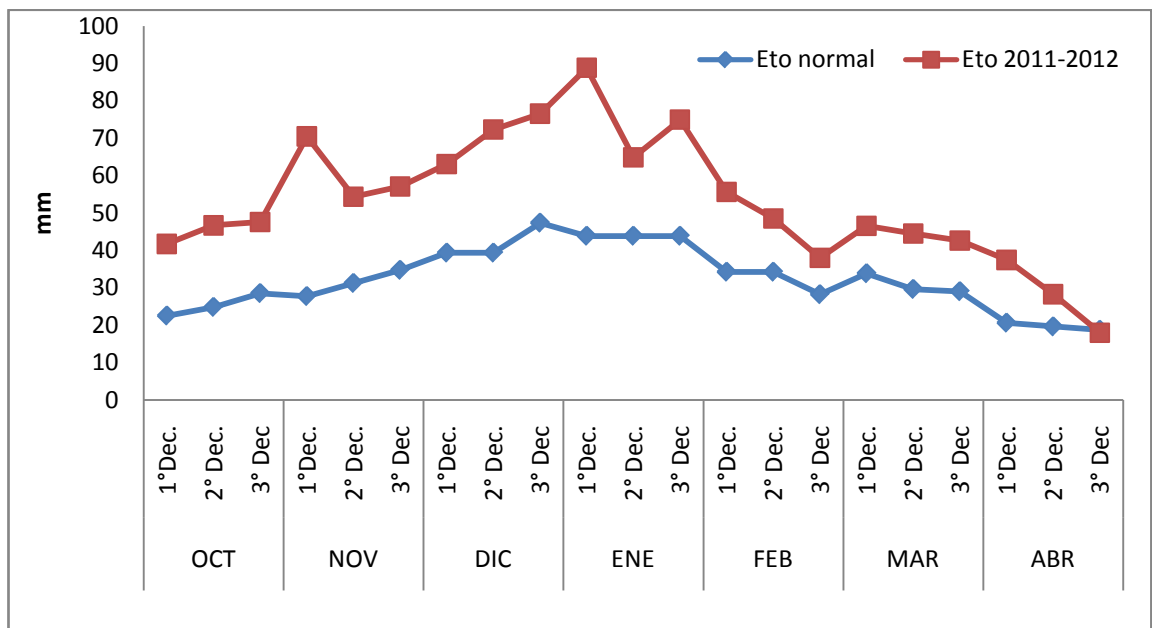
**Figura 3.** Temperaturas máximas y mínimas medias para la estación de crecimiento 2011/12 y los valores normales, en Río Cuarto.

En la figura 4 se grafica la radiación fotosintéticamente activa incidente normal (RFAinc normal) y de la campaña 2011/12 (RFAinc 11/12), siendo ésta última superior a la RFAinc normal en casi todo el ciclo de crecimiento del cultivo. Esto se debió a la baja nubosidad observada durante el ciclo del cultivo, excepto durante la segunda y tercera década de febrero que coincidió con las mayores precipitaciones registradas.



**Figura 4.** Radiación fotosintéticamente activa incidente, normal y correspondiente a la campaña 2011/12, en Río Cuarto.

Finalmente, la evapotranspiración potencial de la campaña 2011/12 fue mayor a los valores normales en todo el ciclo de crecimiento del cultivo, excepto en la tercera década del mes abril (figura 5).



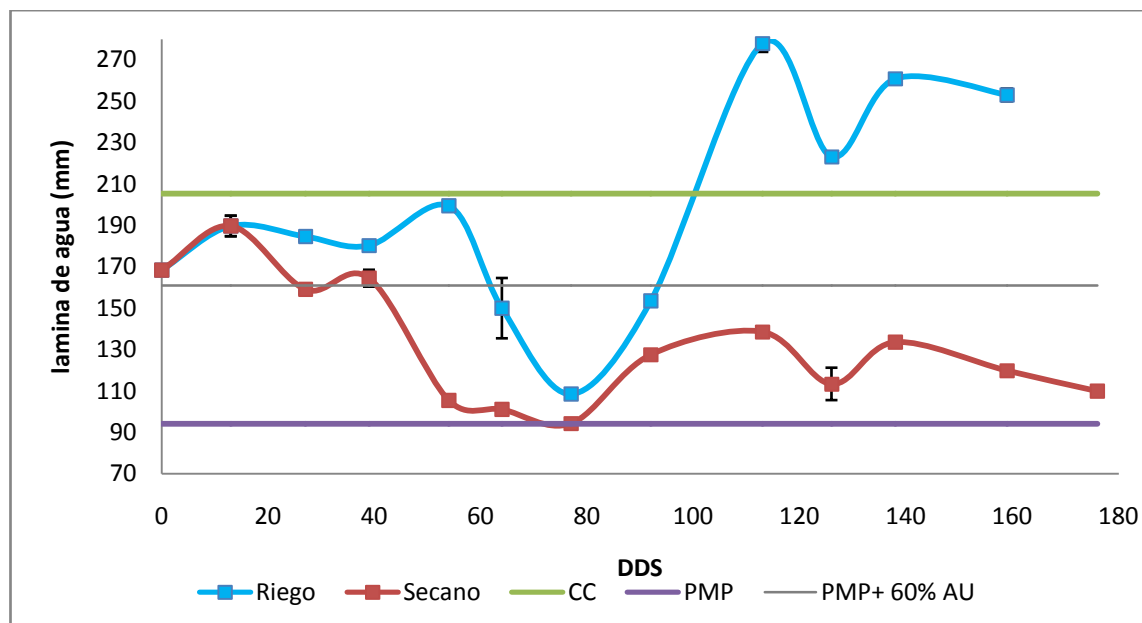
**Figura 5.** Evapotranspiración potencial normal y la cuantificada en el ciclo 2011/12, en Río Cuarto.

### **Del suelo:**

En el tratamiento bajo riego se mantuvo el contenido de humedad por encima del 60% de agua útil (figura 6), excepto por un corto periodo alrededor de los 80 días después de la siembra (DDS), debido a problemas operativos con el equipo de riego. No obstante, el contenido de humedad nunca llegó al punto de marchitez permanente (PMP) por la aplicación de un riego de 45 mm el día 26 de enero (77 DDS).

En seco, durante los primeros 40 días posteriores a la siembra, el contenido de humedad estuvo por encima del 60% del agua útil, debido a las lluvias de los meses de octubre, noviembre y anteriores, que recargaron el perfil del suelo. Luego, a causa del gran déficit de precipitaciones ya mencionado, el agua del suelo permaneció debajo del 60%, llegando incluso a valores cercanos a PMP.





**Figura 6.** Contenido de humedad medido en mm de lámina de agua para los tratamientos de riego y secano, punto de marchitez permanente (PMP), capacidad de campo (CC) y contenido de humedad al 60% del agua útil, en función de los días después de la siembra (DDS).

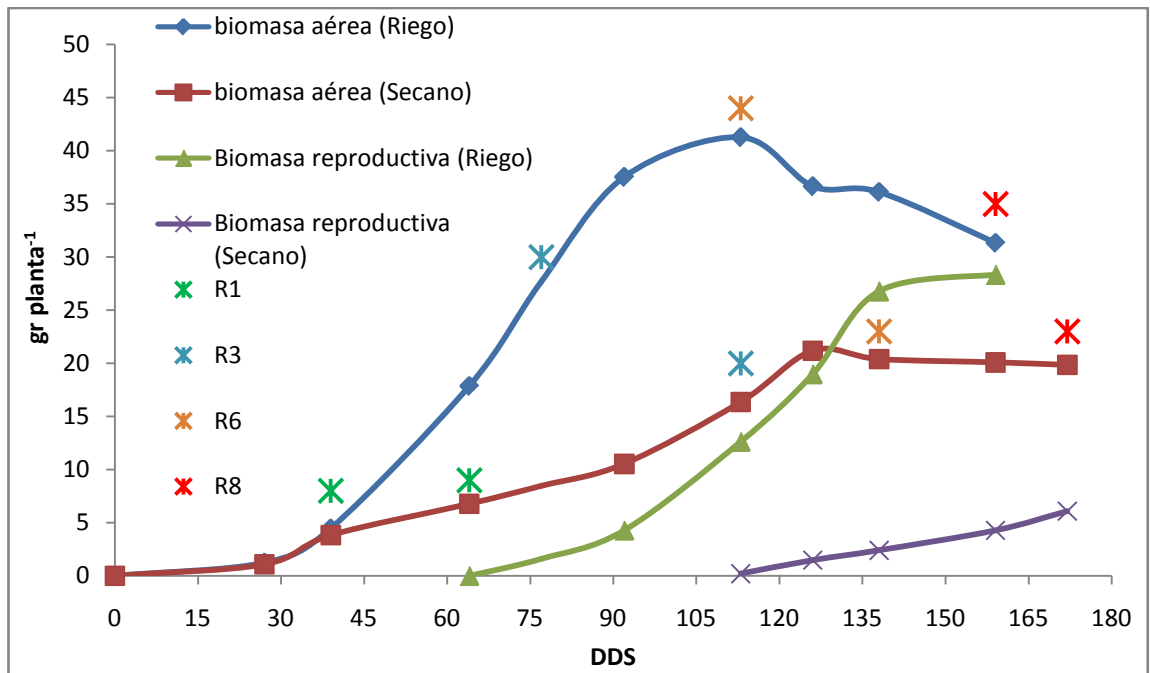
### **Del cultivo:**

#### **Materia seca por planta**

En la condición bajo riego, la biomasa total acumulada fue superior a la producida en secano, alcanzando un valor máximo promedio de  $62,8 \text{ gr planta}^{-1}$ ; mientras que, bajo estrés hídrico el peso seco fue  $25,9 \text{ gr planta}^{-1}$  (figura 7). Esto se debió a que la tasa promedio de crecimiento del cultivo bajo riego fue  $0,375 \text{ gr planta}^{-1} \text{ día}^{-1}$  y en secano tan sólo de  $0,147 \text{ gr planta}^{-1} \text{ día}^{-1}$  debido al gran déficit de agua que experimentó.

Similar a lo encontrado por otros autores, el déficit hídrico redujo tanto la producción de materia seca (Chapman *et al.*, 1993; Giambastini, 1998), como la tasa de crecimiento del cultivo (Benett *et al.*, 1981; Boote y Ketring, 1990; Chapman *et al.*, 1993). En la figura 7 se observa que la biomasa aérea total y la reproductiva, ambas acumuladas, fueron mayores en las situaciones bajo riego. Así, bajo riego la primera de ellas alcanzó un máximo de  $41,3 \text{ gr planta}^{-1}$ , para luego disminuir hasta un valor de  $31,3 \text{ gr planta}^{-1}$ , debido posiblemente a la remobilización de asimilados hacia la biomasa reproductiva. Mientras, en secano alcanzó un valor máximo de biomasa aérea de  $21,2 \text{ gr planta}^{-1}$  que también disminuyó a tan sólo  $19,9 \text{ gr planta}^{-1}$  con una menor remobilización que en el tratamiento bajo riego. Por su parte, la biomasa reproductiva acumulada en la situación bajo riego alcanzó un máximo de  $28,3 \text{ gr planta}^{-1}$ , y en la situación de secano tan sólo  $6,1 \text{ gr planta}^{-1}$ . En este sentido, Boote y Ketring (1990) argumentan que la deficiencia de agua del suelo puede demorar el desarrollo del

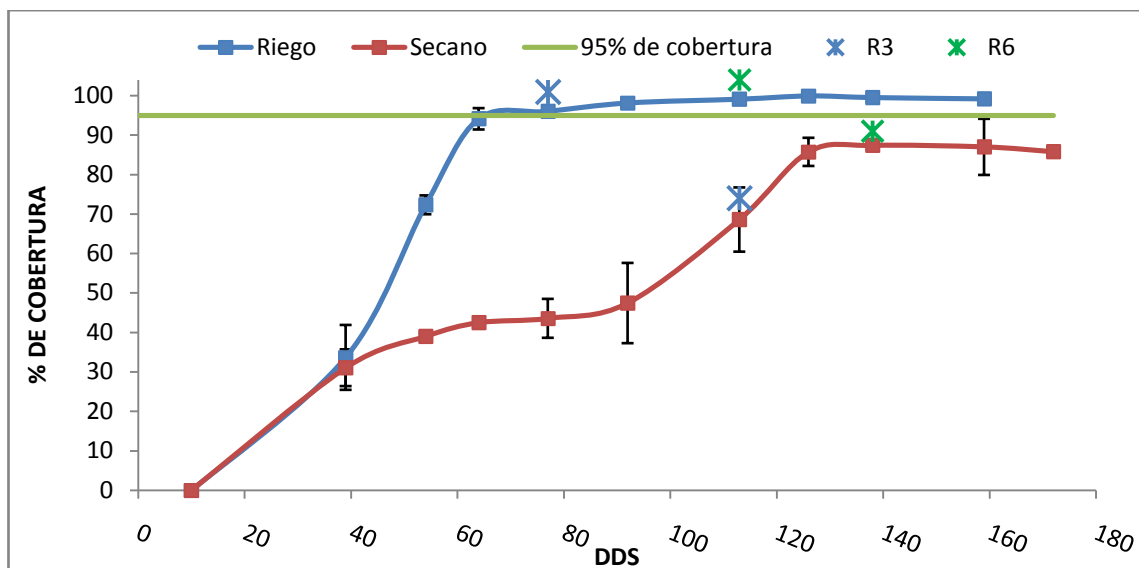
cultivo, aunque el efecto es mayor sobre el crecimiento, la acumulación de materia seca y la formación de frutos.



**Figura 7.** Biomasa aérea y reproductiva acumulada para el tratamiento bajo riego y en secano en función de los días después de siembra (DDS). Se indican los estadios fenológicos R1, R3, R6, R8 de cada tratamiento.

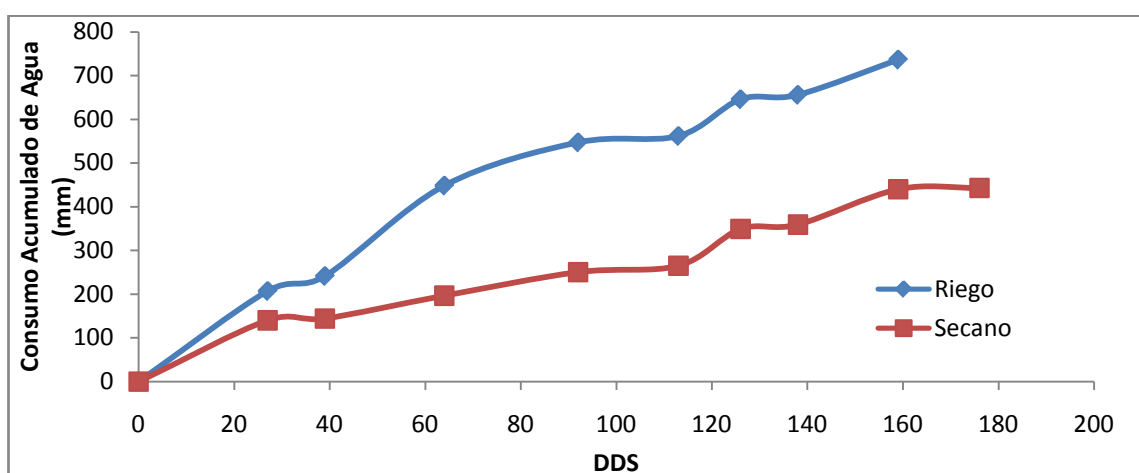
#### Cobertura del suelo

En el tratamiento bajo riego la cobertura del suelo por el canopeo del cultivo llegó al 95% en el estadio fenológico R3 y a un máximo de 99,9% entre R6 y R7; por lo que el periodo crítico del cultivo (R3-R6) transcurrió con el mayor porcentaje de cobertura del suelo, que implica captar la mayor cantidad de radiación incidente fotosintéticamente activa (RFAinc) durante el mismo (figura 8). Por su parte, el tratamiento de secano nunca alcanzó el 95% de cobertura, siendo el valor máximo registrado de 87,4% en la etapa R6. Además, al inicio del periodo crítico (R3) la cobertura fue del 68,6%, por lo que para esta situación no se pudo alcanzar el máximo de intercepción de RFAinc.



**Figura 8.** Porcentaje de cobertura del suelo para el tratamiento con riego y en secano en función de los días después de siembra (DDS). También fue señalado el comienzo del periodo crítico (R3) y su finalización (R6).

El consumo de agua fue siempre superior para el tratamiento con riego llegando a un valor máximo de 737 mm, mientras que para el tratamiento en secano llego a tan sólo a 443 mm (figura 9). Esto se debe, por un lado, a la gran diferencia de cobertura del suelo lograda en cada tratamiento (figura 8), a la menor disponibilidad de agua en el suelo (figura 6) y, por otro, a la mayor disponibilidad de agua proveniente del aporte de riego que tuvo el tratamiento respectivo que, como se mencionó antes fue 297 mm distribuidos en todo el ciclo del cultivo.



**Figura 9.** Consumo acumulado de agua (mm) del cultivo en función del tiempo en días después de la siembra (DDS), para el tratamiento con riego y en secano.

En el cuadro 1, se observan los mm de agua evapotranspirada por el cultivo en cada tratamiento y cuántos de ellos fueron evaporados desde el suelo y transpirados por el cultivo. El tratamiento bajo riego tuvo mayor Evapotranspiración (ET) (737 mm) que el tratamiento de secano (443 mm), aunque la participación relativa de la evaporación del suelo (Es) y la transpiración (T) fue similar en ambos tratamientos.

**Cuadro 1.** Evapotranspiración (ET), evaporación del suelo (Es) y transpiración (T) de cada tratamiento y la participación relativa de cada componente del agua consumida.

Tratamiento	ET	Es		T	
	mm	mm	%	mm	%
Riego	737	212	28,77	525	71,23
Secano	443	115	25,96	328	74,04

Con la relación entre la biomasa producida ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y la evapotranspiración real acumulada (mm) se calculó la eficiencia de uso del agua (EUA), para la biomasa total y para la biomasa cosechable. En el cuadro 2 se incluyen los datos de biomasa total producida, biomasa reproductiva y la EUA para cada una de ellas. También se calculó la eficiencia transpiratoria para la biomasa total y reproductiva, como la pendiente de la relación entre ambas biomásas y la transpiración del cultivo (figuras 10 y 11).

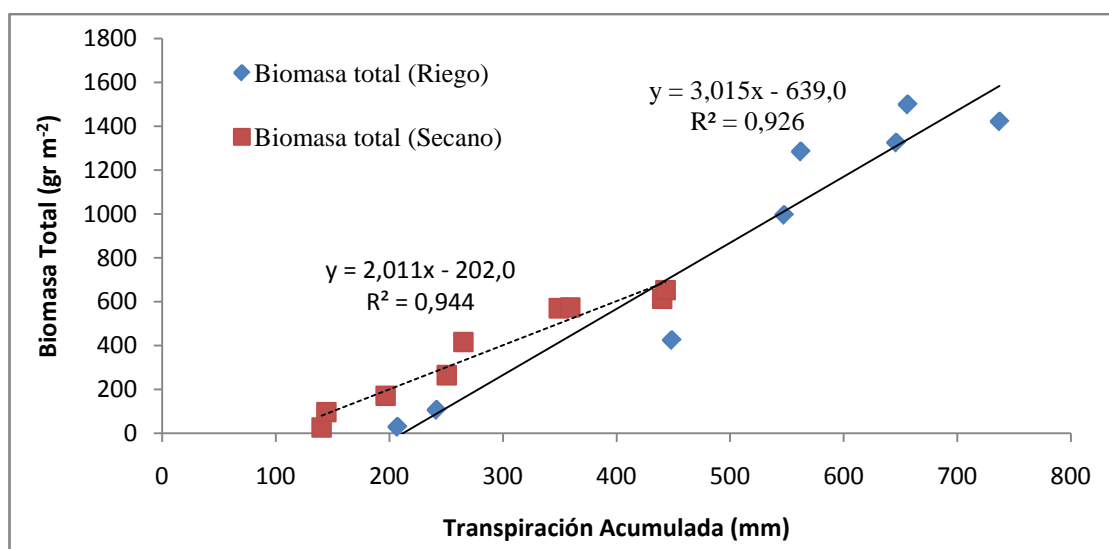
**Cuadro 2:** Biomasa total ( $\text{gr m}^{-2}$ ), biomasa reproductiva ( $\text{gr m}^{-2}$ ), EUA para biomasa total y reproductiva ( $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$ ), eficiencia transpiratoria para biomasa total y reproductiva ( $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$ ).

Tratamiento	Biomasa total	Biomasa Frutos	EUA biomasa total	EUA Frutos	Ef. transpiratoria total	Ef. transpiratoria frutos
	$\text{gr m}^{-2}$	$\text{gr m}^{-2}$	$\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$	$\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$	$\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$	$\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$
Riego	1421,7	675,2	1,93	0,92	3,01	2,84
Secano	652,9	153,3	1,47	0,35	2,01	0,74

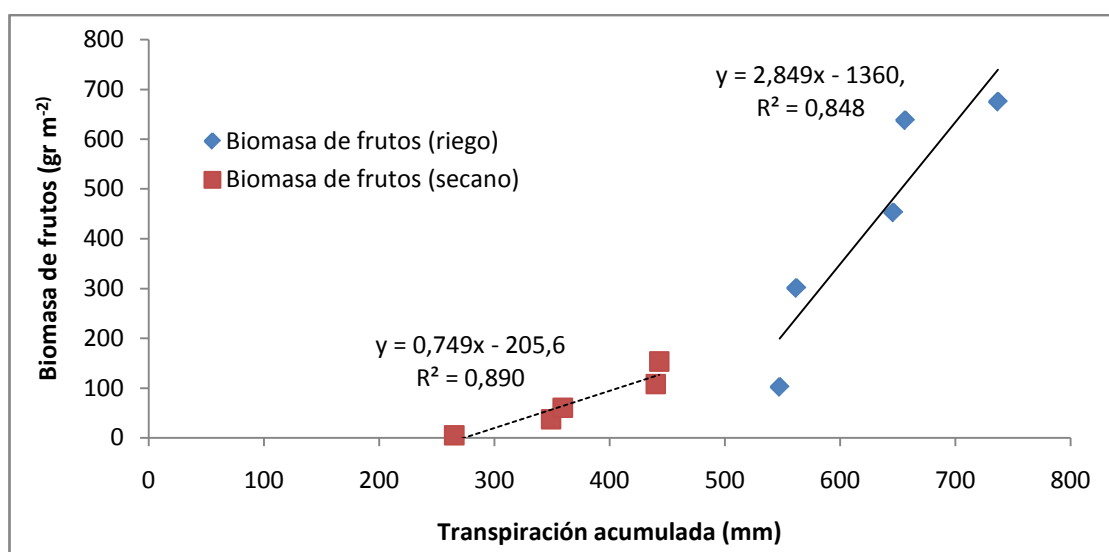
La EUA de frutos mostró valores similares a los encontrados por Collino *et al.* (2000), quienes reportaron valores de 1,13 a 1,24  $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$  y de 0,22 a 0,75  $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$  en tratamientos con riego y bajo estrés hídrico, respectivamente y para cultivares de maní con diferente tolerancia a sequía. A tal efecto, Giayetto *et al.* (2005) encontraron valores de EUA para frutos de 1,07  $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$  para un cultivar tipo runner sembrado a 0,7 m entre surcos, mientras que las eficiencias transpiratorias fueron similares a las encontradas en este estudio (3,16 y 1,40  $\text{gr m}^{-2} \text{mm}^{-1}$  para biomasa total y de frutos, respectivamente).

La EUA varía con el genotipo (Collino *et al.*, 2000) y el régimen hídrico recibido, y tiene una relación inversa con el rendimiento y la eficiencia fotosintética; o sea se requieren

mayores volúmenes de agua por unidad de materia seca producida con el aumento del rendimiento (Dardanelli, 1998).



**Figura 10.** Biomasa total en función de la transpiración acumulada para los tratamientos con riego y en seco. La pendiente de la línea de ajuste expresa la eficiencia transpiratoria.



**Figura 11.** Biomasa de frutos en función de la transpiración acumulada para el tratamiento con riego y en seco. La pendiente de la línea de ajuste expresa la eficiencia transpiratoria.

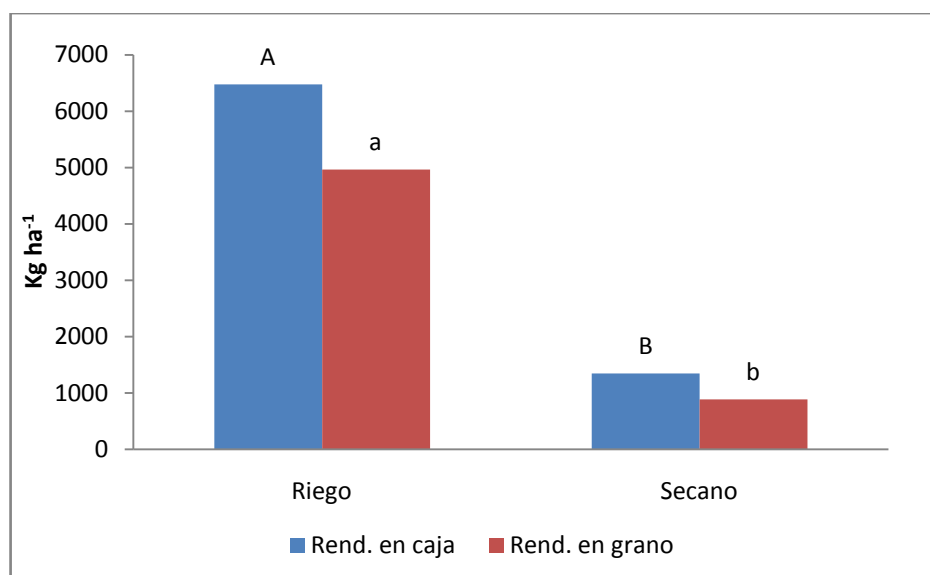
Matthews *et al.* (1988); Hebbar *et al.* (1994); Abatte *et al.* (2004) y Haro *et al.* (2010) demostraron que el déficit hídrico promueve el aumento en la eficiencia de uso del agua para la producción de biomasa, esto fue obtenido a partir de diferentes cultivos, incluido el maní, y esta respuesta es atribuida al efecto diferencial del cierre estomático sobre el intercambio gaseoso. Tal respuesta reduce en mayor medida la pérdida de agua que la captura de CO<sub>2</sub>

(Sinclair *et al.*, 1984; Martin y Ruiz-Torres, 1992). Contrariamente a la bibliografía citada, en este trabajo no se encontró la misma respuesta, debido posiblemente a que el periodo de déficit hídrico y de altas temperaturas descrito anteriormente que tuvo una duración de más de 100 días ininterrumpidos (Morla *et al.*, 2012), y una baja cantidad de agua almacenada en el perfil (figura 6). Sin embargo, Haro *et al.* (2010) destaca la gran variación que la sequía provoca en la EUA, particularmente su disminución cuando ocurren mermas drásticas en el rendimiento en grano debido a problemas en el clavado por una excesiva impedancia de la capa superficial de suelo (i.e., efectos indirectos del déficit hídrico) esto también fue reportado por Reyboras (2006) y Caudana (2008).

### Componentes del rendimiento

El riego aumentó el rendimiento en caja ( $p=0,0031$ ) y el de granos ( $p=0,0050$ ), (figura 12).

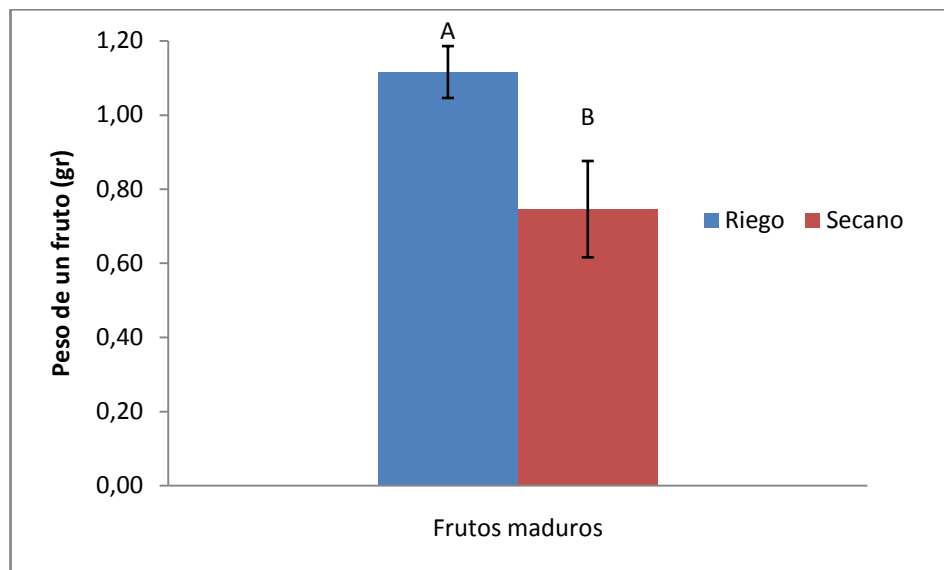
El rendimiento en caja del tratamiento regado fue de 6474 Kg ha<sup>-1</sup> mientras que el de secano solo alcanzó los 1345 Kg ha<sup>-1</sup>; similares resultados se encontraron en el rendimiento en grano donde bajo riego fue de 4963 Kg ha<sup>-1</sup> con una relación grano/caja del 76,6%, y en secano solo fue de 884 Kg ha<sup>-1</sup>, con una relación grano/caja de 65,7%. Al respecto, Cerioni (2003) encontró que la relación grano/caja fue ligeramente superior cuando la sequía se produjo al final del ciclo del cultivo con valores entre 79,1 y 78,8% y de 73,3 y 72,9 % cuando el estrés hídrico estuvo al comienzo del ciclo.



**Figura 12:** 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.

Para los componentes directos del rendimiento, número de frutos maduros  $m^{-2}$  y peso individual de frutos, en las figuras 13 y 14 se puede observar que ambos parámetros mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) con valores siempre superiores en el tratamiento bajo riego.

El peso individual de un fruto maduro en el tratamiento con riego fue en promedio de 1,12 gr y para el tratamiento en seco de 0,75 gr, lo que representa una disminución del 33%. Un efecto similar encontró 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.

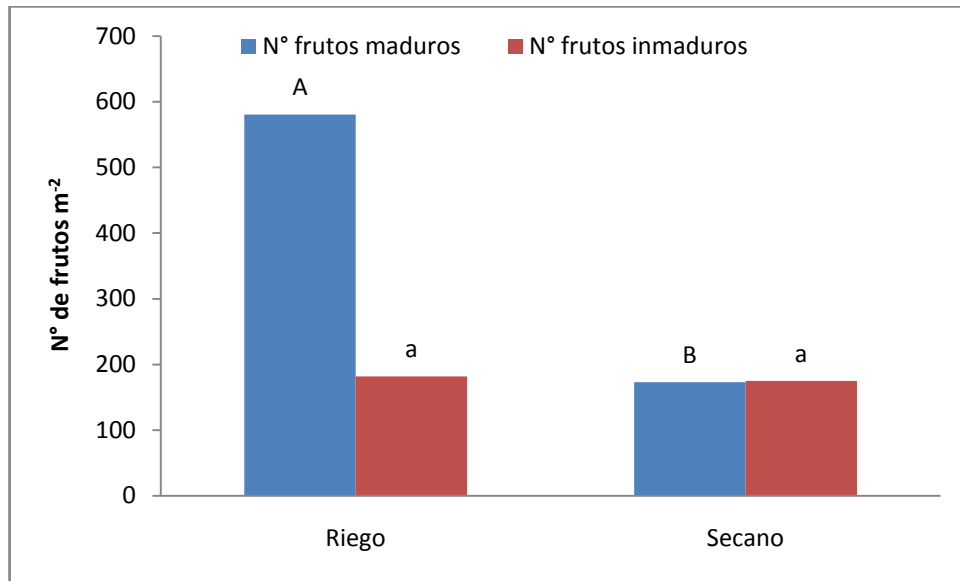


**Figura 13.** Peso de un fruto para el tratamiento con riego y en seco. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,0324$ ).

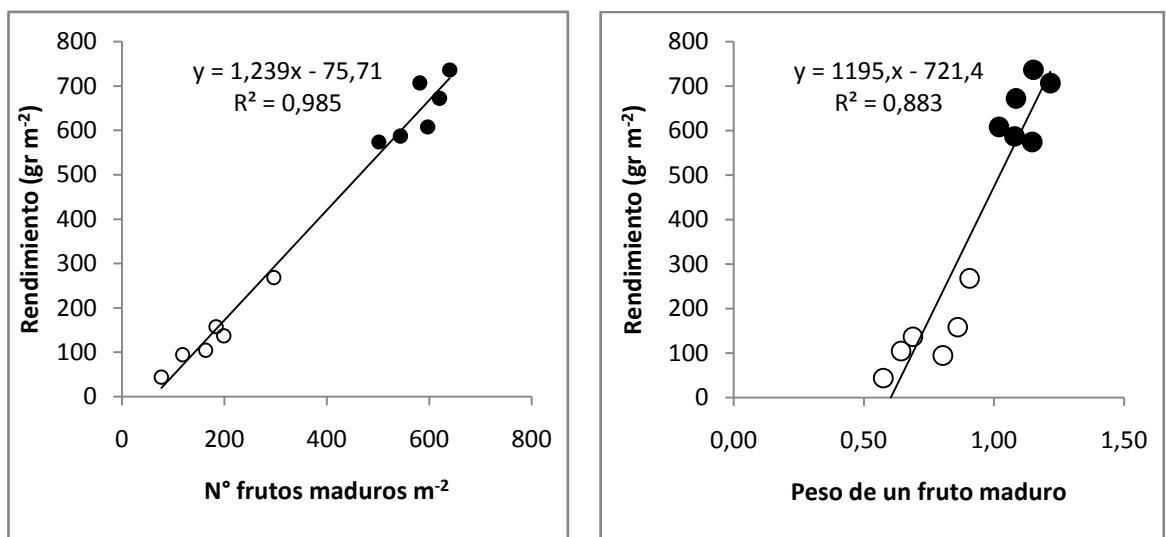
El número de frutos maduros por unidad de superficie, fue donde se encontraron las mayores diferencias entre los tratamientos, llegando en la condición bajo riego a 581 frutos maduros  $m^{-2}$ ; mientras que en seco dicho valor fue de 173 frutos maduros  $m^{-2}$ . Por otro lado, el número de frutos inmaduros  $m^{-2}$  no se diferenció entre los tratamientos, posiblemente debido al alto grado de indeterminación que presenta el cultivo de maní (Stalker, 1997).

Esa 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 (Skelton y Shear, 1971; Ono *et al.*, 1974; Boote *et al.*, 1976; Pallas *et al.*, 1979). No obstante, el déficit hídrico durante el llenado de los frutos generalmente reduce su peso y el de las semillas (Nageswara Rao *et al.*, 1985; Wright

et al., 1991), y la magnitud relativa de esos cambios depende del momento en que se produzca tal estrés (Boote y Ketring, 1990).



**Figura 14.** Número de frutos maduros e inmaduros por m<sup>2</sup> para el tratamiento con riego y en secano. Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) para número de frutos maduros e inmaduros, respectivamente



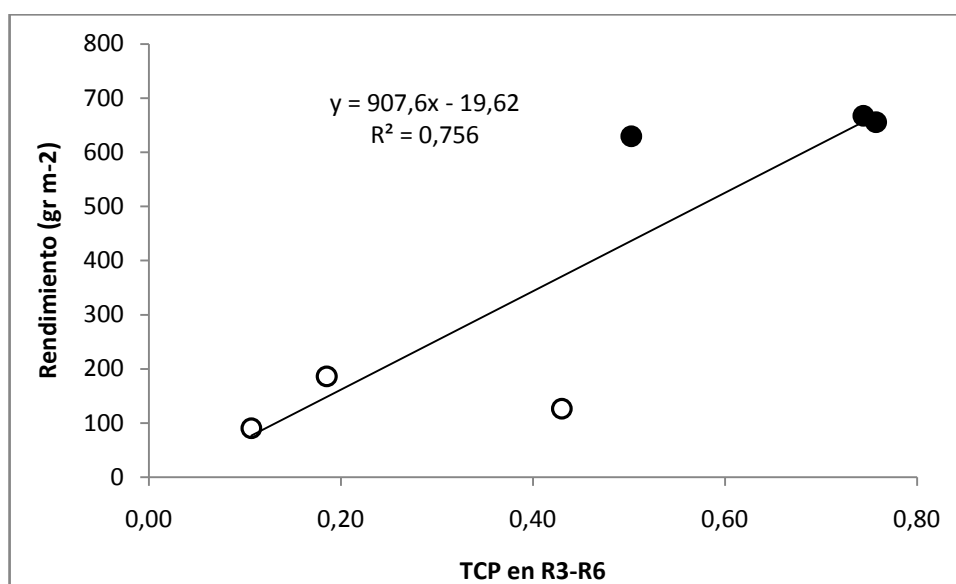
**Figura 15.** Regresión lineal entre el número de frutos maduros m<sup>-2</sup> (izquierda) y peso individual de frutos (derecha) con el rendimiento. Tratamiento con riego (círculos llenos) y secano (círculos vacíos).

La diferencia en los ajustes entre componentes numéricos y el rendimiento (mayor para número de frutos maduros que para el peso individual) (Figura 15), se debe a que el número de frutos es más influenciado por las condiciones ambientales que su peso. Las diferencias de peso individual de frutos maduros a favor del tratamiento con riego, se deben



a la baja humedad del suelo almacenada en el tratamiento en secano, que no le permitió al cultivo compensar el menor número de frutos con un mayor peso de los mismos, además en maní no se observan grandes compensaciones entre número y peso ya que este cultivo, en general, presenta una limitación por fuente de fotoasimilados (Morla, 2012 *Com. Pers.*).

Por otro lado, se observó un buen ajuste entre la tasa de crecimiento por planta en el periodo crítico (R3-R6) de definición de los componentes del rendimiento y el rendimiento de frutos maduros (figura 16), donde se observa que en las menores tasas de crecimiento por planta observadas en el tratamiento bajo condiciones de secano se condicen con los menores rendimientos a cosecha y viceversa.



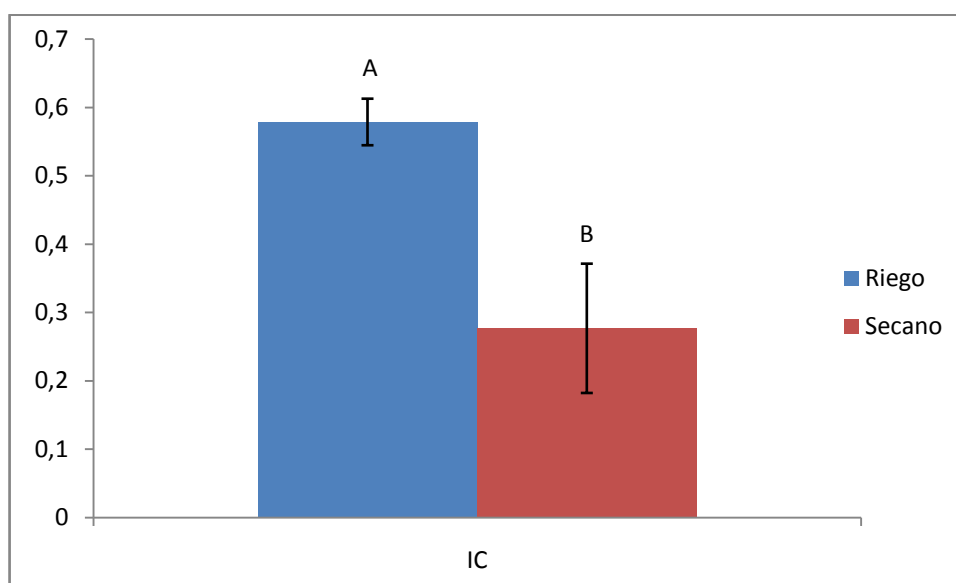
**Figura 16.** Relación lineal entre la tasa de crecimiento por planta en el periodo crítico (R3-R6) y el rendimiento de frutos maduros. Tratamiento con riego (círculos llenos) y en secano (círculos vacíos).

El tratamiento con riego tuvo un 76,3% de frutos maduros a cosecha R8, mientras que en secano fue de 49,1%, con diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). Esta diferencia podría haber sido mayor, ya que como describen varios autores (Nageswara Rao *et al.*, 1985; Wright *et al.*, 1991; Cerioni, 2003) bajo condiciones de estrés hídrico el maní reduce su tasa de desarrollo alargando el ciclo. En este trabajo, la fecha de cosecha del tratamiento en secano ocurrió 13 días posteriores a la del tratamiento bajo riego. Este retraso, y consecuente alargamiento del ciclo del cultivo, se observó en la mayoría de los lotes de producción en la campaña 2011/12, con registros de inicio de arrancado desde los 170 días después de la siembra (Cerioni *com. pers.*).

Al igual que lo reportado por Pallas *et al.* (1979), Pandey *et al.* (1984), y Nageswara Rao *et al.* (1985), el índice de cosecha (IC) disminuyó por efecto del estrés hídrico en este

estudio. Como se puede apreciar en la figura 17, IC mostró diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,01$ ) a favor del tratamiento con riego donde se obtuvo el mayor valor (0,57), mientras que en el tratamiento sin riego tan solo llegó a un valor de 0,27.

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 (Pallas *et al.*, 1979). En el estudio de Nageswara Rao *et al.* (1985), 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.

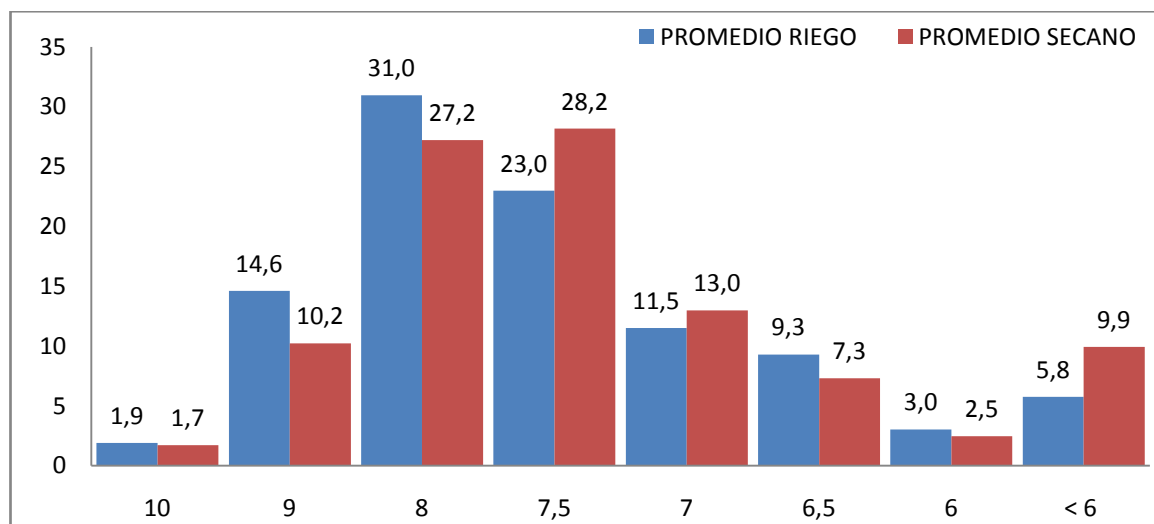


**Figura 17.** Índice de cosecha (IC) del tratamiento con riego y en seco. Letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,01$ ).

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 seco produjo sólo un 37,1% menos de biomasa vegetativa ( $4996 \text{ Kg ha}^{-1}$  contra  $7316 \text{ Kg ha}^{-1}$  observado en el tratamiento con riego), mientras que el rendimiento en caja se vio disminuido en un 79,2% respecto al tratamiento bajo riego (figura 12). Giambastiani (1998), describe 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 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.

### Granometría

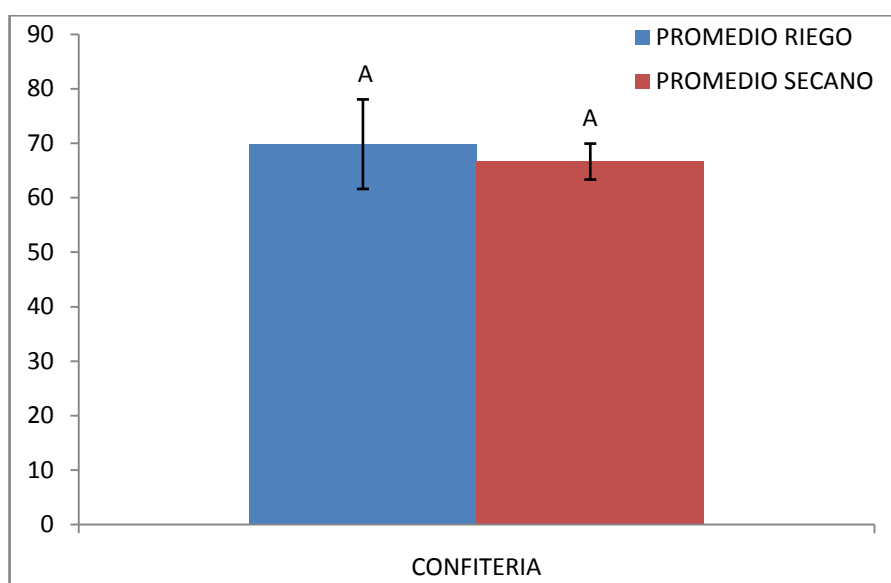
Se encontraron diferencias entre los tratamientos en la distribución relativa de granos según su calibre (figura 18), hubo una mayor proporción de granos en los calibres 7; 7,5 y <6 mm de la situación en seco, mientras que en el tratamiento bajo riego se destacaron los calibres de mayor tamaño (8; 9 y 10 mm).



**Figura 18.** Distribución porcentual del tamaño de los granos según los diferentes calibres en el tratamiento con riego y seco.

### Porcentaje de maní confitería

El porcentaje de maní confitería (suma de los granos retenidos en la zaranda de 7,5; 8; 9 y 10 mm) no tuvo diferencias significativas como muestra la figura 19. En ambos tratamientos se obtuvieron valores similares de rendimiento confitería (69,8% bajo riego y 66,6% en seco).



**Figura 19.** Porcentaje de maní confitería para el tratamiento con riego y en seco.

Según Cerioni (2003) 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.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo, realizado bajo las condiciones edáficas y climáticas de la región de Río Cuarto en un ciclo con una de las sequías más severas de los últimos 40 años, permiten concluir que el riego suplementario es una de las prácticas de gran efecto sobre el rendimiento del cultivo de maní ya sea en caja o grano.

El rendimiento en caja estuvo altamente relacionado con ambos de sus componentes principales (número y peso), pero el más importante fue el número de frutos maduros.

También se encontró una estrecha relación entre la tasa de crecimiento por planta en el periodo crítico (R3-R6) y el rendimiento en caja; modificaciones en el índice de cosecha y en la producción final de biomasa, y que la diferencia en el índice de cosecha 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.

El tratamiento bajo riego mostró una mayor eficiencia en el uso del agua que el tratamiento en secano a diferencia de lo descrito en la bibliografía para experimentos de sequías controladas y de corta duración, demostrando una interacción entre el momento, duración y la intensidad de una sequía.

No se observaron diferencias en el porcentaje de maní confitería, mientras que sí en la distribución porcentual de los diferentes tamaños granométricos entre ambos tratamientos.

En cuanto al porcentaje de frutos maduros en el estadio fenológico R8 se hallaron diferencias estadísticas a favor del tratamiento con riego.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABATTE, P., J. DARDANELLI, M. CANTARERO, M. MATURANO, R. MELCHIORI, Y E. SUERO, 2004. Climatic and water availability effects on water-use efficiency in wheat. **Crop Science** 44: 474-483.
- BENETT, J.M., K.J. BOOTE, y L.C. HAMMOND. 1981. Alterations in the components of peanut leaf water potential during desiccation. **Journal of Experimental Botany**. 32 (130), 1035-1043.
- BOOTE, K.J., R.J. VARNELL, y W.G. DUNCAN, 1976. Relationships of size, osmotic concentration of peanut pods to soil water. *Proceedings Crop and Soil Science Society*, Florida. 35, 47-50.
- BOOTE, K.J. y D.L. KETRING. 1990. Peanut. Chapter 22 In: *Irrigation of Agricultural Crops* (eds. B.A. Stewart y O.R. Nielsen), Agron. Monograph 30: 675-717.
- CAUDANA, G.D. 2006. *Efecto del estrés hídrico sobre el número, peso, tasa de crecimiento y relación grano/caja de frutos de maní*. Trabajo Final de Grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 36p.
- CERIONI, G.A. 2003. *Déficit hídrico en las etapas reproductivas del maní (Arachis hypogaea L.), su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad*. Tesis MSc. FAV-UNRC. Río Cuarto-Cba. 95p.
- CHAPMAN, S., M. LUDLOW, F. BLAMEY y K. FISCHER, 1993. Effect of drought early reproductive development on growth of cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). II. Biomass production, pod development and yield. **Field Crops Research** 32: 211-225.
- COLLINO, D.J., J.L. DARDANELLI, R. SERENO y R.W. RACCA. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and use efficiency. **Field Crop Res.** 68: 133-142.
- DARDANELLI, J. 1998. Eficiencia en el uso del agua según sistemas de labranzas. En: L. Panigatti; H. Marelli; D. Buschiazzi y R. Gil (eds), *Siembra Directa*. INTA-SAGyP, p: 107-115.
- FERNANDEZ, E.M., O. GIAYETTO, L. CHOLAKY SOBARI y G.A. CERIONI. 2006. Ecofisiología y Factores Ambientales En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto. *El cultivo de maní en Córdoba*. Capítulo V. p: 89-112.
- 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., W.E. ASNAL, G.A. CERIONI y S. AMIN. 1995. Respuesta del maní (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes modelos de siembra en la región centro-sur de Córdoba. Resúmenes de la 10a. *Jornada Nacional del Maní*, Gral. Cabrera, p. 6-7.
- GIAYETTO O., CERIONI G.A. y M.S. AMÍN. 2005. Water use, growth and pod yield of two peanut cultivars under different interrow spacing's. *Journal of Peanut Science*, 34 (2): 5-13.
- GILLIER, P. y P. SILVESTRE. 1970. *El cacahuete*. Trad. E. Raimbau. Ed. Blume. 281p.
- HARO, R., J. DARDANELLI, D. COLLINO y M. OTEGUI. 2010. Water deficit and impaired pegging effects on peanut seed yield: links with water and photosynthetically active radiation use efficiencies. *Crop & Pasture Science*, 61: 343-352.
- HARRIS, D., R.B. MATHEWS, R.C. NAGESWARA RAO, Y J.H. WILLIAMS. 1988. The physiological basis for yield between four genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea*) in response to drought. III. Development processes. *Experimental Agriculture*, 24: 215-226.
- HEBBAR, K., V. SASHIDHAR, M.UDAYAKUMAR, R. DEVENDRA, R. NAGESWARA RAO. 1994. A comparative assesment of water use efficiency in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) grown in containers and in the field under water-limited conditions. *Journal of Agricultural Science*, 122: 429-434.
- INFOSTAT, 2011. InfoStat, versión 2011. Grupo InfoStat, F.C.A. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- MARTIN, B. y A. RUIZ-TORRES. 1992. Effects of water deficit stress on photosynthesis, its components and component limitations, and on water use efficiency in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Physiology*, 100: 733-739.
- MATTHEWS, R., D. HARRIS, R. NAGESWARA RAO, J. WILLIAMS, Y WADIA, D. 1988. The physiological basic for yield difference between four genotypic of groundnut in response to drought. I. Dry mater production and water use. *Experimental Agriculture*. 24: 191-202.
- 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 (Arg.) Pag.22-24
- NAGESWARA RAO, R.C., S. SINGH, M.V.K. SIVAKUMAR, K.L. SRIVASTAVA, y J.H. WILLIAMS. 1985. Effect of water deficit at different growth phases of peanut. I. Yield responses. *Agronomy Journal*, 77: 782-786.

- ONO, Y., K. NAKAYAMA, y M. KUBOTA, 1974. The effects of soil temperature and soil moisture in podding zone on pod developments of peanuts. *Crop Science Society of Japan Proceedings*, 43: 247-251.
- PALLAS, J.E. JR., J.R. STANSELL y T.J. KOSKE. 1979. Effects of drought on Florunner peanuts. *Agronomy Journal*, 24: 355-359.
- PANDEY, R.K., W.A.T. HERRERA, Y J.W. PANDLETON. 1984. Drought response of grain legumes under irrigations gradient: I Yield and Yield Components. *Agronomy Journal*, 76: 549-553.
- RAES, D. 2009. The ETo calculator. Version 3.1. Reference manual. FAO Land and Water Division. 36p.
- REBOYRAS, C.W. 2008. *Estado hídrico del maní bajo condiciones hídricas sub-óptimas durante la fructificación*. Trabajo Final de Grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 24p
- SEILER, R., R. FABRICIUS, V. ROTONDO, M. VINOCUR, y J. BONACCI. 1995. *Agroclimatología de Río Cuarto 1974/1993*. Vol I. Cátedra de Agrometeorología- Universidad Nacional de Río Cuarto.
- 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.
- SHORTER, R. y B.W. SIMPSON. 1987. Peanut yield and quality variation over harvest dates and evaluation of some maturity indicies in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 27: 445-453.
- SINCLAIR, T.R. 1984. Leaf area development in field-grown soybeans. *Agronomy Journal*, 76: 141-146.
- SKELTON, B.J. y G. M. SHEAR. 1971. Calcium translocation in peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Agronomy Journal*, 63: 409-412.
- STALKER, H. T. 1997. Peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Field Crops Research*. 53: 205-217.
- STANSELL, J. y J.E. PALLAS. 1985. Yield and quality response of florunner peanuts to drought at several growth stage. *Peanut Science*, 12: 64-70.
- WRIGHT, G., K. HUBICK y G. FARQUHAR, 1991. Physiological analysis of peanuts cultivar response to timing and duration of drought stress. *Australian Journal of experimental Agriculture*, 32: 189-196.



## ANEXO



Tratamiento de riego (izquierda) y secano (derecha) en V9, 22 días después de la siembra (DDS).



Fotografía del ensayo experimental a los 54 DDS. Tratamiento de secano en R1 y 39% de cobertura (izquierda) y tratamiento bajo riego en R2 y 72,3% de cobertura (derecha).





Fotografía del ensayo experimental a los 92 DDS. Tratamiento de secano en R1 y 47% de cobertura (izquierda) y tratamiento bajo riego en R4/5 y 98,2% de cobertura (derecha).



Detalles de las plantas en R1 para secano y R4/R5 bajo riego. La foto superior muestra la diferencia de tamaño mientras que las de abajo (izquierda R4/R5, derecha R1) las etapas fenológicas.