

Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Agronomía y Veterinaria

Trabajo final presentado para optar al grado de ingeniero agrónomo

”Estado hídrico del maní bajo condiciones  
hídricas sub-óptimas durante la fructificación”

Carlos Walter Reboyras  
DNI: 28.700.090

Director: Oscar Giayetto  
Codirector: Guillermo Cerioni

Río Cuarto – Córdoba  
Octubre/2007

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

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Título del Trabajo Final:**

**Autor:** CarlosReboyras

**DNI:** 28.700.090

**Director:** Oscar Giayetto

**Co-Director:** Cerioni Guillermo

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:**

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

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

**Aprobado por Secretaría Académica:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

---

**Secretario Académico**

\_A mis padres quienes me han posibilitado mis estudios.

Agradecimientos:

\_A el co-director del presente trabajo y amigo Sr. Guillermo Cerioni, por la predisposición para la resolución de los innumerables inconvenientes surgidos en el desarrollo del mismo.

\_A el director del presente trabajo Sr. Oscar Giayetto por la claridad de correcciones y su excelente predisposición.

\_A la Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto por el apoyo económico a este proyecto.

## Índice General

<u>Tema</u>	<u>Página</u>
_Presentación y título	
<b>_Capítulo 1: Introducción</b>	1
_Objeto de estudio y problemática	1
_Revisión de antecedentes bibliográficos	2
_Hipótesis	4
_Objetivo general.	4
_Objetivo específico.	4
<b>_Capítulo 2: Materiales y Métodos</b>	5
_Instalación del experimento y tratamientos.	5
_Estadística	9
<b>_Capítulo 3: Resultados y discusión.</b>	10
_Fenología.	10
_Estado hídrico de las plantas.	11
_Crecimiento de los frutos marcados.	14
_Tasa de crecimiento de frutos.	16
_Número y peso de frutos a cosecha.	17
_Perfil de madurez de los frutos.	19
_Biomasa aérea.	20
<b>_Capítulo 4: Conclusión final.</b>	22
<b>_Capítulo 5: Bibliografía citada.</b>	23

## Índice de Figuras

<u>Tema</u>	<u>Página</u>
_ Figura N° 1: Diagrama del dispositivo en el que se desarrollaron las plantas de maní.	6
_ Figura N° 2: Dispositivo armado en el que se observa la ubicación espacial de las distintas partes de las plantas evaluadas.	7
_ Figura N° 3: Instrumento de medición del potencial agua en hoja ( <i>pressure chamber instrument Model 610</i> )	8
_ Figura N° 4: Esquema operativo de funcionamiento de la cámara de presión.	9
_ Figura N° 5: Potencial agua de las plantas sometidas a estrés diferencial y del control sin estrés. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días. <i>DDR2</i> = días después de la etapa R2	11
_ Figura N° 6: Contenido relativo de agua (CRA) de las plantas sometidas a estrés diferencial y del control sin estrés. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días. <i>DDR2</i> = días después de la etapa R2.	12
_ Figura N° 7: Crecimiento de frutos de la primera cohorte (clavos identificados a los 10 <i>DDR2</i> ) para los tratamientos de estrés y el control. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días.	14
_ Figura N° 8: Crecimiento de frutos de la segunda cohorte (clavos identificados a los 23 <i>DDR2</i> ) para los tratamientos de estrés y el control. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días.	14
_ Figura N° 9: Número de frutos producidos por planta (totales y maduros) a la etapa R8 en cada tratamiento.	17
_ Figura N° 10: Peso seco de los frutos producidos por planta (total y maduros) a la etapa R8 en cada tratamiento.	18
_ Figura N° 11: Perfil de madurez de los frutos determinado a cosecha en cada tratamiento.	19
_ Figura N° 12: Biomasa aérea (hojas+tallo y ramas) producida por planta y acumulada a cosecha.	20

## Índice de Tablas

<u>Tema</u>	<u>Página</u>
_ Tabla N° 1: Etapas fenológicas y cronología de las mediciones	7
_ Tabla N° 2: Duración de las principales etapas fenológicas promedio de los tratamientos con estrés y el control.	10
_ Tabla N° 3: Número medio de ginoforos marcados por planta	11
_ Tabla N° 4: Valores de potencial agua en hoja. (Mpa.)	13
_ Tabla N° 5: Valores de contenido relativo de agua en hoja. (%)	13
_ Tabla N° 6: Duración de la fase lineal de crecimiento de los frutos, tasa de crecimiento y coeficiente de correlación de Pearson para los frutos de la primera cohorte.	15
_ Tabla N° 7: Duración de la fase lineal de crecimiento de los frutos, tasa de crecimiento y coeficiente de correlación de Pearson para los frutos de la segunda cohorte.	16

## Resumen

En la actualidad el cultivo de maní se ubica como la cuarta oleaginosa a nivel mundial en orden de importancia y en nuestro país constituye un importante sistema agroindustrial asentado fundamentalmente en la provincia de Córdoba, básicamente por poseer condiciones agro ecológicas adecuadas para el desarrollo del mismo. No obstante, las alteraciones climáticas propias de la región, tal es el caso de las sequías, provocan año tras año cuantiosas pérdidas de producción. Con la finalidad de evaluar la importancia relativa de las fuentes de aprovisionamiento de agua de las plantas se procedió a aislar físicamente la zona de fructificación de la zona radicular. El experimento se condujo sobre dispositivos diseñados a tal fin, bajo una cubierta plástica portátil para evitar la influencia de las lluvias en el período de estudio. La siembra se realizó el 5 de octubre del año 2003, el cultivar utilizado fue Tegua del tipo runner y la cosecha tuvo lugar el 30 de abril de 2004. El estrés se indujo entre los estadios fenológicos R2 y R3 - R4 y se hicieron 10 repeticiones de cada tratamiento, los cuales fueron; Estrés en zona radical (exclusión de riego en la parte radical); Estrés en zona de fructificación (exclusión de riego en la zona de fructificación); Testigo sin estrés. De acuerdo con los resultados obtenidos el efecto más adverso lo produjo el tratamiento con estrés en zona radical provocando un atraso fenológico irremediable que culminó en una importante reducción del rendimiento, afectando número, tamaño y calidad de los granos. En el tratamiento con estrés en zona de fructificación el rendimiento se vio reducido por afectarse el número de granos maduros a cosecha, pero el número total de frutos fue mayor al de los demás tratamientos. El tratamiento testigo no tuvo ninguna limitación hídrica, y culminó el ciclo con el mayor número de frutos maduros.



## Summary

At present, the cultivation of peanut occupies the fourth place in importance in the growing of oil seeds worldwide. In our country, it represents an important agro-industrial system established primarily in the province of Córdoba, basically because of this province's agro-ecological condition suitable for its development. However, every year, significant production losses are caused by the region's characteristic variable weather conditions, such as droughts. In order to assess the relative importance of the water supply sources of the plants, the fruiting zone was physically isolated from the rooting zone. The experiment was carried out on devices designed for such purpose, under a portable plastic cover to avoid the influence of rainfall in the period of study. The sowing took place on 5 October, 2003 and the culture used was Tegua of the runner type. The harvest took place on 30 April, 2004. The stress was induced in the phenologic stages R2 and R3-R4 and 10 repetitions were made in each treatment, such as: Stress in the rooting zone (irrigation excluded); Stress in the fruiting zone (irrigation excluded); Control without stress. According to the result obtained, the most adverse effect was produced by the stress treatment on the rooting zone which caused an irremediable phenologic delay that resulted in a considerable reduction of performance affecting the number, size and quality of grains. Regarding the stress treatment on the fruiting zone, performance was reduced because the number of ripe grains at the time of the harvest affected, but the total number of fruits was higher than in the rest of the treatment. The control treatment did not have any hydric limitation, and at the end of the cycle it had the higher number of ripe fruits.

## INTRODUCCIÓN

### **Objeto de estudio y problemática**

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una leguminosa originaria de América del Sur más precisamente de Bolivia y su antigüedad data de unos 1500 años A.C. Se estima que los aborígenes la introdujeron en nuestro país, en el cual tubo un gran desarrollo y expansión, tal es así que en 1864 era la única oleaginosa sembrada en tierras Argentinas y hasta 1930 sustentó el desarrollo inicial de la producción de aceites comestibles en la industria nacional.

Actualmente constituye la cuarta oleaginosa en orden de importancia a nivel mundial, después de la soja, el algodón y la colza. La superficie sembrada en territorio nacional ronda las 290.000 has. en promedio, alcanzando un pico de 406.560 ha. en la campaña agrícola 97/98, de las cuales la provincia de Córdoba participa con el 98,3 % del total nacional (Devoto y Picca, 2004). La importancia de esta provincia en el complejo manisero toma mayor relevancia si se tiene en cuenta que Argentina es en la actualidad el segundo exportador mundial de maní confitería.

Destacada la importancia de este cultivo para la economía provincial, es de suponer que cualquier factor que afecte negativamente la productividad del mismo es motivo de continuo e intenso estudio, tanto para disminuir los riesgos como para aumentar la rentabilidad del área cultivada. A tal efecto, el presente trabajo intenta contribuir con un aporte al conocimiento de las características ecofisiológicas del maní que permitan alcanzar las premisas antes citadas.

La importancia de ese conocimiento radica en la marcada variabilidad interanual de los factores climáticos que presenta la región Ravello y Seiler, (1978/1979), en particular aquellas referidas a la cantidad y distribución de lluvias durante los meses de enero y febrero coincidentes con el crecimiento reproductivo del cultivo de maní (Cerioni, 2003).

El cultivo de maní requiere como mínimo 600 mm de agua durante su ciclo para expresar su máximo rendimiento. La precipitación promedio en la región manisera es de 525 mm durante el período de crecimiento del cultivo con un coeficiente de variación promedio mensual de 60% (Díaz y Núñez Vásquez, 1982). A ello debe agregarse que una proporción importante de las lluvias se pierde por escurrimiento superficial, determinando junto a la variabilidad interanual la ocurrencia de estrés hídrico de naturaleza intermitente (Giambastiani, 1998).

A ello se agrega que la mayor parte de la superficie manisera en Argentina es realizada en condiciones de secano donde la posibilidad de mejora en la economía del agua pasa por la utilización de técnicas de labranza como la siembra directa, sistema que por las

características de fructificación de este cultivo no es recomendable en todas las situaciones (Giambastiani, 1998).

### **Revisión de antecedentes bibliográficos**

El estado hídrico de las plantas ha recibido mucha atención en los últimos tiempos por ser uno de los principales factores determinantes del crecimiento y desarrollo de los cultivos y por estar, además, subordinado a los aportes hídricos provenientes de las lluvias en la agricultura de secano.

El fenómeno de estrés hídrico o déficit hídrico se refiere a situaciones en las cuales células y tejidos vegetales no se encuentran turgentes. Su magnitud varía desde un simple descenso del potencial agua apreciable sólo si se lo determina, pasando por un marchitamiento incipiente caracterizado por cierre de estomas, marchitamiento temporario con manifestaciones macroscópicas (flacidez, hojas plegadas, decoloración del follaje) hasta el marchitamiento permanente, situación en la cual a pesar de que el vegetal cuenta con agua no puede recuperarse. El origen de dichos déficit se encuentra en el balance hídrico de la planta, cuando las pérdidas por transpiración superan a la absorción radical.

El estado hídrico de un cultivo o de una planta en particular es función directa y está influenciado principalmente por el contenido de humedad del suelo en el que se encuentra implantado.

Numerosos métodos han sido descriptos para cuantificar la condición hídrica de los vegetales, entre ellos la resistencia estomática, el potencial agua en hojas, el contenido de prolina, el contenido relativo de agua (CRA), el pH del extracto foliar entre otros (Collino *et al.*, 1994; citado por Cerioni, (2003).

A continuación se citan los dos métodos de medición de estrés utilizados en este trabajo. El CRA es un satisfactorio descriptor del contenido de agua y estado hídrico del maní (Wright y Nageswara Rao, 1994) y constituye un integrador del balance de agua de las plantas más usado ya que provee relaciones universales entre características fisiológicas y niveles de estrés hídrico (Sinclair y Ludlow, 1985).

El potencial agua medido con la cámara de presión constituye una herramienta útil para la estimación de parámetros fisiológicos con especial atención a los efectos de la sequía. Se utiliza con frecuencia para medir potencial agua en hoja debido a su rapidez y fiabilidad; también porque no requiere un control estricto de la temperatura (Jacobsen y Mújica, 1999).

Potenciales agua en hoja de -3 Mp fueron medidos con tratamientos severos de sequía en la mitad del ciclo de crecimiento de maní y valores tan bajos como -4 Mpa se midieron luego de 35 días de sequía; en el cultivo testigo las mediciones nunca llegaron a valores inferiores a -1,2 Mpa (Pallas Jr. *et al.*, 1979).

El potencial de turgencia de las hojas de maní cultivares Early Bunch y Florunner disminuyó a cero con potenciales agua en hoja de -1,2 y -1,3 Mpa y CRA de 87%.

Entre los factores ambientales el agua es el más limitante para la producción de maní en cuanto a nivel y estabilidad de rendimiento (Díaz y Núñez Vásquez, 1982). La intensidad y duración de la sequía y la fenofase en la que se encuentra el cultivo afectado provocan una variación considerable y es responsable en gran medida de la inestabilidad de los rendimientos.

Ramesh Babú y Rao (1983) reportan que maní tiene una alta adaptabilidad al estrés hídrico y confirman que puede mantener altos niveles de CRA en suelos relativamente secos comparado con cebada, centeno y soja.

Un gran número de procesos son afectados por el estrés hídrico, la acumulación de materia seca es claramente reducida por déficit hídricos prolongados (Stansell *et al.*, 1976; Vivecanandan y Gunasena, 1976; Pallas Jr. *et al.*, 1979; Nageswara Rao *et al.*, 1985; Sivakumar y Sarna, 1986) citados por Boote y Ketring, (1990). En tratamientos aplicados a plantas de maní que recibieron un 20, 33 y 40% menos de agua que el cultivo testigo, la reducción en la biomasa total varió entre 20 y 50%, respectivamente.

Por otro lado, la longevidad de las hojas y la duración del área foliar también fueron reducidos por disminuciones en el potencial agua del suelo. (Sivakumar y Sarna, 1986) citado por Boote y Ketring, (1990).

El déficit hídrico disminuyó la tasa de producción de hojas desde 0,30 a 0,23 hojas/día, lo cual repercute directamente en la acumulación de materia seca y en el crecimiento lateral de la planta (Boote y Ketring, 1990).

El déficit hídrico en la etapa de llenado fue más perjudicial al rendimiento que durante la etapa de clavado (Nageswara Rao *et al.*, 1988).

El peso del fruto, peso de la semilla, porcentaje de pericarpio y rendimiento total de frutos a 100 días después de la siembra fueron significativamente menores en tratamientos con estrés hídrico (Sexton *et al.* 1997).

Peso del pericarpio, uso del agua, peso de la planta, calidad de semillas y germinación fueron significativamente afectados por estrés hídricos (Pallas Jr. *et al.*, 1979).

El déficit hídrico no afecta sólo el rendimiento sino también la calidad fisiológica de las semillas (Boote y Ketring, 1990). Evidencias experimentales mostraron que el déficit hídrico en el cultivo reducen el porcentaje de germinación de las semillas (Pallas Jr, *et al.*, 1979); el crecimiento posterior de plántulas (Ketring, 1991); también se encontraron afectados procesos como la emergencia a campo, el vigor de las plantas y el rendimiento final de la generación siguiente. (Giambastiani, 1998).

### **Hipótesis**

La producción de frutos de maní depende del estado hídrico de la planta asociado al agua disponible en la zona radical y en la zona de fructificación.

### **Objetivo General**

Evaluar la importancia relativa de las fuentes de aprovisionamiento de agua a la planta de maní (zona radical y zona de fructificación) sobre el crecimiento y la producción de frutos.

### **Objetivos específicos**

- ◆ Monitorear el estado hídrico de plantas de maní sometidas a estrés hídrico alternativo en las zonas radical y de fructificación.
- ◆ Ajustar la metodología de medición de la condición hídrica de plantas de maní sometidas a estrés alternativo mediante potencial agua foliar y contenido relativo de agua.
- ◆ Evaluar el crecimiento de los frutos y el rendimiento de maní en plantas sometidas a estrés hídrico alternativo en las zonas radical y de fructificación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Instalación del experimento y tratamientos

El estudio se desarrolló durante el ciclo agrícola 2003-04 en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria (Ruta Nac. 36 Km 601) en el marco del Proyecto de Investigación “Comportamiento de maní (*Arachis hypogaea* L.) bajo condiciones ambientales sub-óptimas en la emergencia y la fructificación” aprobado y subsidiado por la SeCyT-UNRC. El mismo incluyó tres tratamientos experimentales basados en condiciones hídricas diferenciales en la zona radical y de fructificación de las plantas aplicadas entre las etapas fenológicas R3-R4/5.

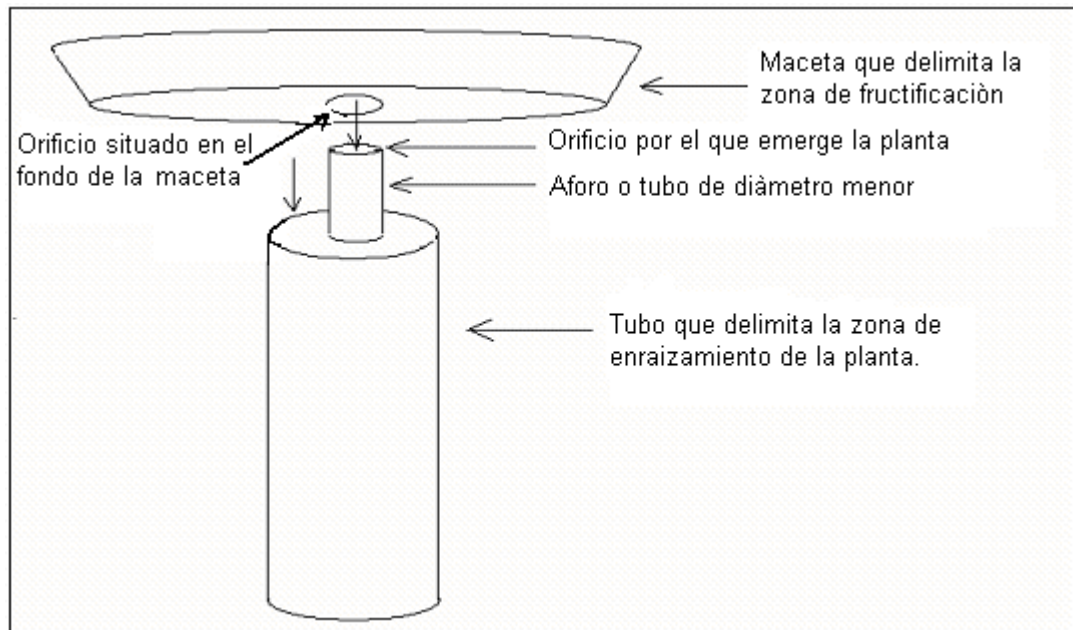
- Estrés en la zona de fructificación (ZF).
- Estrés en la zona radical (ZR).
- Control sin estrés (T).

Dichos tratamientos fueron asignados a un diseño completamente aleatorizado con 10 repeticiones correspondiendo cada una de ellas a una planta de maní del cultivar Teguá (*Arachis hypogaea*, *svsp. hypogaea*, *var. hypogaea*). Las plantas crecieron en dispositivos diseñados para permitir la separación física entre la zona radical y la zona de fructificación y posibilitar, de esa manera, la manipulación de la condición hídrica en cada una de ellas. (Figura 1).

La condición de estrés se indujo por interrupción del riego en la zona respectiva a cada tratamiento unos días previos a la etapa R3, controlando la entrada de agua de lluvia por medio de una cubierta plástica que se colocó sobre una estructura metálica. Al finalizar el período de restricción determinado se reestablecieron las condiciones óptimas de humedad mediante riegos y se continuó así hasta el final del ciclo del cultivo.

Los dispositivos consistieron en:

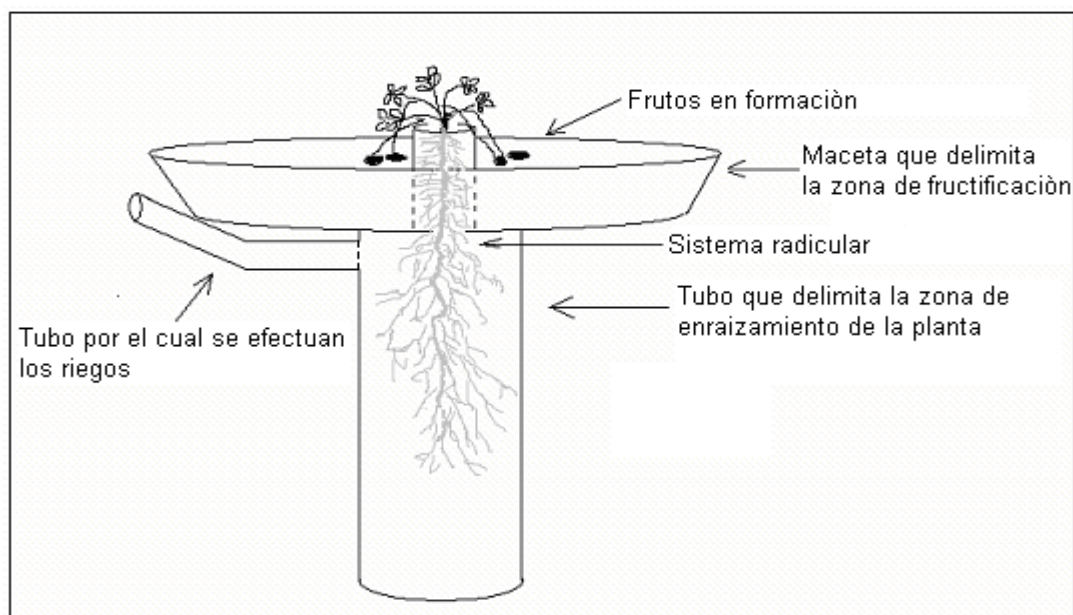
- Un tubo plástico de 20 cm. de diámetro y 1,5 m de altura, aforado en los últimos 20 cm. de su extremo superior y en la base del aforo (tubo de diámetro menor) se sitúa un orificio lateral para efectuar los riegos. En esta parte del dispositivo la planta desarrolla únicamente su sistema radical.
- Una maceta plástica de 70 cm de diámetro y 15 cm de altura donde la planta desarrolla sus frutos.



**Figura 1.** Diagrama del dispositivo en el que se desarrollaron las plantas de maní.

La instalación del dispositivo se llevó a cabo situando los tubos de forma vertical y fijándolos a una estructura similar a un caballete. El aforo (tubo de diámetro menor) se insertó en el centro de la maceta por un orificio situado en el fondo de la misma llegando hasta la superficie superior de ésta (Figura 2). La semilla pregerminada se colocó en el extremo superior del tubo, “forzando” a que la planta enraizara en el volumen de tierra delimitado por éste y luego fructificara en el volumen de tierra delimitado por la maceta.

Para poder evaluar el efecto del estrés en estadios reproductivos individualmente en cada planta, fue necesario diferenciar los frutos formados durante el período de estrés de aquellos desarrollados posteriormente al mismo. La identificación de dichos frutos se realizó mediante la marcación con cables de colores en el estado R2, lo que permitió que en las sucesivas cosechas parciales se pudiera discriminar a los frutos que no estaban influenciados en su desarrollo por el estrés hídrico y que, por consiguiente, no serían indicadores precisos de su efecto. Se realizaron dos marcaciones con trece días de diferencia entre ambas, la primera el 5 de febrero del 2004 con cables de color naranja y la segunda el 18 de febrero del mismo año con cables de color blanco.



**Figura 2.** Dispositivo armado en el que se observa la ubicación espacial de las distintas partes de las plantas evaluadas.

Transcurridos 6 (seis) días de realizada la primera marcación se dio comienzo a la restricción hídrica que se extendió 15 días entre los estadios fenológicos R3 y R5. Durante este período se registró el estado hídrico de las plantas mediante dos métodos: el contenido relativo de agua (CRA) y el potencial agua de la hoja.

**Tabla 1.** Etapas fenológicas y cronología de las mediciones

<b>Etapa / evento</b>	<b>Fecha</b>	<b>DDS</b>
Siembra	05/12/2003	0
Emergencia	15/12/2003	10
Etapa R1	17/01/2004	43
Etapa R2	26/01/2004	52
1ª marcación de clavos	05/02/2004	62
Inicio restricción hídrica	11/02/2004	68
2ª marcación de clavos	18/02/2004	75
1ª cosecha de frutos	04/03/2004	89
2ª cosecha de frutos	15/03/2004	100
3ª cosecha de frutos	25/03/2004	110
4ª cosecha de frutos	02/04/2004	118
5ª cosecha de frutos	12/04/2004	128
6ª cosecha de frutos	22/04/2004	138
7ª cosecha de frutos	30/04/2004	146

**DDS:** días después de siembra

El CRA se midió cada 48 hs. utilizando 5 muestras de hojas jóvenes de cada tratamiento extraídas a las 06:00 hs, momento en el cual el estado hídrico de la planta se encuentra en equilibrio con la condición de humedad del suelo. Inmediatamente después se



registró el peso fresco de las hojas y se colocaron en agua para su total imbibición. Al día siguiente se cuantificó el peso de la hoja embebida y seguidamente fueron secadas en estufa durante 24 hs a 60° C. Posteriormente se registró el peso seco de las mismas. El CRA se calculó con la siguiente formula:

$$CRA(\%) = \frac{PF - PS}{PT - PS} \times 100$$

donde:

CRA= contenido relativo de agua (%)

PF= peso fresco de hojas (g)

PS= peso seco de hojas (secadas a 60 ° C hasta peso constante) (g)

PT= peso turgente de hojas (luego de 18-20 h de inmersión en agua destilada) (g)

El potencial agua en hojas, por ser un método de más rápida aplicación se midió todos los días que duró el tratamiento a las 06:00 horas. Se empleó para ello un equipo portátil (Plant Moisture Stress Measurements, Modelo 610) que consta de un dispositivo conocido como *Bomba de Scholander* o cámara de presión la cual posee una tapa, está conectada por medio de válvulas a un cilindro que contiene gas a presión y a un manómetro que mide la presión del gas dentro de la cámara (Figura 3).

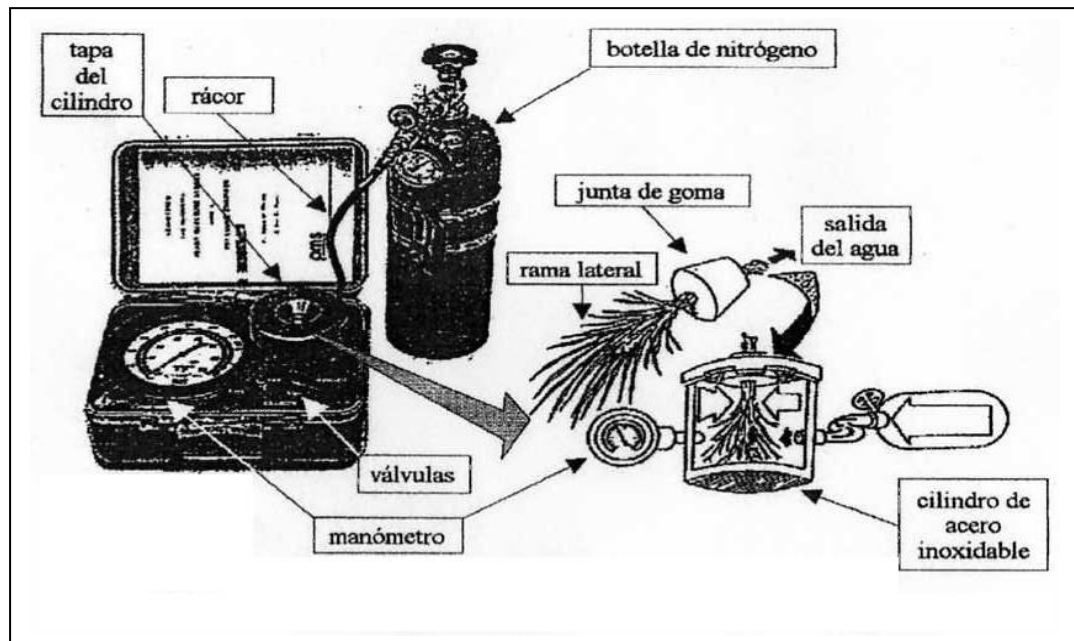


**Figura 3.** Instrumento de medición del potencial agua en hoja (*Pressure Chamber Instrument, Model 610*).

La hoja se inserta en el lado interno de la tapa desmontada con el pecíolo atravesándola por un pequeño orificio que la misma posee, de forma tal que una vez cerrada la cámara la

muestra queda en su interior y la única vía de escape de la presión ejercida dentro de la misma es por los vasos conductores del pecíolo de la hoja.

Para realizar las mediciones se procedía de la forma antes descrita, cuando mediante observación con lupa se detectaba la aparición de una gota de líquido en el extremo el pecíolo expuesto al exterior, se registraba la presión leída en el manómetro, valor que constituía la medida del estado hídrico de la planta (Figura 4).



**Figura 4.** Esquema operativo de funcionamiento de la cámara de presión.

A los 6 días de finalizado el período de estrés se inició la cosecha parcial de frutos. Las mismas se realizaron sucesivamente cada 10 días, recolectando 5 frutos previamente marcados con cables de cada tratamiento. Los frutos se clasificaron de acuerdo a la clave de Boote, (Boote 1982) luego de 48 hs de secado en estufa a 50 °C se registro el peso seco de los mismos, procedimiento que se llevó a cabo en cada una de las cosechas parciales. La cosecha final se realizó el 30 de abril de 2004, en la cual se recolectaron todos los frutos que no habían sido marcados en las cohortes. Estos frutos se clasificaron y pesaron siguiendo el procedimiento descrito para las cosechas parciales.

Peso de raíces, peso de hojas y peso de tallos se cuantificaron luego de la cosecha final, separando las partes respectivamente para cada tratamiento y secándolas en estufa a 50°C durante 48hs.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un ANAVA y las medias comparadas según test de Duncan (5%) utilizando el programa estadístico Infostat/P v. 2005.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fenología

La siembra se realizó en cámara de germinación el 05 de diciembre de 2003. Para asegurar dicho proceso y luego de emergida la radícula (semilla germinada) se transplantaron a las macetas (dispositivos experimentales) registrándose la emergencia de las plántulas el 15 de diciembre de 2003. La floración (estado R1) comenzó el 17 de enero de 2004 y la etapa R2 ocurrió nueve días después. El arrancado (cosecha) se llevó a cabo el 30 de abril del mismo año, 146 días después de la siembra. La restricción hídrica se indujo a partir del 11 de febrero de 2004, 58 días después de la emergencia del cultivo y 16 días después de R2. En la Tabla 2 se indica la duración de esas etapas.

**Tabla 2.** Duración de las principales etapas fenológicas promedio de los tratamientos con estrés y el control.

<b>Etapas</b>	<b>Días</b>	<b>Fecha</b>
S-E	10	15/12/03
E-R1	33	17/01/04
R1-R2	9	26/01/04
R2-R8	94	29/04/04
S-R8	146	

Las diferencias más significativas desde el punto de vista fenológico se evidenciaron en la segunda cohorte de frutos, identificada 13 días después de la primera y 7 días posteriores al inicio del estrés. Las plantas con estrés en la zona de fructificación muestran al momento de iniciada la 2ª cohorte un número de órganos reproductivos en estado R2 superior a los otros tratamientos, indicando que en condiciones de suelo limitantes para el clavado, los ginóforos retrasan temporalmente su crecimiento y se produce un aumento relativo de su número en dicho estadio fenológico (Tabla 3).

Generalmente el comienzo de floración no se retrasa como consecuencia de un déficit hídrico. No obstante, los eventos posteriores en el desarrollo reproductivo tales como elongación de clavos (R2), comienzo de expansión de cajas (R3), primera caja totalmente expandida (R4) y comienzo de crecimiento de la semilla (R5), que dependen de una turgencia plena de los tejidos, pueden retrasarse como consecuencia de dicho fenómeno (Boote *et al.*, 1990) citado por Giambastiani, (1998).

**Tabla 3.** Número medio de ginóforos marcados por planta.

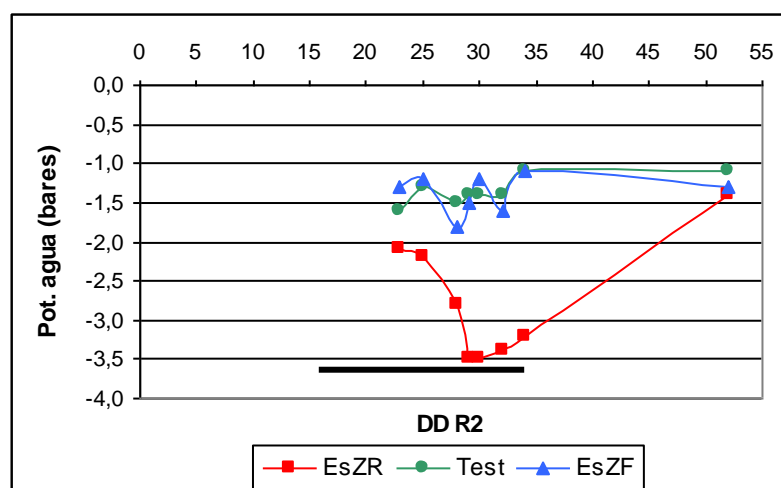
<b>Tratamiento</b>	<b>Estrés zona radical</b>	<b>Testigo sin estrés</b>	<b>Estrés zona de frutos</b>
<b>1º cohorte</b>	5,2	5,8	3,8
<b>2º cohorte</b>	8,0	8,2	9,2

El tratamiento con estrés en zona de fructificación muestra una tendencia general a un mayor número de órganos reproductivos que los demás tratamientos. El recuento hecho a la cosecha reveló que esta tendencia se da principalmente en frutos en estado fenológico entre R2 a R5, y que para los frutos en estado R6 y R7 la relación se invierte, posiblemente porque los tratamientos con sequía diferencial sufrieron un retraso fenológico y al cosechar las plantas según la madurez del tratamiento testigo determinó que un gran número de frutos de los demás tratamientos quedaran inmaduros. Estos resultados también fueron observados por Sexton *et al* (1997) quienes en una investigación similar reportaron que en el tratamiento con sequía en zona de clavado el número de ginóforos era superior a los demás tratamientos.

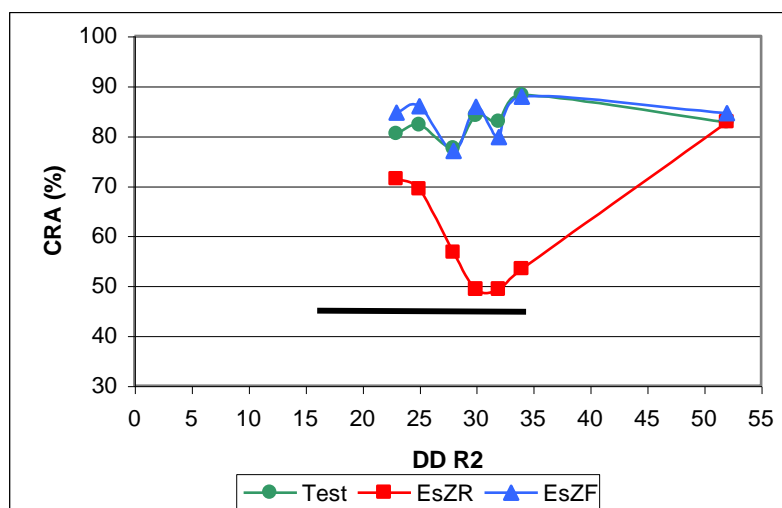
El tratamiento con estrés en zona de raíz sufrió un retraso fenológico más acentuado que los otros tratamientos, tal como se observa en la Figura 11 donde se puede apreciar que en cada fecha de cosecha los frutos correspondientes a dicho tratamiento clasificaron en estadios de madurez inferiores a los demás. El retraso fenológico también fue demostrado por el menor peso de los frutos cosechados, que en promedio alcanzó el 55% del peso de los frutos testigo.

### Estado hídrico de las plantas

En las Figuras 5 y 6 se describe el estado hídrico de las plantas sometidas a estrés espacialmente diferenciado y del control sin estrés.



**Figura 5.** Potencial agua de las plantas sometidas a estrés diferencial y del control sin estrés. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días. *DDR2* = días después de la etapa R2.



**Figura 6.** Contenido relativo de agua (CRA) de las plantas sometidas a estrés diferencial y del control sin estrés. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días. *DDR2*= días después de la etapa R2.

Ambas determinaciones (potencial agua y CRA) pusieron en evidencia los cambios operados en el estado hídrico de las plantas asociados con cada tratamiento de estrés y el correspondiente al control. Únicamente las plantas sometidas a estrés en la zona radical experimentaron una disminución significativa del contenido relativo de agua y una elevación concomitante del potencial agua; mientras que las plantas con estrés en la zona de fructificación mantuvieron un estado hídrico similar a las del tratamiento control.

El potencial agua promedio llegó a -2,68 Mpa pero se registraron valores de hasta -5.3 Mpa en plantas del tratamiento EsZR, que luego de restituidas las condiciones hídricas normales se recuperaron y llegaron a cosecha.

Pallas Jr *et al.* (1979) registraron valores de -30 bares (-3Mpa) y hasta -40 bares (-4Mpa) para tratamientos severos de 35 días de sequía en condiciones de secano. A su vez, los valores registrados en el tratamiento testigo nunca fueron inferiores a -12 bares (-1.2Mpa).

Esto también se corresponde con las mediciones efectuadas en este estudio en el cual el valor mínimo para las plantas testigo fue de -1.12 Mpa.

Bhagshari (1976) reportaron que para cultivos de maní estresados hídricamente se midieron potenciales agua de entre -3 Mp y -4,5 Mp y cuando valores normales para cultivos frecuentemente regados son superiores a -1.2 ó -1.3 Mp.

Los valores registrados se evaluaron estadísticamente con el test de Duncan y los resultados se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Potencial agua en hoja. (Mpa)

Días DD R2	Fecha	Tratamientos		
		Testigo	EsZR	EsZF
23	18/02	1,57 B	2,13 A	1,31 B
25	20/02	1,28 B	2,17 A	1,24 B
28	23/02	1,46 B	2,82 A	1,78 B
33	25/02	1,35 B	3,52 A	1,24 B
35	27/02	1,43 B	3,43 A	1,62 B
37	01/03	1,10 B	3,25 A	1,12 B
55	19/03	1,43 A	1,43 A	1,32 A

*Letras distintas en cada fecha de medición indican diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan ( $p= 0,05$ ).*

El CRA también acusó un marcado estrés hídrico siguiendo la misma tendencia descrita para el potencial agua en hoja, llegando a valores medios de 49,2% y valores puntuales de 37,5%, (cuando valores normales para el cultivo oscilan entre 80 y 90%) evidenciando la tolerancia a la deshidratación que posee el cultivo de maní. En la Tabla 5 se presenta el análisis estadístico de los valores medidos en cada tratamiento y en el control.

**Tabla 5.** Contenido relativo de agua en hoja. (%)

Días DD R2	Fecha	Tratamiento		
		Testigo	EsZR	EsZF
23	18/02	0.80 B	0.71 A	0.85 B
25	20/02	0.82 B	0.69 A	0.86 B
28	23/02	0.78 B	0.57 A	0.77 B
33	25/02	0.84 B	0.49 A	0.86 B
35	27/02	0.83 B	0.49 A	0.80 B
37	01/03	0.88 B	0.53 A	0.88 B
55	19/03	0.83 A	0.83 A	0.85 A

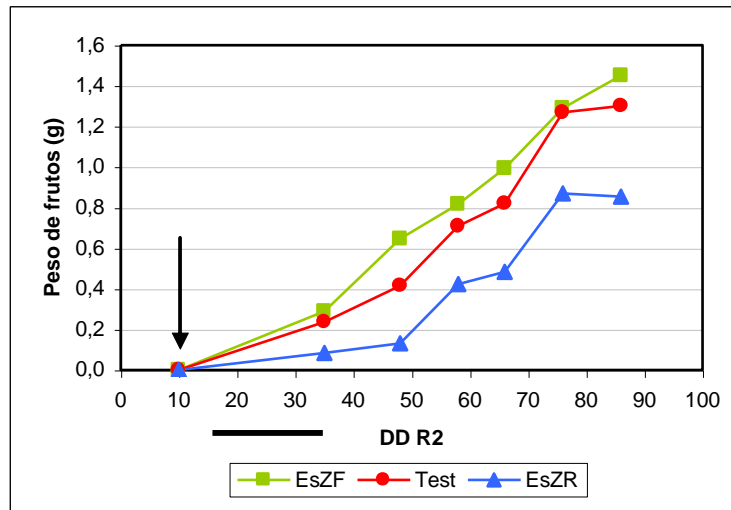
*Letras distintas en cada fecha de medición indican diferencias significativas entre tratamientos según test de Duncan ( $p= 0,05$ ).*

Las plantas con estrés en la zona de fructificación tuvieron un contenido hídrico similar en todo momento al de las plantas testigo, confirmando que el estado hídrico depende del abastecimiento de agua por vía radical. Además se encontró que muchos de los frutos cosechados en ese tratamiento poseían un pequeño espacio vacío en su interior conocido como corazón hueco, síntoma característico de la deficiencia de calcio en el cultivo el cual es absorbido por el fruto mediante flujo masal directamente desde el suelo.

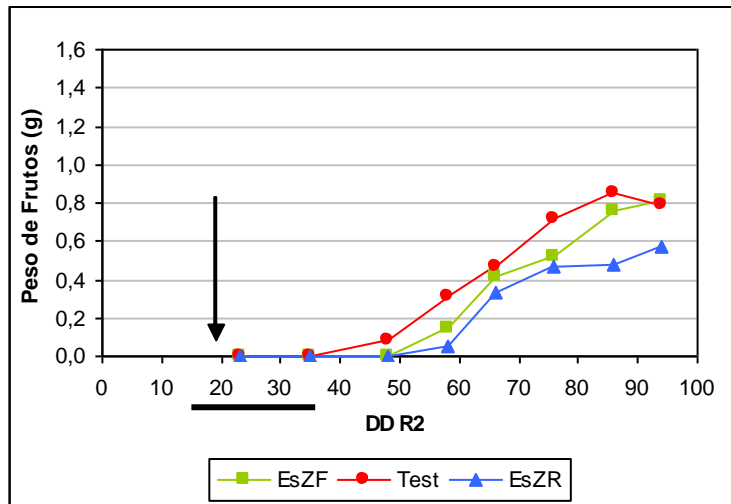
### **Crecimiento de los frutos marcados**

En las Figuras 7 y 8 se muestran las curvas de crecimiento de los frutos de las plantas sometidas a estrés diferencial y del control para las dos cohortes de frutos identificadas a

los 10 y 23 días después de iniciada la etapa R2 (flechas verticales en las figuras 7 y 8), respectivamente.



**Figura 7.** Crecimiento de frutos de la primera cohorte (clavos identificados a los 10 DDR2) para los tratamientos de estrés y el control. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días.



**Figura 8.** Crecimiento de frutos de la segunda cohorte (clavos identificados a los 23 DDR2) para los tratamientos de estrés y el control. La barra horizontal indica la duración del período de estrés en días.

Fue evidente el efecto del estrés sobre el crecimiento de los frutos. En la primera cohorte, identificada antes del comienzo de la restricción hídrica, el tratamiento EsZR experimentó los cambios más significativos. El inicio de la fase lineal de crecimiento de los frutos tuvo un retraso de 13 días respecto al tratamiento EsZF y el control. En ese momento (48 DDR2), el peso medio de los frutos fue de 132 mg. mientras que en el tratamiento EsZF y el control fue de 646 y 414 mg, respectivamente. También se afectó negativamente la tasa de crecimiento de los frutos durante la fase lineal y su duración (Tabla 6).

**Tabla 6.** Duración de la fase lineal de crecimiento de los frutos, tasa de crecimiento y

<b>Tratamientos</b>	<b>Duración fase lineal de crecimiento</b> Días	<b>Tasa de crecimiento</b> mg.fruto <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup>	<b>Coefficiente de correlación</b> R <sup>2</sup>
<b>Control</b>	51	22.9	0.96
<b>EsZF</b>	51	22.9	0.99
<b>EsZR</b>	38	17.5	0.92

coeficiente de correlación de Pearson para los frutos de la primera cohorte.

Para los frutos del tratamiento con estrés en zona de fructificación de la primera cohorte se observó que tenían mayor peso (estadísticamente no significativo) que los frutos pertenecientes al tratamiento testigo que tuvo condiciones óptimas para su desarrollo. Esto se explica porque las plantas testigo pudieron seguir agregando órganos reproductivos libremente luego de la marcación a diferencia de las plantas con estrés en la zona de fructificación. Esto produjo que las plantas de este último tratamiento tuvieran menor número de destinos reproductivos que alimentar, con una condición fisiológica similar a las plantas testigo, lo que trajo aparejado un aumento en la tasa de crecimiento de los frutos que hasta ese momento habían superado la etapa R2.

La segunda cohorte identificada a los 23 DDR2, una semana después de iniciado el estrés y 13 días después de la primera marcación de clavos, mostró un comportamiento similar al descrito para la cohorte anterior, pero con algunas diferencias. En ese momento el desecamiento de la capa superficial del suelo impidió que los clavos penetraran en el mismo por lo que el número de órganos reproductivos en estado R2 era superior en el tratamiento con estrés en la zona de frutos que en el testigo. Estos órganos reproductivos no pudieron penetrar en el suelo hasta la finalización del período de estrés y, es por eso, que los frutos de dicho tratamiento alcanzaron un peso medible 10 días después que en los demás tratamientos (EsZR y testigo), confirmándose así el mayor atraso fenológico sufrido por el tratamiento con estrés en zona de fructificación para frutos en estadio inferior a R3

En ese momento (58 DDR2), los pesos por fruto fueron 56 mg en EsZR, 144 mg para EsZF y 316 mg en el control. La duración media de la fase lineal del crecimiento se redujo, siendo 8 días menor que en la primera cohorte con diferencias entre el control y los tratamientos de estrés que también se manifestaron en la tasa de crecimiento (Tabla 7).



**Tabla 7.** Duración de la fase lineal de crecimiento de los frutos, tasa de crecimiento y coeficiente de correlación de Pearson para los frutos de la segunda cohorte.

<b>Tratamientos</b>	<b>Duración fase lineal de crecimiento</b> Días	<b>Tasa de crecimiento</b> mg.fruto <sup>-1</sup> .día <sup>-1</sup>	<b>Coefficiente de correlación</b> R <sup>2</sup>
<b>Control</b>	46	16,7	0,92
<b>EsZF</b>	46	18,5	0,98
<b>EsZR</b>	36	13,1	0,91

El atraso temporal en la fase de crecimiento lineal en el tratamiento con estrés en zona radicular se explica porque estas plantas tuvieron que reestablecer sus funciones fisiológicas antes de poder alimentar los frutos en crecimiento, sumado esto a la adición de muchos ginóforos que habían detenido su crecimiento en R2 por no tener la turgencia necesaria para penetrar en el suelo. Estas plantas que habían experimentado una disminución en su tasa de crecimiento sufrieron un atraso fenológico que les fue imposible de superar en todo el ciclo del cultivo.

#### **Tasa de crecimiento de frutos**

En la primera cohorte sólo el tratamiento con estrés en zona de raíz mostró una disminución de la tasa de crecimiento del 23,6 % aproximadamente respecto a los demás tratamientos. Si bien tuvieron una tasa de crecimiento similar, se observó que las plantas del tratamiento con estrés en zona de frutos presentaban frutos con un peso medio superior al de las plantas testigo.

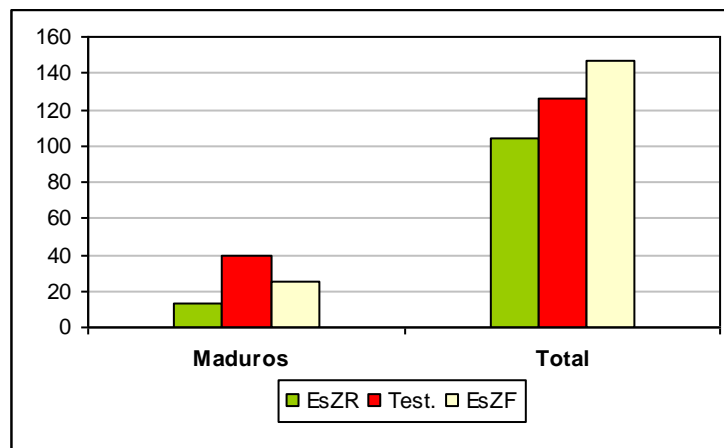
En la segunda cohorte las diferencias entre los tratamientos fueron más marcadas. El tratamiento con estrés en zona de fructificación tuvo una tasa de crecimiento de los frutos 10% mayor al tratamiento testigo, lo que se explica por el menor número de frutos en crecimiento. El tratamiento con estrés en la zona de raíz nuevamente fue el más afectado con una tasa de crecimiento 20% inferior al de las plantas testigo.

Sexton, *et al.* (1997) en un estudio similar encontraron que el peso de cajas y semillas correspondientes al tratamiento con estrés en zona de raíz disminuyó aproximadamente un 30% respecto al tratamiento testigo.

Giambastiani (1998) observó que la tasa de crecimiento de frutos fue de 3,93 gr/m<sup>2</sup>/día para un tratamiento con sequía por exclusión de precipitaciones y de 8,17 gr/m<sup>2</sup>/día en un tratamiento con riego, ambos medidos a campo.

### Número y peso de frutos a cosecha

Cumplido el ciclo del cultivo, en la etapa R8 se cosecharon todos los frutos producidos por las 10 plantas de cada tratamiento y el control. La Figura 9 muestra el número promedio de frutos producidos por planta desagregados en totales y maduros. Los primeros oscilaron entre 104 y 147 correspondiendo el menor valor al tratamiento EsZR y el mayor al de estrés en zona de fructificación, siendo el testigo intermedio con 126 frutos.



**Figura 9.** Número de frutos (totales y maduros) producidos por planta a la etapa R8 en cada tratamiento.

En el tratamiento con estrés en zona de fructificación el número medio de frutos fue superior a los demás, tal como lo describió Sexton *et. al.*(1997) quienes en un estudio similar encontraron que las plantas con sequía en la zona de fructificación seguían una tendencia a generar un mayor número de clavos. Posiblemente plantas con un estadio fenológico avanzado al no tener destinos para sus fotoasimilados, estos generan la activación de un gran número de yemas reproductivas.

En este estudio el proceso descrito no sirvió como mecanismo de compensación del rendimiento ya que en la cosecha final el gran aumento en el número de frutos se dio en el estado fenológico R2 los cuales tenían muy pocas posibilidades de llegar a madurez plena.

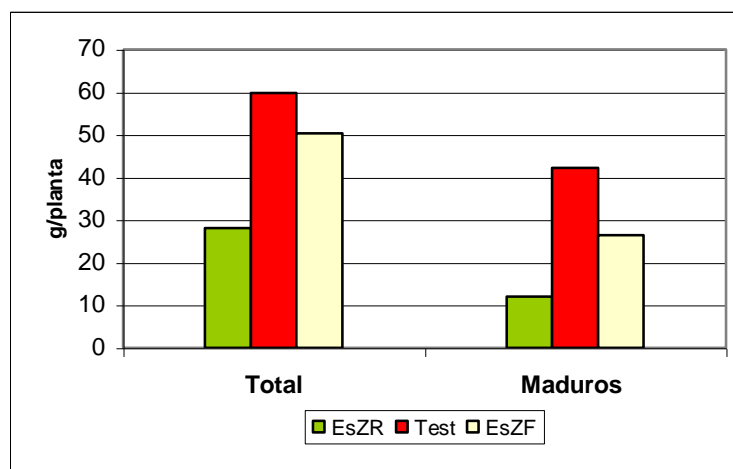
Durante el transcurso del período con riego restringido se observó una marcada proliferación de clavos sobre la superficie de suelo seco en el tratamiento con sequía en la zona de clavado, inclusive los ginóforos que no podían penetrar el suelo continuaban su

crecimiento en longitud pero sin dar comienzo al crecimiento del fruto. Una vez restituidas las condiciones hídricas normales muchos de esos ginóforos penetraron el suelo e iniciaron un lento crecimiento del fruto de los cuales gran parte quedaron en estadios inmaduros a cosecha y son la causa de la gran proporción de frutos en estado R2 resultante al final del ciclo (Figura 11).

El peso individual de frutos y semillas no se vio significativamente afectado en este tratamiento si tomamos como referencia al testigo, a diferencia de lo descrito por Sexton, *et al.*(1997) quienes reportan una importante disminución del peso por fruto y por semilla para el tratamiento con sequía en zona de clavado.

Por otra parte Wright y Nageswara Rao (1994) encontraron que suelo seco en la zona de clavado no disminuyó el peso por fruto y semilla para plantas totalmente maduras cosechadas 124 días después de la siembra. A su vez Boote (1990) (citado por Giambastiani, 1998) propone que la disminución de rendimiento causado por estrés hídrico en maní se debió principalmente a la reducción del número de cajas formadas con un menor efecto sobre el peso por caja.

El peso seco alcanzado por los frutos a la madurez se ilustra en la Figura 10. Tanto el peso seco total de frutos como el de aquellos que alcanzaron la madurez fue superior en el tratamiento control seguido de los frutos procedentes de las plantas con estrés en la zona de fructificación (EsZF) y, finalmente, los de las plantas con restricción hídrica en la zona radical (EsZR) los que fueron -en promedio- 35% menores al testigo en la primera cohorte y 40% en la segunda, debido posiblemente, a que al momento de identificación de la segunda cohorte las plantas poseían mayor número de frutos que superaban el estadio R2, los que fueron priorizados en su crecimiento en detrimento de frutos menos avanzados.



**Figura 10.** Peso seco de los frutos (totales y maduros) producidos por planta a la etapa R8 en cada tratamiento.

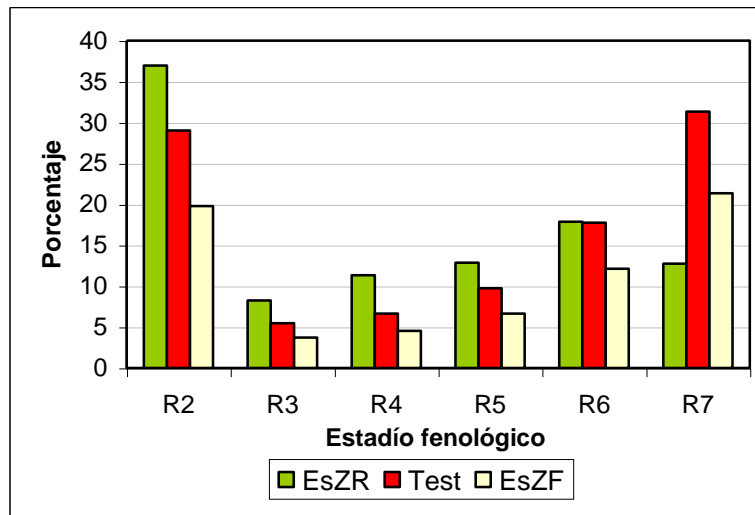
El componente número de frutos se vio más afectado aún, sobre todo en los estadios más avanzados aumentando la diferencia a partir de R5, y siendo similar al testigo en estadios de madurez inferiores, con lo cual el daño sufrido se hace irreparable.

Concordante con lo observado durante la fase de crecimiento de los frutos, la condición hídrica limitante en la zona de raíces redujo significativamente el tamaño de los frutos (maduros y totales). En síntesis, las plantas sometidas a estrés hídrico en la zona radical produjeron menos frutos por planta (totales y maduros) y de menor tamaño.

**Perfil de madurez de los frutos**

Los frutos cosechados al final del ciclo fueron clasificados según su estado fenológico de acuerdo con la clave de Boote (Boote

1982) y los resultados expresados en forma porcentual (Figura 11).



**Figura 11.** Perfil de madurez de los frutos determinado a cosecha en cada tratamiento.

Tal como se expresa en la Figura 11 la relación más favorable entre el número de frutos maduros (R7) y el resto de los mismos ocurrió en el tratamiento testigo con un 25 % de frutos maduros contabilizados a cosecha.

El número total de frutos en el tratamiento con estrés en la zona de fructificación fue de 147, contra 126 y 104 para los tratamientos testigo y estrés en zona radicular, respectivamente. Esto refleja el aumento en el número de órganos reproductivos experimentado por esas plantas, aunque dicho número de frutos no se tradujo en un beneficio concreto porque el 40% de los mismos se encontraba en estadio fenológico R2 al momento de la cosecha y, por consiguiente, con bajas posibilidades de completar su crecimiento. Por último, sólo un 12% de esos frutos estuvieron técnicamente maduros.

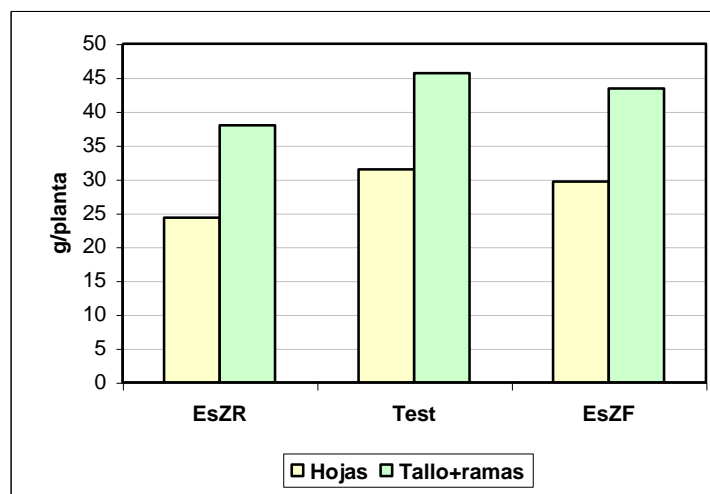
Algo similar ocurrió en el tratamiento con sequía en la zona radicular, con el agravante de que el número total de frutos fue muy inferior (104), reflejando que esas plantas estuvieron expuestas a las condiciones más desfavorables desde el punto de vista productivo.

Sexton *et al.* (1997) encontraron un atraso fenológico en el desarrollo de los frutos asociado a la zona de clavado seca y sugieren que la transición de R2 a R3 y R4 podría ser retrasada o inhibida por 5 o 6 días de sequía en la zona de fructificación. Si se tiene en cuenta que en este estudio el período de estrés duró alrededor de 18 días, es comprensible que el 40% de los frutos se encontraran inmaduros.

Sexton *et al.* (1997) en el mismo trabajo describen que una vez superada la sequía un alto porcentaje de los frutos que habían detenido su crecimiento en R2 pudieron formarse totalmente a los 47 días.

### **Biomasa aérea**

La materia seca producida por planta (hojas + tallo y ramas) a la madurez mostró una respuesta similar a la señalada para los órganos reproductivos siendo menor en el tratamiento EsZR, intermedia en EsZF y mayor en el control sin estrés (Figura 12).



**Figura12.** Biomasa aérea (hojas + tallo y ramas) producida por planta a cosecha.

La diferencia más significativa fue expresada por el tratamiento con estrés en zona radicular que tuvo un peso medio de hojas y de tallos 22% y 17% menores al tratamiento testigo, respectivamente, no encontrándose diferencias entre éste y el tratamiento con estrés en zona de fructificación. Nagesguara Rao (1985) reportó una disminución de la biomasa de hasta un 50% para sequía severa.

Pallas *et al.* (1979) describieron una severa reducción del peso de los tallos por 70 días de sequía en un tratamiento al que se le suministró el 49% del agua requerida. Pandey *et al.* (1984) Citado por Boote y Ketring (1990) reportaron que la tasa de expansión, la

duración del área foliar y el índice de área foliar fueron reducidos a medida que aumentaba el déficit hídrico del suelo.

Tal respuesta se vio reflejada en los valores obtenidos en este trabajo, las plantas correspondientes al tratamiento con estrés en la zona radical fueron las únicas que expresaron disminución en su biomasa aérea. Parte de esta disminución podría adjudicarse al estado sanitario de las plantas, las cuales a pesar de ser pulverizadas con fungicidas sistémicos se vieron afectadas por enfermedades fúngicas tales como podredumbre del tallo causada por *Sclerotinia sclerotiorum* y viruela tardía causada por *Cercosporidium personatum*.

## CONCLUSIONES

De lo observado y analizado en este trabajo se desprende claramente que:

La ocurrencia de un estrés hídrico en el período fenológico R2-R3 tiene un efecto negativo para el desarrollo del cultivo con fines de cosecha, porque reduce el rendimiento y la calidad del grano.

Dicho estrés condiciona en el cultivo la generación de una inactividad temporal entre los primeros frutos diferenciados y los subsiguientes, comúnmente conocida como “primera y segunda clavadas”, fenómeno que no hace más que acentuar la desuniformidad de madurez y complicar la definición del momento cosecha, resultando en una disminución del rendimiento final tanto por afectarse el número de granos como su tamaño y calidad comercial.

Respecto a los métodos de medición del estado hídrico de las plantas utilizados en este trabajo, no hay razones para afirmar que uno sea mejor que el otro. La medición del potencial agua por medio de la bomba de Scholander posibilitó una cuantificación rápida y sencilla, pero posiblemente menos precisa que el contenido relativo de agua (CRA). Tal vez se requiera más práctica para efectuar mediciones precisas, ya que el tamaño de la hoja y la terneza de la misma hacen variar en gran medida la presión necesaria para que el menisco de savia se haga visible en el extremo del pecíolo. El CRA requiere de aparatos menos costosos, pero en mayor número, y si bien no demanda demasiada práctica para lograr mediciones confiables, requiere de mayor tiempo para efectuarse.

La hipótesis planteada en este estudio pudo ser validada a partir de los resultados obtenidos, aunque ambas fuentes de provisión de agua al cultivo tengan distinta importancia relativa sobre el crecimiento y desarrollo reproductivo del mismo.

Los efectos más detrimentales causados por la restricción hídrica se produjeron en el tratamiento con estrés en zona radical.

En la realidad el fenómeno de estrés nunca se da aisladamente para cada una de las zonas citadas y generalmente, de no ser por cortos períodos (horas) luego de una lluvia la disponibilidad hídrica siempre es más crítica en la zona de fructificación que en la zona radicular, a pesar de esta situación puede afirmarse que la disponibilidad hídrica en la zona radicular condiciona en mayor grado el resultado final del cultivo que en la zona de fructificación.

Posiblemente se obtengan buenos resultados con labranza cero y cobertura de rastrojos en suelos livianos, priorizando con ello la retención de agua en la capa superior del perfil, y minimizando la resistencia mecánica al clavado, contribuyendo también a la disminución de la temperatura de la superficie del suelo.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- Benett, J.M., Boote, K.J y Hammond, L.C. (1984). Relationships among water potentials components, relative water content, and stomatal resistance of field grown peanuts leaves. *Peanut Sci.* 11, 31-35.
- Bhagsari, A.S., Brown, R.H. y Schepers, J.S. (1976). Effect of moisture stress on photosynthesis and some related physiological characteristics in peanut. *Crop Science.* **16**, (Sep-Oct), 712-715.
- Boote, K.J. (1982). Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science* **9**, 35-40.
- Boote, K.J. y Ketring, D.L. (1990). Peanut. Chapter 22 In: *Irrigation of Agricultural Crops* (B.A. Stewart y O.R Nielsen eds.), *Agron. Monograph* **30**, 675-717.
- Cerioni, G. A. (2003). Déficit hídrico en la etapa reproductiva del maní, su influencia sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad. Tesis M.Sc. 94 P. Facultad de Agronomía y Veterinaria – Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba..
- Devoto, R. y Picca, C. (2004). Participación del germoplasma INTA en el mercado de semilla de maní. [www.inta.gov/uvt/participa.htm](http://www.inta.gov/uvt/participa.htm)
- Diaz, R. y F. Nuñez Vasquez. (1982). Pronostico climático de las lluvias en la región central de Córdoba. Publicación de extension N°117. EEA Manfredi.
- Giambastiani., G. (1998). Calidad fisiológica de las semillas de maní obtenidas con diferente disponibilidad hídrica en el cultivo madre. Tesis M.Sc. 94 P. Facultad de Ciencias Agropecuarias- Universidad Nacional de Córdoba.
- Infostat, 2005. Software estadístico. [www.infostat.com.ar](http://www.infostat.com.ar)
- Jacobsen, S. E. y Mujica, A. (1999) Curso Internacional sobre fisiología de la resistencia a sequía en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Centro internacional de la papa (CIP) Lima, Perú.  
[www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ)
- Ketring, D.L.(1991). Physiology of Oil Seeds: Effects of water deficit on peanut seed quality. *Crop Sciences.* 31:459-463.
- Nageswara Rao, R.C., Singh, S., Sivakumar, M.V.K., Srivastava, K.L., y Williams, J.H. (1985). Effect of water deficit at different growth phases of peanut. I. Yield responses. *Agron. J.* **77**, 782-786.



- Nageswara Rao, R.C., Williams, J.H., Sivakumar, M.V.K. y Wadia, K.D.R. (1988). Effect of water deficit at different growth phases of peanut. II. Responses to drought during preflowering phase. *Agron. J.* **80**, 431-438.
- Pallas, J.E., Jr., Stansell, J.R., y Koske, T.J. (1979). Effects of drought on Florunner peanuts. *Agronomy Journal*, **24**, 355-359.
- Ramesh Babu, V. y Rao. D.V.M. (1983). Water stress adaptations in the groundnut (*Arachis hypogaea L.*): Foliar characteristics and adaptations to moisture stress. *Plant Physiology & Biochemistry*, **10** (1), 64-80.
- Ravello, A., y Seiler, R.A. (1978/79). Agroclima de la provincia de Córdoba. Expectativa de precipitación en el curso del año. *Revista RIA*, **XIV** (3), 71-136. Secretaría de Agricultura de la Provincia.
- Sexton, P.J., Bennett, J.M. y Boote, K.J. (1997). The effect of dry pegging zone soil formation on pod formation of Florunner peanut. *Peanut Science* **24** (1), 19-24.
- Sinclar, T.R., y Ludlow M.M. (1985). Who taught plants thermodynamics the unfulfilled potential of plants water potential. *Australian Journal of Plant Physiology*, **12**, 213-217.
- Wright, G.C., y Nageswara Rao, R.C. (1994). Groundnut Water Relations. Cap. 9, *In: The Groundnut Crop, a Scientific basic for improvement*. Ed. Smartt. UK.