



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

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero  
Agrónomo

**Modalidad:** Proyecto

“EFECTO DEL ESTRÉS AMBIENTAL POR SOMBREO EN  
EL CULTIVO DE MANI (*Arachis hypogaea* L.) SOBRE EL  
RENDIMIENTO Y CALIDAD COMERCIAL”

**Alumna:** Ghigo, Melina Anahí

**DNI:** 35.909.582

**Director:** Ing. Agr. (Dr.) Federico Morla

**Co- Directora:** Ing. Agr. (Dra.) Elena M. Fernández

**Río Cuarto – Córdoba**  
Septiembre de 2019

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

Título del trabajo final: Efecto del estrés ambiental por sombreado en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre el rendimiento y calidad comercial.

**Autor:** Melina Anahí Ghigo

**Director:** Federico D. Morla

**Co-Directora:** Elena M. Fernandez

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

Guillermo Cerioni \_\_\_\_\_

Marco J. Utello \_\_\_\_\_

Federico D. Morla \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación:    /    /    .

Aprobado por la secretaría Académica:    /    /    .

---

Secretaria Académica

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por darme la oportunidad de estudiar y formarme como profesional.

A mis papás, por darme la posibilidad de estudiar, apoyarme y contenerme siempre, por confiar en mí.

A mi hermano, por ser mi compañero de convivencia y estudio durante estos años.

A mi novio, por acompañarme y aguantarme en más de la mitad de la carrera.

A mis amigos/as y compañeros de estudio, por compartir tantos momentos inolvidables de esta hermosa etapa y hacer que sea más llevadero.

A mis amigos/as de Ucacha, por siempre preocuparse y apoyarme en todo.

A Federico Morla y Elena Fernández, quienes junto a los integrantes de la Cátedra de Cultivos Oleaginosos me brindaron su apoyo y confianza para la realización de este trabajo.

A todas las personas que formaron parte de mi vida y contribuyeron a que este objetivo fuera cumplido.

A todos, Muchas Gracias.

## ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos.....	I
Índice general.....	II
Índice de figuras.....	III
Índice de imágenes.....	IV
Resumen.....	V
Summary.....	VI
Introducción.....	1
Objetivo General.....	4
Materiales y Métodos.....	5
Resultados y Discusión.....	7
Conclusiones.....	16
Bibliografía Citada.....	17
Anexo I.....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Rendimiento de frutos y granos( kg ha <sup>1</sup> ) producido en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).....	<b>7</b>
<b>Figura 2:</b> Rendimiento (g/ m <sup>2</sup> ) y número de frutos m <sup>2</sup> de maní, durante el ciclo productivo 2016-2017, en Río Cuarto (Cba) .....	<b>8</b>
<b>Figura 3:</b> Rendimiento (g/m <sup>2</sup> ) y peso de un fruto (gramos) de maní, durante el ciclo productivo 2016-2017, en Río Cuarto ( Cba).....	<b>9</b>
<b>Figura 4:</b> Número de frutos por metro cuadrado en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).....	<b>10</b>
<b>Figura 5:</b> Peso de un fruto en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).....	<b>11</b>
<b>Figura 6:</b> Rendimiento confitería en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba) .....	<b>12</b>
<b>Figura 7:</b> Relación grano/caja en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en RíoCuarto (Cba).....	<b>13</b>
<b>Figura 8:</b> Rendimiento (g m <sup>-2</sup> ) en diferentes períodos de estrés (°Cd desde R2), durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba) .....	<b>14</b>
<b>Figura 9:</b> Número de frutos maduros (m <sup>2</sup> ) en diferentes períodos de estrés (°Cd desde R2), durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).....	<b>15</b>

**ÍNDICE DE IMÁGENES:**

**Imagen 1:** Marco de plantación del ensayo de maní 70 cm entre surcos, a una densidad esperada de 17,8 pl m<sup>2</sup> .....**20**

**Imagen 2:** Vista de la colocación de carpas de sombreo.....**20**

**Imagen 3:** Vista desde el interior de una de las carpas de sombreo.....**21**

## **Efecto del estrés ambiental por sombreado en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre el rendimiento y calidad comercial.**

### **RESUMEN**

Conocer sobre los procesos y mecanismos determinantes del crecimiento y rendimiento del cultivo de maní, en las condiciones locales de producción, resultan de gran importancia para aumentar la producción de manera sostenible. Por estas razones, es importante contribuir al conocimiento de cómo un estrés ambiental producido en diferentes estadios del ciclo del cultivo, puede afectar su rendimiento y calidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes momentos de estrés causado por sombreado sobre el rendimiento y calidad, e identificar el período crítico de la determinación de los componentes del rendimiento en el cultivo de maní. El experimento a campo se realizó en el CAMDOCEX – FAV UNRC (Campo docente experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto), durante el ciclo 2016/17. Se registraron las etapas fenológicas y en especial el estado de R2. A partir de ese momento, se comenzaron los tratamientos de sombreado que consistieron en 6 períodos de aproximadamente 150 °Cd cada uno (T1:R2, T2:R3, T3:R3/4, T4: R5 y T5:R6), sombreado total (T6) y un control sin sombreado (T0). Para ello se instalaron sobre las parcelas estructuras cubiertas con una maya comercial (media sombra) con 85% de exclusión de la radiación solar. Todos los tratamientos de sombreado se distribuyeron en bloques al azar. A cosecha se tomaron 5 muestras por tratamiento y se determinaron los componentes principales del rendimiento y la calidad comercial. El rendimiento de frutos del cultivo de maní presentó sensibilidad al estrés causado por sombreado, con una mayor magnitud del efecto en los tratamientos T2 (R3), T3 (R3/4) y T5 (R6), en donde se observó hasta un 25% de disminución del rendimiento respecto al tratamiento control sin sombreado. Los principales componentes del rendimiento: número y peso individual de los frutos, se comportaron de diferente manera. Mientras el número de frutos disminuyó a medida que los tratamientos de sombreado se aproximaban hacia etapas reproductivas avanzadas, el peso de los mismos se mantuvo relativamente estable. Observándose que el rendimiento se relacionó en mayor medida con el número de los frutos logrados a cosecha, al igual que el peso de un fruto. El rendimiento confitería no tuvo un marcado cambio, sino que se mantuvo estable en los distintos tratamientos de sombreado evaluados en este trabajo, esto se debe posiblemente a que los períodos de sombreado no afectaron significativamente la etapa de llenado de granos. De igual manera, la relación grano-caja no presentó diferencias ante un estrés por sombreado. El período de tiempo determinado en este trabajo como sensible ante un estrés por sombreado para rendimiento y su componente principal, número de frutos por unidad de superficie, comenzó en la etapa de R3-R4, a los 351° Cd y en 335° Cd desde R2, respectivamente y continuó hacia el final de los tratamientos de sombreado realizados en este trabajo, post R6. La respuesta de la disminución del rendimiento del maní por efecto de los diferentes períodos de estrés por sombreado empleados en este trabajo se centró en la etapa fenológica R5 (T4) donde se hace evidente la disminución del principal componente del rendimiento final del cultivo de maní.

**Palabras claves:** Sombreado, número de frutos, rendimiento, período crítico, calidad comercial.

## **Effect of environmental stress by shading on the peanut (*Arachis hypogaea* L.) yield and quality.**

### **SUMMARY**

Knowing about the processes and mechanisms that determine the growth and yield of peanut crop under local production conditions, are of great importance to sustainable increase. For these reasons, it is important to contribute to the knowledge of how an environmental stress produced at different crop stages can affect its yield and quality. The objective of this work was to evaluate the effect of different moments of stress caused by shading on yield and quality, and identify the critical period of the determination of yield components in peanut. The field experiment was carried out at CAMDOCEX - FAV UNRC, during the 2016/17 growing season. Phenological stages were recorded, and especially the state of R2. From that moment, the shading treatments, that consisted of 6 periods of approximately 150°Cd each were started (T1: R2, T2: R3, T3: R3 / 4, T4: R5 and T5: R6), total shading (T6) and a control without shading (T0). For this purpose, structures covered with a commercial cloth with 85% solar radiation exclusion were installed on the plots. All shading treatments are distributed in randomized blocks. At harvest, 5 samples were taken per treatment and the main yield components and product commercial quality were determined. The peanut pod yield presented sensitivity to the shading stress, with a greater magnitude of the effect in the treatments T2 (R3), T3 (R3 / 4) and T5 (R6), where up to 25% was observed of yield decrease compared to the control treatment (without shading). The main yield components: pods number and individual weight, behaved differently. While the pods number decreased as the shading treatments approached advanced reproductive stages, their weight remained relatively stable. Noting that the yield was mostly related to the pods number. The confectionery yield did not have a marked change, but remained stable in the different shading treatments evaluated in this work. This is possibly due to the fact that the periods of shading did not significantly affect the grain filling stage. Similarly, the shelling percentage did not show differences due to shading stress. The period of time determined in this work as sensitive to a shading stress for yield and its main component, pods number per unit area, began at the stage of R3-R4, at 351 ° Cd and at 335 ° Cd from R2, respectively and continued towards the end of the shading treatments performed in this work, post R6. The response of the decrease in peanut yields due to the different periods of shading stress used in this work focused on the phenological stage R5 (T4) where the decrease in the main component of the peanut yield is evident.

**Keywords:** Shading, pods number, yield, critical period, commercial quality





## INTRODUCCIÓN

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una hierba anual, estival, postrada (maníes tipo Virginia *runner*) o erecta (maníes tipo Valencia y Español). Las hojas son tetra foliadas, con folíolos elíptico-ovales de hasta 6 cm de longitud. Flores de color amarillo-doradas. El ovario posee un meristema intercalar en la base, el cual luego de la fecundación se desarrolla y origina un eje postfloral (clavo), que lleva en el ápice el ovario con los óvulos fecundados al suelo, donde se desarrolla, produciendo una legumbre unilocular que encierra 2-5 semillas o por aborto una sola. El fruto es una legumbre denominada geocarpo. Las semillas poseen tegumento rojizo, violáceo-oscuro o blanco (Bianco *et al.*, 2002).

Es un cultivo regional, de alto impacto socioeconómico en el territorio donde se desarrolla la producción primaria y la agroindustria que genera productos alimentarios de origen agrícola con extraordinario valor agregado, que son exportados en un 95 %, generando divisas para la región y el país (CAM, 2015).

El Sector Agroindustrial Manisero (SAM) está radicado principalmente en la provincia de Córdoba y constituye una economía regional emblemática para la Provincia, dedicada casi exclusivamente a la exportación, ya que exporta el 95% de su producción (estadísticas CAM sobre datos año 2013). El maní es a la Provincia de Córdoba lo que la viña a Mendoza o la caña de azúcar a Tucumán. Está compuesto por 25 empresas entre las cuales hay PyMEs, cooperativas de capitales nacionales y empresas de capitales extranjeros radicadas en nuestro país desde hace muchos años. Una treintena de localidades del interior de la Provincia de Córdoba sostienen sus economías gracias a la agroindustria manisera como principal fuente significativa de empleo. Al año 2013, el Cluster Manisero involucra cerca de 12.000 puestos de trabajo, directos e indirectos, en estas localidades (CAM, 2015).

Anualmente, se siembran en Argentina entre 300 y 350 mil hectáreas con maní. El rendimiento promedio oscila entre 3,3 y 3,5 toneladas de maní en vainas por hectárea. Como cualquier otro cultivo la rentabilidad depende del rendimiento y de la calidad del producto cosechado. Los principales factores de manejo del cultivo son: elección del lote, rotación de cultivos, fertilidad del suelo, laboreo del suelo, elección del cultivar, implantación del cultivo, malezas, insectos y arácnidos, nematodos, enfermedades foliares y de suelo, riego suplementario, arrancado, cosecha, secado y almacenamiento (Pedellini, 2012).

El rendimiento del cultivo de maní, como el de otros cultivos de grano, es el resultado de la combinación entre número de frutos/granos por unidad de superficie y el peso individual de los mismos (Phakamas *et al.*, 2008; Haro *et al.*, 2013). El número de frutos es el componente

numérico que está más altamente relacionado con el rendimiento, mientras que su peso individual es considerado como más estable (Phakamas *et al.*, 2008).

El número y peso de frutos, que llegan a la madurez de cosecha del cultivo, están altamente determinados por la disponibilidad de fotoasimilados durante el período de determinación y formación de frutos y granos (Collino *et al.*, 2001; Haro *et al.*, 2013). La disponibilidad de asimilados que es, a la vez, función de la habilidad con que el cultivo captura recursos como la luz, agua y nutrientes, entre otros (Andrade y Ferreiro, 1996; Phakamas *et al.*, 2008).

Los subcomponentes del número de granos se definen durante un período muy extenso del ciclo, desde la emergencia hasta que se determina la supervivencia de los granos de las últimas vainas que aparecen en el cultivo. A su vez, el final de la aparición de nudos y la estabilización del número de granos se superponen parcialmente con la etapa de crecimiento de los granos, que finaliza en madurez fisiológica. Sin embargo, no todo el ciclo resulta igualmente crítico para definir el rendimiento. Generalmente, condiciones ambientales adversas durante las etapas tempranas del cultivo pueden ser compensadas si la calidad del ambiente mejora y el número final de granos no resulta afectado. La posibilidad de que aparezcan hojas luego del comienzo de floración, la gran cantidad de sitios potenciales donde se diferencian flores y la extensión del período de floración son todas características que le otorgan al cultivo una considerable tolerancia a condiciones adversas pre-floración. Sin embargo, a medida que avanza el ciclo esta tolerancia disminuye (Morla *et al.*, 2012).

La identificación de los períodos más críticos para la definición del rendimiento resultarán del reconocimiento del período crítico para la definición del número de granos y de la parcial compensación que pueda realizar el peso de los granos (Satorre *et al.*, 2012).

Se denomina “período crítico” del cultivo a aquel en el cual el rendimiento se ve marcadamente reducido cuando se produce un estrés y que, generalmente, afecta en mayor medida al número de frutos o granos por superficie, que es el principal componente del rendimiento. Este período crítico en el cultivo de maní ha sido definido entre las etapas R3 y R6, 5 (Haro *et al.*, 2007), y está altamente relacionado con la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) durante esa etapa (Cholaky *et al.*, 1998). Por lo que, períodos de estrés en estos períodos afectan el rendimiento del cultivo.

Es frecuente que el cultivo de maní se encuentre, durante algún período de su ciclo de crecimiento, sujeto a condiciones de estrés causado principalmente por factores abióticos, los cuales se hacen más evidentes cuando el cultivo se encuentra en la fase reproductiva (formación y comienzo de llenado de frutos). Cortos períodos de estrés (de hasta 10 días de duración) durante las etapas de definición del número y peso de frutos pueden producir pérdidas de rendimiento (del

12 al 20%) y disminución de la calidad comercial (granometría) del cultivo de maní (Morla *et al.*, 2012).

Existen numerosos estudios acerca del efecto del estrés lumínico, generado por sombreado, sobre los procesos fisiológicos que determinan el rendimiento del maní. En ellos, se encontraron cambios en la partición, la tasa de crecimiento vegetativo y reproductivo, el número de frutos maduros y el rendimiento tanto a nivel de planta individual como del cultivo (Ono y Ozaki, 1971; Williams, 1979a; Hang *et al.*, 1984; Stirling *et al.*, 1990; Jadhav y Sengupta, 1991; Jadhav, 1992; Barbour *et al.*, 1994).

Estudios del efecto del sombreado aplicados en diferentes etapas del período vegetativo y reproductivo sobre los procesos fisiológicos que determinan el rendimiento del maní, encontraron cambios en la partición de biomasa, la tasa de crecimiento vegetativo y reproductivo, el número final de frutos maduros y el rendimiento (Morla *et al.*, 2012).

Los efectos de la radiación solar sobre el comportamiento de los cultivos se han evaluado en diferentes especies mediante tratamientos de sombreado artificial. Los resultados señalan que el estrés por baja luminosidad es más detrimental para la producción de grano cuando ocurre durante la fase reproductiva (Summerfield *et al.*, 1976; Shou *et al.*, 1978; Islam y Morrison, 1992) y se ha asociado a caída de estructuras florales y procesos abortivos observado en especies de la familia de las leguminosas (Mann y Jaworski, 1970; Shou *et al.*, 1978).

La biomasa total y reproductiva acumulada al final del ciclo disminuye por efecto del sombreado, observándose una detención del crecimiento cuando las plantas estuvieron bajo la sombra. Superado el estrés, el crecimiento continúa a tasas similares o algo inferiores al testigo, siendo la biomasa total acumulada al final inferior en todos los tratamientos. Una tendencia similar se observa en la producción de biomasa de frutos como los resultados encontrados por Hang *et al.* (1984), en un estudio con tratamientos de sombreado de intensidad y duración variable.

Después de superado el estrés por sombreado, se produce un aumento de la partición de biomasa a hojas como una estrategia del cultivo para recuperar rápidamente el aparato fotosintético, como lo describieron Rao y Mitra (1988), en plantas crecidas bajo sombra, las que presentaron mayor desarrollo de hojas y altura del cultivo. Por su parte, Hang *et al.* (1984), observaron un aumento en el contenido de clorofila luego de finalizado el estrés.

El aumento de biomasa foliar posterior al estrés es mayor en los sombreados tempranos iniciados en R3 y disminuye en los posteriores, posiblemente porque éstos últimos coinciden con la etapa de frutos en formación (R4-R5) y la planta direcciona la biomasa para su llenado (Morla *et al.*, 2012).

El número de flores por planta, al igual que lo hallado en soja (Egli y Bruening, 2005), también es modificado por la intensidad de luz y su efecto depende del momento de ocurrencia. Si la deficiencia se produce antes de floración, disminuye la tasa y se prolonga el período de producción de flores, pero el proceso se detiene cuando el estrés se produce durante la floración (Cattan y Fleury, 1998; Cerioni, 2003).

El estrés lumínico durante el período reproductivo reduce el rendimiento de frutos y sus componentes numéricos. Ono y Ozaki (1971) y Jadhav (1992) describieron una reducción del número de clavos y frutos que se tradujo en un menor rendimiento, siendo mayor el efecto durante el período de desarrollo de los frutos (Jadhav y Sengupta, 1991). Ocurre una translocación selectiva hacia los frutos, u optimización en la utilización de los asimilados, produciendo pocos clavos con gran proporción de frutos cosechables (Barbour *et al.*, 1994).

Por otro lado, un sombreado severo produce senescencia foliar prematura en el cultivo determinando el cese de la producción de frutos, efecto de mayor importancia cuando ocurre durante el llenado, que resulta en una reducción de la proporción de frutos maduros a cosecha (Stirling *et al.*, 1990) y también la calidad comercial (granometría) del cultivo de maní (Williams, 1979b).

Por estas razones, es importante contribuir al conocimiento de un estrés ambiental, producido por sombreado en diferentes estadios del ciclo del cultivo, sobre el rendimiento y la calidad comercial.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto del estrés ambiental, producido por sombreado en diferentes estadios del ciclo del cultivo, sobre el rendimiento y la calidad comercial (Granometría) e identificar el período crítico de la determinación de los componentes directos del rendimiento en el cultivo de maní.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento a campo se realizó en el CAMDOCEX – FAV UNRC (Campo docente experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto), durante el ciclo experimental 2016/17 sobre un suelo Haplustol típico (Taxonomía de Suelos del USDA) de textura franca arenosa muy fina. Se sembró el cultivar Granoleico (tipo Virginia runner), de amplia utilización en la región manisera argentina, el 02/11/16, a 70 cm entre surcos, a una densidad objetivo de 17,8 pl m<sup>-2</sup> (Anexo I).

El cultivo fue conducido sin limitaciones hídricas ni nutricionales. A través de riego por sistema de goteo con el fin de que el contenido hídrico del suelo no descienda del 60% de agua útil. Se realizaron todos los controles fitosanitarios con el fin de minimizar el efecto de malezas, plagas y enfermedades.

Durante el ciclo del cultivo se registraron las etapas fenológicas (Boote *et al.*, 1982) y en especial el estado de R2. A partir de ese momento, se comenzaron tratamientos de sombreado que consistieron en 6 períodos de sombreado (T1 sombra en R2, T2 sombra en R3, T3 sombra en R3/4, T4 sombra en R5 y T5 sombra en R6) de 150°C d cada uno (Tb: 10,3°C; Leong y Ong *et al.*, 1983), sombreado total (T6) (de aproximadamente 900°C d) y un control sin sombreado (T0).

Para ello, se instalaron sobre las parcelas estructuras de 2,1 m de ancho y 4 m de largo, cubiertas con una maya comercial (media sombra) de color negro que redujo la radiación incidente en un 87,5 ± 2%. En estas condiciones, la temperatura del aire en las parcelas sombreadas fue alrededor de 1 °C menor que en el testigo.

El valor de sombreado total de aproximadamente 900°C d se obtuvo de un trabajo anterior donde se determinó que corresponde con la duración de llenado de los frutos del cultivar Granoleico en condiciones similares a la de este ensayo (Giayetto *et al.*, 2013).

Todos los tratamientos de sombreado se distribuyeron aleatoriamente dentro de cada parcela y se replicaron tres veces (una carpa de sombreado por período y bloque). Cada parcela experimental midió 5 surcos distanciados a 0,7 m entre sí y un largo aproximado de 4 m.

### Observaciones y mediciones:

Al momento de la cosecha (en el estadio fenológico R8) se realizaron 3 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una (1,42 m lineales) por bloque, para medición del rendimiento final del cultivo y sus componentes principales: número de frutos maduros, el peso de los frutos y granos por planta y superficie.

Para establecer el porcentaje de maní confitería, se usaron zarandas de tajo de 7,5 mm.

### Análisis Estadísticos

Los datos recolectados fueron procesados mediante ANAVA y la separación de medias se realizó empleando el test LSD de Fisher asumiendo un 95% de confianza. Se realizaron análisis de correlaciones entre las variables mediante técnicas de regresiones lineales.

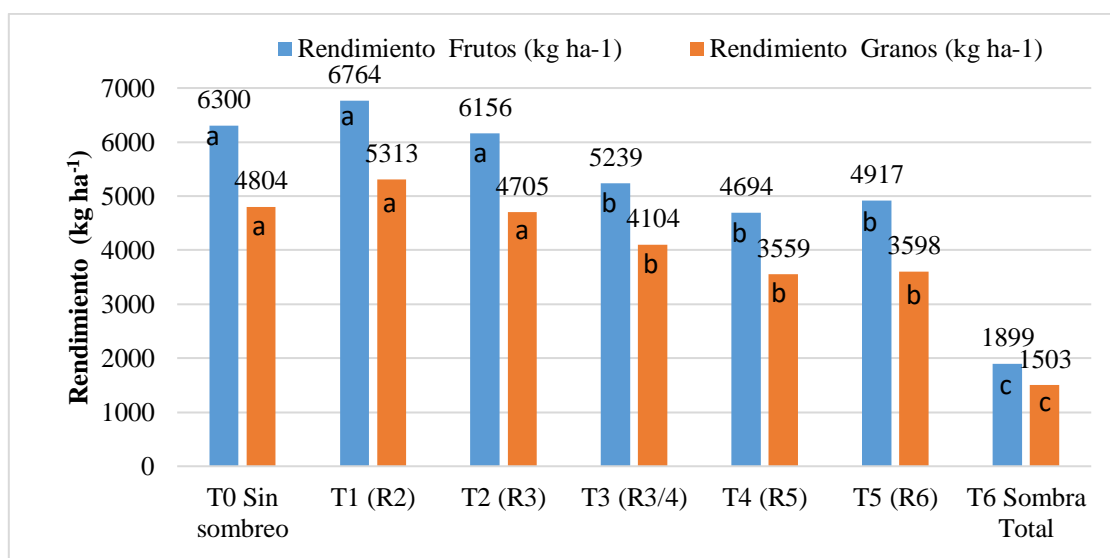
El período crítico se evaluó mediante el trazado del valor relativo (%) de las variables analizadas bajo el tratamiento de sombreado en relación con el tratamiento control, como en Fischer (1975). Para cada variable se propuso un porcentaje de reducción por el sombreado como un valor de umbral para establecer el período crítico, el valor de umbral se obtuvo con el promedio de los coeficientes de variación de dichas variables para todos los tratamientos (Sandaña y Calderini, 2012).

Se utilizó el programa estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2017) y el programa GraphPad Prism versión 5.00 para Windows (GraphPad Software, San Diego California USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, se muestra el rendimiento de frutos y granos (kg/ha) de los diferentes tratamientos de sombreo evaluados y sus respectivos controles.

El rendimiento de frutos y granos disminuyó hasta un 25% en los tratamientos T2 (R3), T3 (R3/4) y T5 (R6) en respuesta al sombreo, respecto al tratamiento control (sin sombreo) que rindió 6.300 y 4.804 kg ha<sup>-1</sup> de frutos y granos, respectivamente. Mientras que el tratamiento de sombreo total (T6) fue el que presentó los menores valores (1.899 kg ha<sup>-1</sup> de frutos y 1.503 kg ha<sup>-1</sup> de granos). El máximo rendimiento fue el obtenido en el tratamiento T1 (R2), tanto en el rendimiento de frutos (6.764 kg ha<sup>-1</sup>), como de granos (5.313 kg ha<sup>-1</sup>). El tratamiento T2 (R3), el rendimiento obtenido también fue elevado, tanto de frutos (6.156 kg ha<sup>-1</sup>) como de granos (4.705 kg ha<sup>-1</sup>), pero no mayor que el tratamiento T1.



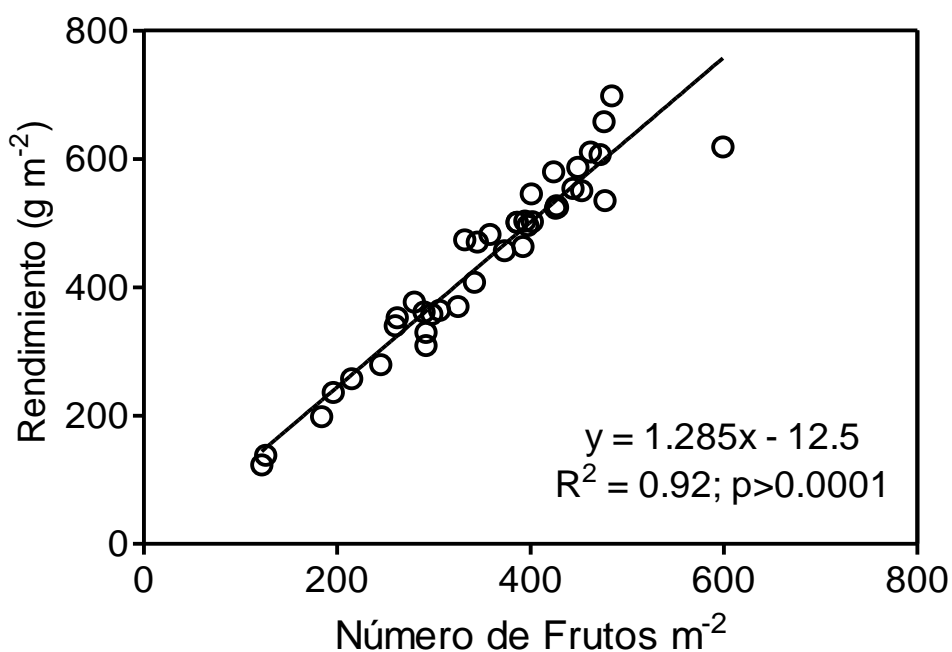
**Figura 1:** Rendimiento de frutos y granos ( kg ha<sup>-1</sup>) para los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba). Para cada variable letras diferentes indican diferencias según test LSD de Fisher (p<0,05).

En este trabajo, los tratamientos de sombreo provocaron una disminución significativa del rendimiento salvo en el tratamiento T1 y T2 en donde se obtuvieron rendimientos similares a T0. Estos resultados coinciden con los de Williams (1979b); Hang *et al.* (1984) y Rao y Mitra (1988) y, que tal disminución fue mayor en los tratamientos de sombreo tardío dentro del período de formación de frutos señalado por esos autores como el más sensible ante la ocurrencia de un estrés.

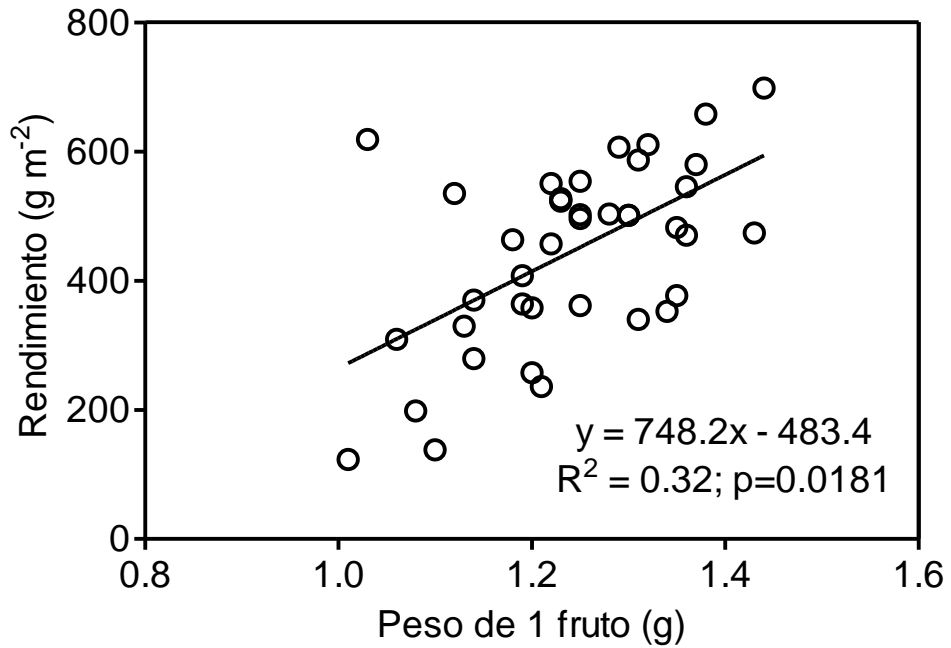


Los resultados encontrados por Rao y Mitra (1988), señalan a los períodos que van desde floración a clavado, y de formación y llenado de frutos, como los de mayor sensibilidad ante estrés causado por sombreo, coincidiendo con los resultados observados en este trabajo.

El rendimiento final del cultivo estuvo más asociado al número de frutos por superficie ( $R^2=0,92$ ) (Figura 2) que al peso individual de los mismos ( $R^2=0,32$ ) ( $p<0,0001$ ) (Figura 3). El menor rendimiento obtenido en los tratamientos de sombreo, está altamente relacionado con los componentes directos número, en mayor medida, y peso de frutos, destacando la importancia relativa superior del primero (Fernández *et al.*, 2006).



**Figura 2:** Rendimiento (g/ m<sup>2</sup>) y número de frutos m<sup>2</sup> de maní durante el ciclo productivo 2016-2017, en Río Cuarto (Cba).



**Figura 3:** Rendimiento (g/m<sup>2</sup>) y peso de un fruto (gramos) de maní, durante el ciclo productivo 2016-2017, en Río Cuarto (Cba).

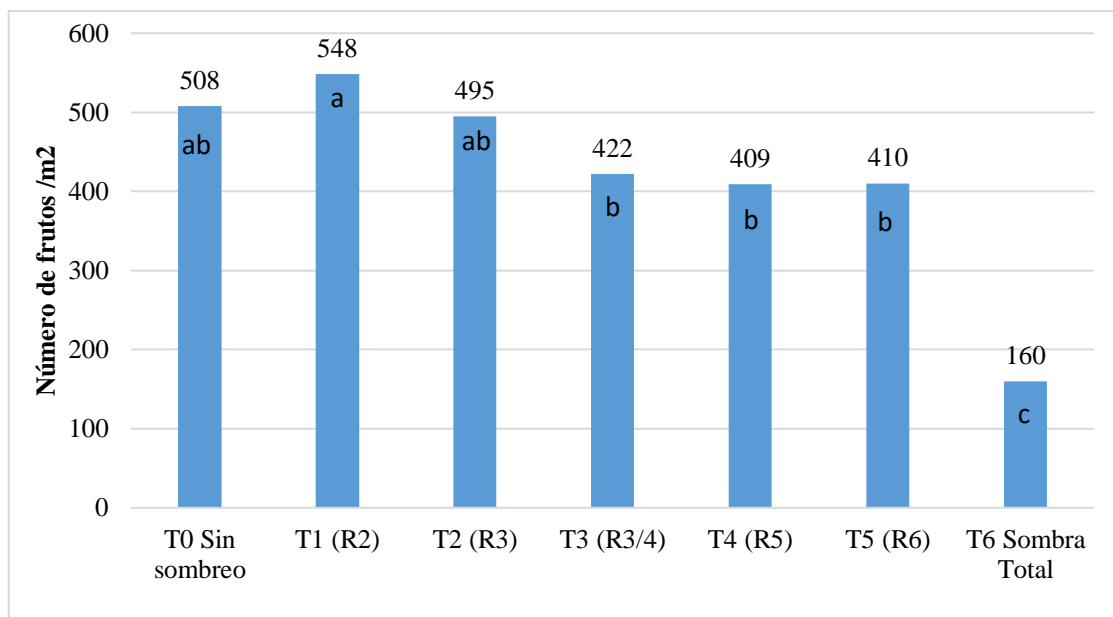
En este sentido, el número de frutos es el componente numérico que está más altamente relacionado con el rendimiento, mientras que su peso individual es considerado como más estable (Phakamas *et al.*, 2008). Los resultados del presente trabajo concuerdan con lo observado por Hang *et al.* (1984), ya que la variación del peso del fruto es menor que el componente numérico del rendimiento.

Ambos componentes presentaron la misma tendencia decreciente, observada en otros trabajos que analizaron etapas del cultivo similares a las evaluadas en este estudio (Williams, 1979b; Rao y Mitra, 1988).

El número de frutos ( $p < 0,0001$ ) por metro cuadrado disminuyó a medida que los tratamientos de sombreado se aproximaban a etapas reproductivas más avanzadas (Figura 4). En las etapas tempranas existe tiempo suficiente para que la formación de frutos lleguen a ser cosechables hacia el fin del ciclo del cultivo. Los tratamientos T0, T1 y T2 superaron a los tratamientos tardíos. Por su parte T3, T4 y T5 no difieren entre sí y superaron a T6.

Resultados encontrados por Hang *et al.* (1984) en un estudio con tratamientos de sombreado de intensidad y duración variables similar a los resultados de este trabajo, donde sombreados tempranos disminuían la partición de biomasa a órganos reproductivos (20,3 y 19,6% de disminución para sombreados aplicados en floración y clavado, respectivamente); mientras que lo contrario ocurría con sombreados durante la formación de frutos y granos.

Por su parte, Ono y Ozaki (1971) señalan que un estrés por sombreado temprano resulta en una prolongación del período de floración, inhibiendo la fructificación de las flores tempranas y reduciendo el número final de frutos maduros por planta.



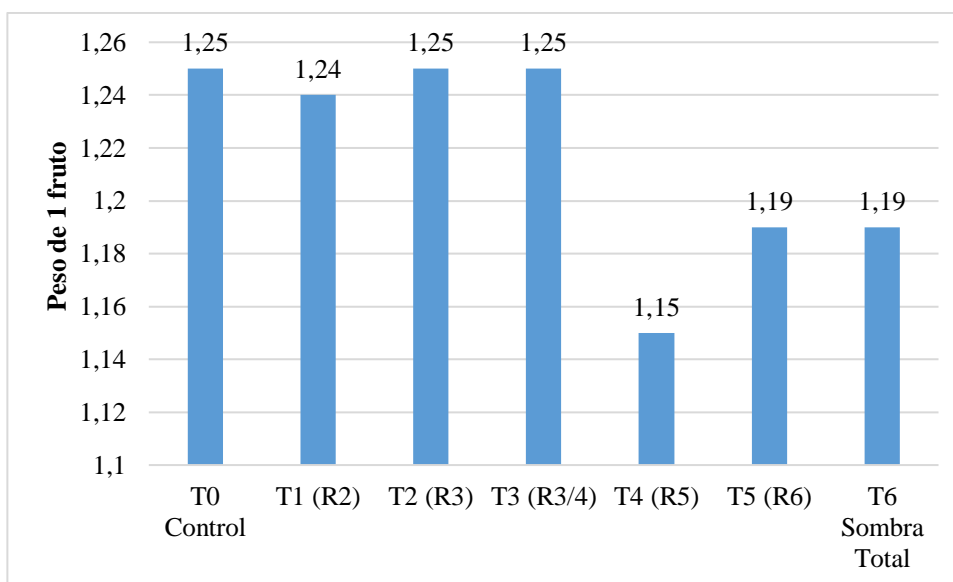
**Figura 4:** Número de frutos por metro cuadrado en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba). Letras diferentes indican diferencias según test LSD de Fisher ( $p < 0,05$ ).

El peso de un fruto se mantuvo relativamente estable en los distintos tratamientos, los valores promedio registrados para los tratamientos evaluados varían en un rango de 1,15 a 1,25 g ( $p = 0,6334$ ). Esta respuesta, puede deberse a que no se cubrió totalmente la etapa de llenado de granos con los tratamientos de sombreado (solo llegó hasta R6), por lo que diferencias significativas en esta variable, podrían esperarse en tratamientos de sombreado más tardíos.

En base a los resultados obtenidos, en coincidencia con Rao y Mitra (1988), quienes establecen que los períodos de formación y llenado de frutos, son los de mayor sensibilidad ante estrés causado por sombreado.

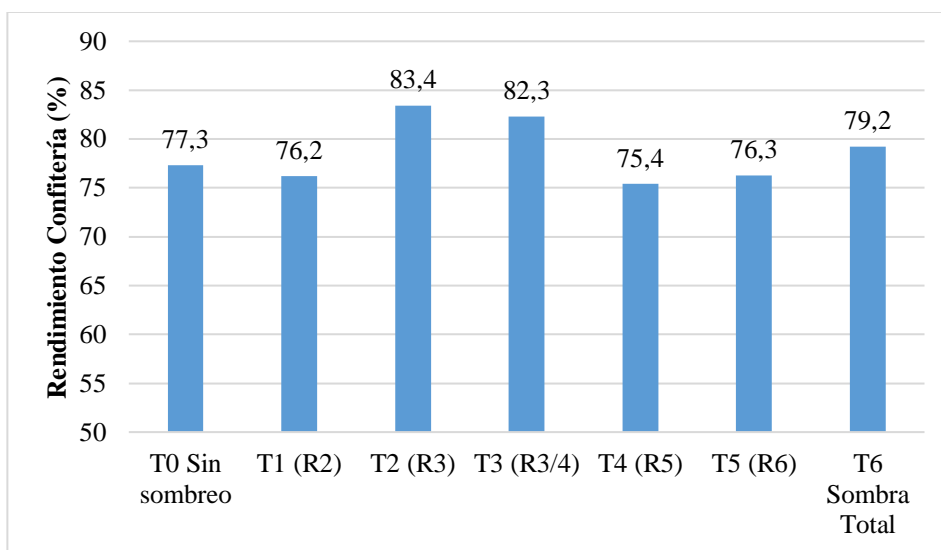
Los resultados obtenidos por Hang *et al.* (1984), permiten describir una detención del crecimiento de la planta durante el período de sombreado, con disminuciones de la tasa de crecimiento del cultivo de hasta un 89,5% y de los frutos del orden del 76,2% durante la formación de frutos (etapa similar a la sometida a estrés lumínico en el presente trabajo). Además, señalan a este período como el más sensible ante un estrés comparado con otras etapas como floración, clavado y la madurez del cultivo.

La falta de respuesta encontrada en las etapas tempranas del crecimiento reproductivo (R2-R3) puede estar indicando que, en ese momento, existe tiempo suficiente para la formación de frutos que lleguen a ser cosechables hacia el fin del ciclo del cultivo.



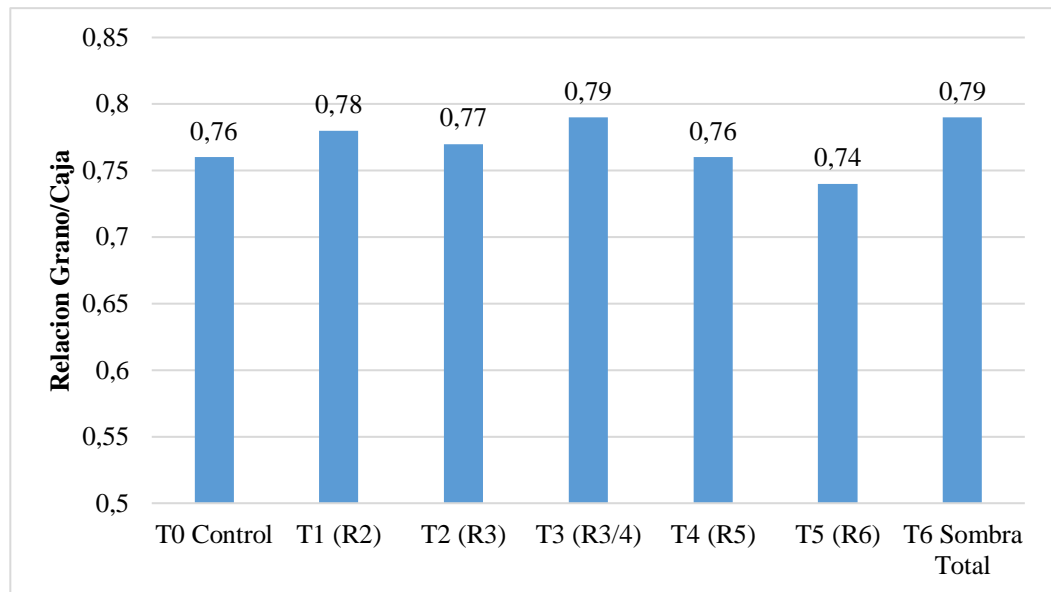
**Figura 5:** Peso de un fruto, en los distintos tratamientos durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).

Al igual que para el peso individual de los frutos, el rendimiento confitería ( $p=0,4993$ ) (Figura 6) no tuvo un marcado cambio, sino que se mantiene estable para los distintos tratamientos de sombreado evaluados en este trabajo. Ésto se debe posiblemente a que los sombreados no afectaron la etapa de llenado de granos. En este sentido, Morla *et al.* (2012) en condiciones ambientales similares a las de este trabajo, encontraron que períodos de estrés por sombreado en la etapa de llenado de granos (R5-R6) afectó significativamente el peso de los frutos, disminuyendo a su vez la calidad comercial (granometría). La diferencia entre estos trabajos puede estar dada por los momentos en que se realizaron los períodos de sombreado, mas al inicio del período reproductivo en este trabajo.



**Figura 6:** Rendimiento confitería en los distintos tratamientos, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).

La calidad comercial medida a través de la relación grano-caja no presentó diferencias ante un estrés por sombreado ( $p=0,2733$ ). Los valores observados rondaron entre 0,74 y 0,79 (Figura 7). Otros resultados fueron encontrados por Hang *et al.* (1984) quienes sólo encontraron una disminución en esta variable en los tratamientos de sombreados realizados al final del ciclo del cultivo, ya que en este período se afecta marcadamente el llenado del grano (Fernandez *et al.*, 2006).



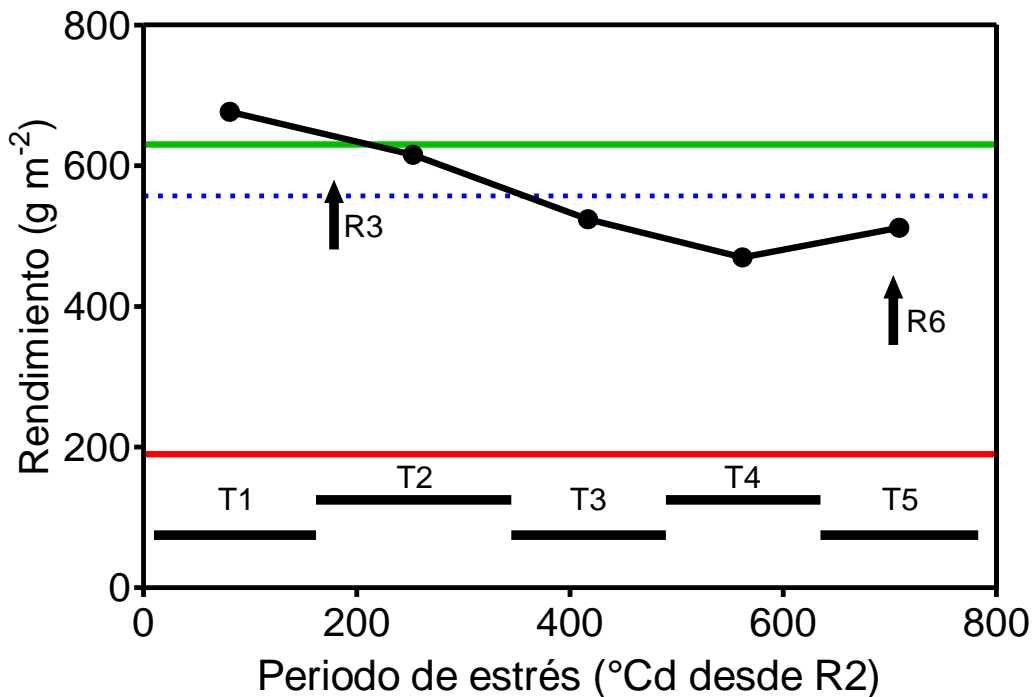
**Figura 7:** Relación grano/caja en los distintos tratamientos de sombreado, durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba).

En la Figura 8, se observa cómo el rendimiento de maní ( $\text{g m}^{-2}$ ) es afectado cuando se lo somete a diferentes períodos de estrés por sombreado durante el ciclo de su cultivo.

El período crítico comienza alrededor de  $351^\circ \text{Cd}$  desde R2 en la etapa fenológica R3-R4. La mayor disminución del rendimiento estuvo centrada en la etapa fenológica R5 (T5) en donde se hace evidente la disminución del rendimiento, luego aumenta el rendimiento hacia R6 (T5) aunque nunca alcanza el rendimiento del tratamiento de control sin sombreado (línea verde).

Estos resultados son coincidentes con los encontrados en la bibliografía, al respecto, Haro *et al.* (2007) señalan que el período crítico del cultivo de maní comienza en R3 y se extiende a R6, 5. En este trabajo se observa un comienzo algo posterior a R3 y debido a que no se continuaron los tratamientos de sombreado no se detectó el fin de este período.

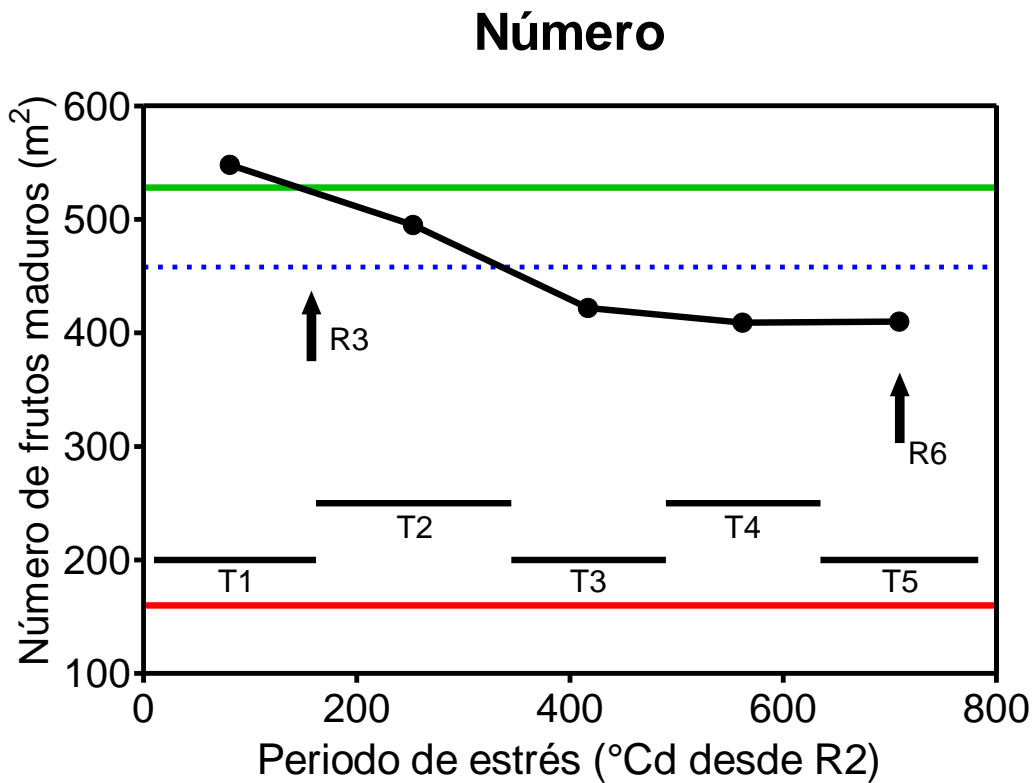
## Rendimiento



**Figura 8:** Rendimiento de frutos (g m<sup>-2</sup>) en diferentes períodos de estrés (°Cd desde R2), durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba). **Línea punteada:** diferencia mínima significativa. **Línea verde:** Testigo sin sombrear (T0). **Línea roja:** Testigo sombreado (T6). **Barra horizontales** indican los períodos de estrés.

En la Figura 9, se observa como varía el número de frutos maduros por metro cuadrado, cuando a lo largo del ciclo del cultivo de maní se aplican diferentes períodos de estrés por sombreo.

La etapa de definición del número de frutos maduros fue similar a la encontrada para el rendimiento, comenzó aproximadamente a los 335° Cd desde R2, etapa fenológica R3-R4 y se extendió hasta el final de los períodos de sombreo realizados en este trabajo. Las disminuciones del número de frutos se produjeron a partir de T3, coincidiendo con el estadio fenológico R3-R4 y se mantuvieron en estos bajos valores de número de frutos maduros hasta el estadio R6 (T5).



**Figura 9:** Número de frutos maduros (m<sup>2</sup>) en diferentes períodos de estrés (°Cd desde R2), durante el ciclo productivo del maní (2016-2017), en Río Cuarto (Cba). **Línea punteada:** diferencia mínima significativa. **Línea verde:** Testigo sin sombrear (T0). **Línea roja:** Testigo sombreado (T6). **Barra horizontales** indican los períodos de estrés.

La falta de determinación del final del período crítico del cultivo de maní, estuvo dado por la falta de tratamientos de sombreo posteriores al estadio fenológico de R6, debido a que las condiciones ambientales del ciclo favorecieron el desarrollo de hongos de suelo de difícil control fitosanitario. Por lo que futuros trabajos deberían abarcar el fin de la etapa reproductiva en el ciclo del maní para así poder delimitar el final y la duración del período crítico del maní.



## CONCLUSIONES

El rendimiento de frutos del cultivo de maní presentó sensibilidad al estrés causado por sombreo, con una mayor magnitud del efecto en los tratamientos T3 (R3/4), T4 (R5) y T5 (R6), en donde se observó hasta un 25% de disminución del rendimiento respecto al tratamiento control sin sombreo.

Los principales componentes del rendimiento: número y peso individual de los frutos, se comportaron de diferente manera. El número de frutos disminuyó a medida que los tratamientos de sombreo se aproximaban hacia etapas reproductivas avanzadas, por su parte el peso de los mismos se mantuvo relativamente estable. Observándose que el rendimiento se relacionó en mayor medida con el número de los frutos logrados a cosecha.

La respuesta de la disminución del rendimiento del maní por efecto de los diferentes períodos de estrés por sombreo empleados en este trabajo se centró en la etapa fenológica R5 (T4) donde se hace evidente la disminución del principal componente del rendimiento final del cultivo de maní.

El período de tiempo determinado en este trabajo como sensible ante un estrés por sombreo para rendimiento comenzó en la etapa de R3-R4, a los 351° Cd desde R2 y continuó hacia el final de los tratamientos de sombreo realizados en este trabajo, post R6. En tanto que, para el número de frutos este período fue similar, comenzando en 335° Cd (R3-R4) y se extendió hasta el final de los períodos de sombreo realizados en este trabajo (>R6).

Al igual que el peso de un fruto, el rendimiento confitería no tuvo un marcado cambio, sino que se mantuvo estable en los distintos tratamientos de sombreo evaluados en este trabajo; esto se debe posiblemente a que los períodos de sombreo no afectaron significativamente la etapa de llenado de granos. De igual manera, la relación grano-caja no presentó diferencias ante un estrés por sombreo.

## **BIBLIOGRAFIA CITADA**

- ANDRADE, F. H. y M. A. FERREIRO. 1996. Reproductive growth of maize, sunflower and soybean at different source levels during grain filling. *Field Crops Research*, 48(2): 155-165.
- BIANCO, C.A.; KRAUS, T.A. y NUÑEZ, C.O. 2002. *Botánica Agrícola*. UNRC. Río Cuarto. Córdoba. p: 353.
- BARBOUR, J. C.; D. C. BRIDGES y D.S. NESMITH. 1994. Peanut acclimation to simulated shading by weeds. *Agronomy Journal*, 86(5): 874-880.
- BOOTE, K.J. 1982. Growth stages of peanut (*Arachis hypogaea* L.). *Peanut Science*, 9:35-40.
- CAM. 2015. Cluster manisero argentino. En: [www.camaradelmani.com.ar/espanol/outlook](http://www.camaradelmani.com.ar/espanol/outlook). Consultado: 25/09/16.
- CATTAN, P. y A. FLEURY. 1998. Flower production and growth in groundnut plants. *European Journal of Agronomy*, 8(1): 13-27.
- 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- Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Córdoba, Argentina.
- CHOLAKY, L.; O. GIAYETTO, E.M. FERNÁNDEZ y W.E. ASNAL, 1998. Análisis del crecimiento del maní (*Arachis hypogaea* L.) tipos Valencia, español y Virginia. *Revista UNRC*. 18(1): 5-23.
- COLLINO, D.J.; J.L. DARDANELLI; R. SERENO y R.W. RACCA. 2001. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress: Light interception, radiation use efficiency and partitioning of assimilates. *Field Crops Research*, 70 (3): 177-184.
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L.A. GONZALEZ; E. M. TABLADA; M. DÍAZ y C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL: <http://www.infostat.com.ar>.
- EGLI, D.B. y W.P. BRUENING. 2005. Shade and temporal distribution of pod production and pod set in soybean. *Crop Science*, 45(5): 1764-1769.
- FERNANDEZ, E.M.; O. GIAYETTO Y L. CHOLAKY SOBARI. 2006. Crecimiento y Desarrollo. En: Fernandez, E.M. y O. Giayetto. *El cultivo de maní en Córdoba*. Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Capítulo IV. p: 73-88.

- FISCHER, R.A. 1975. Yield potential in dwarf spring wheat and the effect of shading. *Crop Science*, 15: 607–613.
- GIAYETTO, O.; F.D. MORLA; E.M. FERNANDEZ; G.A. CERIONI; M. KEARNEY; M.B. ROSSO y M.G. VIOLANTE. 2013. Temporal analysis of branches pod production in peanut (*Arachis hypogaea*) genotypes with different growth habits and branching patterns. *Peanut Science*, 40(1): 8-14.
- HANG, A.N.; D.E. MCCLOUD; K.J. BOOTE y W.G. DUNCAN. 1984. Shade effects on growth, partitioning, and yield components of peanuts. *Crop Science*, 24(1): 109-115.
- HARO, R.J.; M.E. OTEGUI; D.J. COLLINO y J.L. DARDANELLI. 2007. Environmental effects on seed yield determination of irrigated peanut crops: Links with radiation use efficiency and crop growth rate. *Field Crops Research*, 103(3): 217-228.
- HARO, R.J.; J. BALDESSARI y M.E. OTEGUI. 2013. Genetic improvement of peanut in Argentina between 1948 and 2004: Seed yield and its components. *Field Crops Research*, 149: 76-86.
- ISLAM, M.S y J.I.L. MORRISON. 1992. Influence of solar radiation and temperature on irrigated rice grain yield in Bangladesh. *Field Crop Research*, 30: 13-28.
- JADHAV, B.B. y V. K. SENGUPTA. 1991. Effect of light stress on peanut productivity. *Ann. Pl. Physiol*, 5(2): 194-201.
- JADHAV, B.B. 1992. Effect of light intensity on physiological and yield of peanut. *Ann Plant Physiol*. 6(2): 242-247.
- JADHAV, B.B.; U.K. SENGUPTA y A. SHARMA. 1993. Effect of light intensity on translocation of assimilates in peanut. *Indian Journal of Plant Physiology*, 36(2): 128 – 130.
- LEONG, S.K. y C.K. ONG. 1983. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of peanuts (*Arachis hypogaea* L.). *Journal Experimental Botany*, 34: 1551 - 1561.
- MANN, J.D. y E.G. JAWORSKI. 1970. Comparison of stresses which may limit soybean yields. *Crop Science*, 10: 620-624.
- MORLA, F.; O. GIAYETTO; E. FERNANDEZ; G. CERIONI; M. ROSSO; M. KEARNEY; M. VIOLANTE y C. CERLIANI. 2012. Estrés lumínico en maní sobre crecimiento, partición, rendimiento y sus componentes, y la calidad comercial. *Ciencia y Tecnología de los Cultivos Industriales*, 3: 294 - 298.

- ONO, Y. y K. OZAKI. 1971. Effects of shading treatment at early growth stage on growth and yield of peanut plants. *Crop Sci. Soc. Japan Proc.*, 40(4): 480-485.
- PEDELLINI, R. 2012. *Maní: Guía práctica para su cultivo*. Boletín de divulgación técnica N°2 Ediciones INTA. 20 p.
- PHAKAMAS, N.; A. PATANOTHAI; S. JOGLOY; K. PANNANGPETCH y G. HOOGENBOOM. 2008. Physiological determinants for pod yield of peanut lines. *Crop Science*, 48(6): 2351 - 2360.
- RAO L.J. y B.N. MITRA. 1988. Growth and yield of peanuts as influenced by degree and duration of shading. *Journal Agronomy Crop Science*, 160(4): 260-265.
- SANDAÑA, P. y F.D. CALDERINI. 2012. Comparative assessment of the critical period for grain yield determination of narrow-leafed lupin and pea. *European Journal Agronomy*, 40: 94 - 101.
- SATORRE, E.H.; R. BENECH ARNOLD; G.A. SLAFER; E.B. DE LA FUENTE; D.J. MIRALLES M.E. OTEGUI y R. SAVIN. 2012. *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. FAUBA. Buenos Aires. 783 p.
- SHOU, J.B.; D.L. JEFFERS y J.G. STREETER. 1978. Effects of reflectors, black boards, or shades applied different stages of plant development on yield soybeans. *Crop Science*, 18: 29-34.
- SUMMERFIELD, R.J.; P.A. HUXLEY; P.J. DART y A.P. HUGHES. 1976. Some effects of environmental stress on seed yield of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Prima. *Plant and soil*, 44: 527-546.
- STIRLING, C. M.; J.H. WILLIAMS; C.R. BLACK y C.K. ONG. 1990. The effect of timing of shade on development, dry matter production and light-use efficiency in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under field conditions. *Crop and Pasture Science*, 41(4): 633 - 644.
- WILLIAMS, J. H. 1979 a. The influence of shading during the pre-flowering phase of groundnuts (*Arachis hypogaea*) on subsequent growth and development. *Rhodesian Journal of Agricultural Research*, 17(1): 31-40.
- WILLIAMS, J. H. 1979 b. The physiology of groundnuts (*Arachis hypogaea* L. cv. Egret). 3. The effect of thinning at different stages of development on reproductive growth and development. *Rhodesian Journal of Agricultural Research*, 17 (1): 57-62.

## ANEXO I:



**Imagen 1:** Marco de plantación del ensayo de maní 70 cm entre surcos, a una densidad esperada de 17,8 pl m<sup>2</sup>



**Imagen 2:** Vista de la colocación de carpas de sombreado.



**Imagen 3:** Vista desde el interior de una de las carpas de sombreo.