

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

**Trabajo Final  
para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo**

**“Intercepción de la radiación y consumo de agua del  
maíz con diferentes diseños de plantación”**

**Gabriela Gallini  
DNI: 31.104.345**

**Director: Ing. Agrónomo Gabriel Pablo Espósito**

**Co-Director: Ing. Agrónomo Carlos Castillo**

**Río Cuarto – Córdoba  
Diciembre/2009**

## **AGRADECIMIENTOS**

En este espacio quiero hacer llegar mi agradecimiento a todas las personas que permitieron la realización de este trabajo. Sin embargo, de manera resumida señalo brevemente quienes me brindaron su apoyo y les expreso mi más profundo agradecimiento:

A la Universidad Nacional de Río Cuarto y en particular a la Facultad de Agronomía y Veterinaria por su contribución a mi formación profesional y humana, brindada durante los años de carrera.

A todos los docentes que prestaron desinteresadamente su apoyo para la concreción de este trabajo, en especial al Ing. Agr. Gabriel Espósito; al Ing. Agr. Carlos Castillo, como así también al Ing. Agr. Guillermo Balboa y a todas aquellas personas que contribuyeron directa o indirectamente.

Por ultimo quiero dedicarles este trabajo a las personas más importantes en mi vida, mis familiares, ya que ellos hicieron posible que concluya mis estudios siendo el sostén de mi vida.

CERTIFICADO DE APROBACIÓN.

**TÍTULO DEL TRABAJO: Intercepción de la radiación y consumo de agua del maíz con diferentes diseños de plantación**

**Autor: Gallini, María Gabriela.**

**Director: Ing. Agr. Espósito, Gabriel Pablo.**

**Aprobado y corregido de acuerdo a las sugerencias de la Comisión Evaluadora:**

**Ing. Agr. Guillermo Cerioni-----**

**Ing. Agr. Myriam Frutos -----**

**Ing. Agr. Cecilia Saroff-----**

**Fecha de presentación: -----/-----/-----**

**Aprobado por Secretaría Académica: -----/-----/-----**

-----

**Secretario Académico.**

## ÍNDICE

Índice .....	IV
Índice de tablas .....	V
Índice de figuras.....	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	VIII
1. Introducción .....	1
1.1. Hipótesis .....	6
1.2. Objetivos generales.....	6
1.2. Objetivos específicos .....	6
2. Materiales y métodos .....	7
3. Resultados y discusión.....	12
3.1. Fenología .....	12
3.2. Descripción climática .....	13
3.3. Producción de Materia Seca.....	17
3.4. Radiación Fotosintéticamente Activa .....	18
3.5. Tasa de crecimiento del cultivo .....	20
3.6. Lamina de agua .....	22
3.7. Rendimiento y componentes .....	27
3.8. Relación entre variables .....	29
4- Conclusiones.....	30
5- Bibliografía .....	31
6- Anexo.....	36
6.1. Plano del ensayo .....	36
6.2. Tabla ANAVA.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Descripción del perfil del suelo del campo experimental UNRC .....	12
<b>Tabla 2.</b>	Fenología del cultivo.....	12
<b>Tabla 3.</b>	Precipitaciones entre etapas fenológicas y total acumulado en la campaña 2006/07. ..	14
<b>Tabla 4.</b>	Producción de materia seca total en diferentes estadios del cultivo de maíz.....	18
<b>Tabla 5.</b>	Fracción de intercepción .....	19
<b>Tabla 6.</b>	Radiación fotosintéticamente activa interceptada ( $Mj\ ha^{-1}$ ) en diferentes estadios .....	20
<b>Tabla 7.</b>	Tasa de crecimiento del cultivo en diferentes periodos ( $kg\ MS\ ha^{-1}\ d^{-1}$ ).....	21
<b>Tabla 8.</b>	Tasa de crecimiento por planta entre V13 y R3 ( $kg\ MS\ ha^{-1}\ d^{-1}$ ).....	22
<b>Tabla 9.</b>	Lámina total de agua (mm) en diferentes estadios fenológicos de maíz .....	23
<b>Tabla 10.</b>	Evapotranspiración real (mm).....	25
<b>Tabla 11.</b>	Transpiración (mm).....	26
<b>Tabla 12.</b>	Evaporación directa del suelo (mm) de maíz sembrado a distintas densidades y distancia entre hileras, Río Cuarto (2005/06). .....	26
<b>Tabla 13.</b>	Rendimiento y componentes directos .....	27

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Precipitaciones decádicas y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/07 y promedio (1978/08) .....	14
<b>Figura 2.</b> Radiación solar incidente diaria y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/07 y promedio (1978/08) .....	15
<b>Figura 3.</b> Temperatura máxima (línea azul) y mínima diaria (línea roja) del aire del ciclo 200/07 y máximas (línea fucsia) y mínimas (línea violeta) del promedio 1974/06.....	16
<b>Figura 4.</b> Amplitud térmica diaria y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/07 y promedio (1978/08) .....	17
<b>Figura 5.</b> Evolución de la lámina total de agua (mm) en 100 cm de profundidad de suelo, desde siembra hasta madurez fisiológica del maíz para distintas densidades de siembra. ....	24
<b>Figura 7.</b> Rendimiento según N° de granos m <sup>-2</sup> .....	29
<b>Figura 8.</b> Rendimiento en grano según peso de 1000 granos.....	29

## Resumen

En el cultivo de maíz, existe una estrecha relación entre el rendimiento y la producción de biomasa aérea, la cual depende de la tasa de crecimiento desde la emergencia hasta madurez fisiológica. A su vez, esta tasa de crecimiento es función de la radiación solar incidente y de la eficiencia con que el cultivo la intercepta y transforma en materia seca. El propósito de este estudio es evaluar el efecto de la densidad y el espaciamiento entre hileras sobre la disponibilidad hídrica y su relación con el maíz. El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, durante la campaña 2006/2007, en donde se implantaron tres densidades de siembra (85000, 65000 y 45000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ ) y dos espaciamientos entre hileras (52 y 70 cm) con tres repeticiones espaciales en bloques completamente aleatorios. Se evaluó la radiación fotosintéticamente activa interceptada, la tasa de crecimiento del cultivo, la biomasa aérea, el rendimiento y el consumo de agua por etapa. Los resultados indicaron que el distanciamiento entre hileras modificó significativamente el rendimiento y el número de grano por metro cuadrado, obteniendo los mayores valores con el menor distanciamiento (52 cm). El aumento de la densidad incrementó la radiación fotosintéticamente activa interceptada en las etapas  $V_8$ - $V_{13}$ ,  $V_{13}$ - $R_3$  y  $R_3$ - $R_6$  como consecuencia del mayor número de plantas. La producción de biomasa aérea siguió el orden 85000 mayor a 65000 y 45000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  en  $V_{13}$ , en  $V_8$  y  $R_3$  no se encontraron diferencias significativas, mientras que en  $R_6$  85000 y 65000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  producen mayor biomasa que con 45000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . El consumo de agua no presentó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos analizados. Las diferencias de rendimiento en grano observadas establecieron que las 85000 y 65000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ , fueron significativamente superior a las 45000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ . Se concluye que las mayores densidades no incrementaron el consumo de agua por etapa, debido a las condiciones ambientales presentes durante la campaña en estudio, las cuales se caracterizan por un mayor registro pluviométrico (162 mm superior que el promedio) durante el ciclo de desarrollo del cultivo de maíz. Por lo tanto en condiciones de elevada disponibilidad hídrica, la mejor combinación entre densidad de plantas y distancia entre hileras es de 85000 plantas  $\text{ha}^{-1}$  y a 52 cm entre surcos.

Palabras clave: Densidad de plantas, distancia entre hileras, maíz y consumo de agua.

## Abstract

In the cultivation of maize, a close relationship between the yield and production of biomass, which depends on the growth rate from emergence until physiological maturity. In turn, the growth rate of the crop is a function of incident solar radiation and the efficiency with which intercepted the cultivation and processing of dry matter. The purpose of this study is to evaluate the effect of density and spacing between rows on water availability and its relationship with maize. The test was carried out at the Experimental Station of the Universidad Nacional de Rio Cuarto, during the 2006/2007 marketing year, which was introduced in three densities (85,000, 65,000 and 45,000 plant ha<sup>-1</sup>) and two row spacing (52 and 70 cm) with three replicates in randomized complete block in space. We evaluated the intercepted photosynthetically active radiation, the rate of crop growth, aboveground biomass, yield and water consumption per stage. The results indicated that the distance between rows significantly changed the performance and number of grains per square meter, achieving the highest values with the smallest distance (52 cm). Increasing density increased photosynthetic active radiation intercepted in stages V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>, V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub> and R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub> as the number of plants. The production of biomass followed the order 85,000 more than 65,000 and 45,000 plant ha<sup>-1</sup> in V<sub>13</sub>, and V<sub>8</sub> in R<sub>3</sub> showed no differences, while in R<sub>6</sub> 85,000 and 65,000 plant ha<sup>-1</sup> was increased to 45,000 plant ha<sup>-1</sup>. Water consumption is no statistically significant differences in any of the treatments. The differences observed in grain yield were that the 85,000 and 65,000 plant ha<sup>-1</sup> were significantly higher than the 45,000 plant ha<sup>-1</sup>. We conclude that higher densities will not increase the water consumption per stage due to environmental conditions present during the study, which are characterized by higher rainfall record (162 mm higher than the average) during the development cycle of the maize crop. So, in high hicric availability conditions, the best combination between plant density and spacing rows is 85000 plants ha<sup>-1</sup> and 52 cm width row.

Key words: Plant density, row spacing, corn and water consumption.

## **1. Introducción**

La producción mundial de maíz para la campaña 2007/2008 fue de 766,71 millones de toneladas, siendo Estados Unidos (43,3%) uno de los primeros países productores, seguido de China (18,9%), Brasil (6,5%), Unión Europea (6,2%), México (3%), Argentina (2,9%) y otros (19,1%). Los rendimientos totales para los primeros seis países productores de este grano, han sido de 332,09 millones de toneladas para Estados Unidos, seguido por china con 145,0 millones de toneladas, Brasil con 50,0 millones de toneladas, Unión Europea con 47,36 millones de toneladas, México con 23,2 millones de toneladas y Argentina con 22,5 millones de toneladas (SAGPyA, 2007).

En la Argentina, en los últimos 30 años, se sembró una superficie promedio de 3,4 millones de hectáreas por campaña, con picos cercanos a los 5 millones a inicios de los setenta. En el ciclo productivo 2007/2008 se sembraron 3,8 millones de has, lo cual convierte al maíz en uno de los principales cereales cultivados en el país. La producción de este cultivo para la campaña 2007/2008 fue de 28,5 millones de toneladas (SAGPyA, 2007), por lo que el rendimiento promedio para dicha campaña fue de 7,5 millones de tonelada por hectárea.

El maíz se caracteriza por poseer un elevado potencial de rendimiento pero es un cultivo muy sensible al estrés, dicho potencial determina su marcada respuesta al correcto ajuste en el manejo agronómico (Cirilo *et al.*, 2000). Existe una estrecha relación entre el rendimiento y la producción de biomasa aérea (Satorre, 2005), la cual depende de la tasa de crecimiento desde la emergencia hasta la madurez fisiológica. A su vez, la tasa de crecimiento es función de la radiación solar incidente y de la eficiencia con que el cultivo la intercepta y transforma en materia seca. El rendimiento, por otra parte, queda determinado por el índice de cosecha que es la manera en que el cultivo particiona la biomasa acumulada durante su crecimiento entre los órganos de cosecha y el resto. De este modo una mayor cantidad de radiación interceptada se traduce en una mayor acumulación de biomasa a madurez, la cual, debido a la poca variabilidad del índice de cosecha, se traduce en un mayor rendimiento (Vega y Andrade, 2000).

En el sur de la provincia de Córdoba el rendimiento del cultivo de maíz está limitado, entre otras, por las siguientes causas: estrés hídrico, competencia de malezas, problemas físicos del suelo, disponibilidad de nutrientes, plagas y enfermedades, densidad y uniformidad de siembra (Gesumaría *et al.*, 2000). Estas dos últimas variables son prácticas de manejo que contribuyen a determinar la capacidad del cultivo de maíz para interceptar recursos, pudiendo llegar a afectar de manera importante la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes (Kruk y Satorre, 2004).

La regulación de la densidad de siembra y el arreglo especial de las plantas han recibido gran atención por parte de los agrónomos en el país, particularmente en los últimos años. Los sistemas de producción de cultivo, en general, y de maíz en particular han estado expuestos a cambios tecnológicos importantes (Satorre, 2005). Estos cambios condujeron a la adopción de nuevos patrones de arreglo espacial tendientes a aumentar el uso de los recursos ambientales y el rendimiento, así como a un uso integral de la capacidad operativa de siembra.

La densidad de plantas (numero de semillas sembradas o de plantas logradas por unidad de superficie) es la herramienta más efectiva para mejorar la captura de luz. La cantidad de plantas necesarias para lograr plena cobertura es función del área foliar de cada una y de la disposición de sus hojas (Andrade *et al.*, 1996).

En maíz, el índice de área foliar varía considerablemente en respuesta a la densidad debido a que el área foliar por planta cambia muy poco ante cambios en el espacio individual disponible dado que la tasa de expansión foliar y el numero de hojas son relativamente estables, ya que la mayoría de los genotipos mejorados presentan una mínima o nula capacidad de macollaje y por lo tanto en bajas densidades afectan significativamente la intercepción de la radiación solar y la producción de materia seca (Vega y Andrade, 2000).

El rendimiento, por otra parte, puede ser estudiado a través de sus componentes numéricos. El número de granos por unidad de superficie y su peso individual. A su vez el número de grano es producto del número de plantas por unidad de superficie, del número de espigas granadas por planta (prolificidad) y del número de granos por espiga. El peso del grano, por su parte es función de la duración del periodo de llenado y de la tasa de llenado ( $\text{gr día}^{-1}$ ) (Cárcova, *et al.*, 2004). Cambios en la densidad de plantas de maíz afectan el número de espigas por plantas, el número de granos de la espiga y su peso individual. El rendimiento muestra una estrecha relación con el número de granos producidos. Este a su vez se define mayormente en un periodo de treinta días alrededor del momento de floración, en el que la disponibilidad de asimilados para la espiga aparece como principal factor de regulación (Kruk y Satorre, 2004).

El rendimiento por unidad de área del cultivo de maíz presenta una marcada respuesta parabólica al aumento de la densidad. Mientras que la producción por planta disminuye con aumentos en la densidad, el rendimiento del cultivo se incrementa hasta un máximo a partir del cual, el aumento en el número de individuos lo reduce marcadamente (Kruk y Satorre, 2004)

Por estas razones se plantea que el cultivo de maíz es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas, la cual debe ser cuidadosamente seleccionada con el objetivo de maximizar la producción. La densidad óptima para el rendimiento en grano se

incrementa cuanto mayor es la disponibilidad de recursos ambientales y mejor el nivel tecnológico de producción (Kruk y Satorre, 2004).

En el planteo productivo, la elección de la densidad está frecuentemente orientada a maximizar la utilización de los recursos y reducir los efectos perjudiciales de factores bióticos y abióticos, y en consecuencia, a aumentar el rendimiento y la calidad de los granos (Satorre, 2002).

Bajo condiciones de riego y fertilización, reducciones del 75% en la densidad correcta producen mermas de rendimiento cercanas al 50%, mientras que la duplicación de la densidad inicial disminuyó el rinde un 20%. Un pronunciado incremento en el aborto de granos y de individuos estériles en las densidades excesivas y su escasa capacidad de compensación en las densidades reducidas, explican esta sensibilidad en maíz (Cirilo, 2002), por lo que el componente más afectado por la densidad es el número de granos por metro cuadrado que alcanza la madurez, asociado con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración. (Echarte *et al.*, 2000, Otegui y Andrade, 2000).

El manejo correcto de la cantidad de plantas por unidad de superficie aseguran la obtención de coberturas vegetales adecuadas y uniformes, lo que posibilita lograr una intercepción eficiente de la radiación incidente sobre el cultivo, previo a los momentos críticos de determinación del rendimiento (Andrade *et al.*, 2002).

En el planteo productivo, la elección de la densidad está frecuentemente orientada a maximizar la utilización de los recursos y reducir los efectos perjudiciales de factores bióticos y abióticos, y en consecuencia, a aumentar el rendimiento y la calidad de los granos. (Cirilo, 2002)

Con respecto al arreglo espacial (distribución de plantas en el terreno) se puede señalar que es una variable de manejo que puede tener, en determinadas situaciones, un importante efecto sobre el rendimiento de los cultivos. Un espaciamiento que permita una distribución más equidistante de las plantas produce un cierre más temprano del dosel por lo que asegura una adecuada cobertura del suelo durante los períodos críticos para la determinación del rendimiento, de esta manera se reduce el índice de área foliar requerido por el maíz para interceptar el 95% de la radiación solar (IAF crítico) por aumentar el coeficiente de extinción de la luz del dosel (Cirilo, 2000a; Maddonni *et al.*, 2001). Ello contribuye a asegurar una mayor cobertura durante la floración en densidades bajas, al reducir la superposición sobre el surco, mejorando el crecimiento de la planta y su granazón. Sin embargo, en la mayoría de los cultivos de maíz bien manejados y con las densidades correctas, se alcanzan las coberturas necesarias para máxima intercepción de la luz antes del inicio del período crítico, independientemente de la distancia entre surcos, en estos casos las ventajas de estrechar surcos son de reducida magnitud o inconsistentes (Cirilo, 2004).

Por el contrario, la siembra en surcos angostos puede ser planteada como una alternativa conveniente cuando la calidad ambiental define una densidad óptima baja, o cuando se siembran híbridos de plantas pequeñas con estructura erecta y poco foliosa (pisingallo) o cuando se emplean híbridos precoces de escaso porte. Del mismo modo, cuando una baja disponibilidad de nutrientes a la siembra no va a ser corregida oportunamente mediante fertilización, con la consiguiente limitación en la expansión y supervivencia de las hojas del cultivo, el empleo de una menor distancia entre surcos de siembra también puede resultar provechosa (Cirilo, 2005).

En planteos de alta producción de maíz, donde se recomiendan altas densidades, la siembra en surcos angostos no obtiene ventajas de su temprana cobertura del suelo. No obstante, puede resultar en mermas de rinde como consecuencia de la menor producción fotosintética del cultivo durante el llenado de los granos, en respuesta al empobrecimiento del ambiente lumínico del estrato inferior del canopeo activo (Borras *et al.*, 2003). Debido al importante número de granos formados en tales condiciones, se ve perjudicado el suministro de asimilados a los mismos para completar su llenado, generándose granos mas livianos con surcos angostos (Cirilo, 2005). A las mermas de rinde por esta causa pueden agregarse importantes pérdidas de cosecha como consecuencia del incremento de plantas volcadas y quebradas por la mayor removilización de reservas desde las cañas hacia los granos (Cirilo, 2002).

El acortamiento de la distancia entre surcos aumenta la proporción de hojas que reciben luz solar directa y reduce la del suelo descubierto, lo que incrementa el consumo de agua por el cultivo en condiciones de secano, dado que el follaje ofrece menos resistencia a la pérdida de agua que el suelo seco en superficie. Esto puede intensificar los efectos negativos de una sequía progresiva sobre la floración dado que el cultivo consume más agua del suelo en etapas tempranas, limitando la reserva hídrica disponible para el momento crítico (Cirilo, 2005; Zaffaroni y Schneiter, 1989).

Por el contrario, algunos autores indicaron que el estrechamiento entre surcos presenta ventajas tales como, una menor pérdida de agua por evaporación (Karlen y Camp, 1985), inhibir el crecimiento de malezas (Chicoye et al., 2005) y mejorar la absorción de nutrientes del suelo (Barbieri *et al.*, 2000).

Es importante seguir evaluando la densidad de siembra, no solo por el impacto que tiene el costo de la semilla, sino también por los resultados obtenidos en un ensayo realizado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto por Ordoñez (2008), donde se registró un rendimiento sin diferencias significativas en relación a las densidades evaluadas.

A diferencia de lo expuesto anteriormente, Amador (2007) observó que la densidad media fue la de mayor rendimiento en comparación con las densidades restantes.

Las discrepancias encontradas en ambos estudios se deben a la distribución y cantidad de precipitaciones durante el ciclo del cultivo de maíz, ya que en el ensayo realizado por Ordoñez (2008) la campaña se caracterizó climáticamente por ser un año seco, pero no obtuvo diferencias significativas en cuanto a rendimiento ya que alrededor del periodo crítico llovieron 175 mm aproximadamente. Por el contrario, los resultados hallados por Amador (2007), se obtuvieron en un ciclo agrícola húmedo, pero con menor disponibilidad hídrica durante el periodo centrado en floración y considerado crítico para la determinación de los rendimientos en maíz.

En función de estos resultados se puede concluir que el rendimiento de maíz está muy influenciado por las condiciones ambientales reinantes en cada campaña.

Considerando que el Departamento de Río Cuarto, se caracteriza por frecuentes sequías temporales es posible que este tipo de prácticas agrave aún más el déficit, ya que la falta de agua alrededor de floración provoca un estrés de mayor magnitud en aquellos cultivos más densos, lo que se debe a una mayor competencia intraespecífica por agua, luz y nutrientes. Por lo que resultaría conveniente evaluar su efecto.

## **1.1. Hipótesis**

Frente a una disminución de la distancia entre hileras, el cultivo de maíz en estadios tempranos de crecimiento genera un mayor consumo de agua, por una mayor intercepción de la radiación incidente, afectando la disponibilidad hídrica durante el período crítico (alrededor de floración), con la consecuente disminución del rendimiento.

## **1.2. Objetivos**

### **General:**

- Evaluar el efecto de la distancia entre hileras y la densidad de siembra sobre la disponibilidad hídrica del cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto de la distancia entre hileras y de la densidad de siembra sobre el rendimiento del cultivo.

### **Específicos:**

- Evaluar el efecto de la distancia entre hileras y de la densidad de siembra sobre el consumo de agua en el cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto de la distancia entre hileras y de la densidad de siembra sobre la radiación fotosintéticamente activa interceptada y la tasa de crecimiento del cultivo.
- Evaluar el efecto de la distancia entre hileras y de la densidad de siembra sobre los parámetros de producción de granos.

## **2. Material y Método**

### **2.1. Descripción general del ensayo experimental**

Durante la campaña 2006/2007 se condujo en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 36, km 601, Córdoba, (33° 07' Latitud Sur, 64° 14' Longitud Oeste, 421 msnm), un ensayo de maíz; para evaluar el efecto de tres densidades de siembra y dos espaciamientos entre hileras. El diseño experimental utilizado fue en bloques completos aleatorios con un arreglo espacial en parcelas divididas, con tres repeticiones por tratamiento.

Las distancias entre surco probadas fueron 70 y 52 cm y las densidades 45000, 65000, y 85000 plantas por hectárea. Las parcelas fueron de 5 surcos de ancho por 5 metros de longitud.

El ensayo se sembró a mano el 06/11/06 previa preparación de la cama de siembra mediante una pasada de arado de rejas, una de rastra de doble acción y otra de rastra doble acción con rolo. Se colocó una semilla por golpe con reposición posterior mediante transplante de plantas falladas. El híbrido evaluado fue DK 684 RR de Monsanto Argentina SA.

Para el cálculo del marco de plantación se utilizaron sogas marcadas con la distancia que iría cada planta de acuerdo al tratamiento correspondiente (ver plano en Anexo 6.1.).

Todas las parcelas se fertilizaron al estado de 6 hojas con 200 litros de UAN (28-32 N) evaluado por el modelo de diagnóstico para la fertilización en maíz, NP-Zea (Gesumaría et al., 2000). En todas las parcelas se realizaron los controles químicos y/o mecánicos de malezas que fueron necesarios para mantener el cultivo libre de esta interferencia.

La cosecha se realizó a mano el 05/03/07, evaluando en cada parcela tres metros lineales de los tres surcos centrales donde las plantas se encontraban en competencia perfecta.

### **2.2. Descripción de las determinaciones realizadas**

2.2.2. Fenología del cultivo: Se identificó la fecha de ocurrencia de los estadios fenológicos de V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>, según Ritchie & Hanway (1997).

2.2.1. Humedad edáfica: Se determinó el contenido hídrico del suelo hasta 1 metro de profundidad en los estados fenológicos de siembra, V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub> (Ritchie & Hanway, 1997), a una profundidad de 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 y 80-100 cm. Para ello se estableció la *Humedad gravimétrica*, tomando una muestra compuesta de tres submuestras por

subparcela en la que se determinó el contenido gravimétrico de agua del suelo en base seca, usando una estufa con circulación de aire forzado a 105 °C hasta peso constante. Posteriormente se determinó el *Peso específico aparente*, se tomaron tres muestras en cada capa u horizonte. Este método consistió en extraer una muestra del suelo con el extractor de *Soil Moisture Equipment Corp* y luego determinar el peso seco en estufa con circulación de aire forzado a 105 °C hasta peso constante. Con el peso seco y el volumen del cilindro se determinó el peso específico aparente usando la ecuación [1]:

$$PEA\left(\frac{tn}{m^3}\right) = \frac{\text{Pesosecodel suelo}(tn)}{\text{Volúmen}(m^3)} \quad [1]$$

Por último, se determinó la *Lámina de agua*. Para lo cual se utilizaron los valores de humedad gravimétrica que fueron transformados en lámina de agua por capa según Forsythe (1980) a partir de la ecuación [2]:

$$\text{Lámina}(cm) = HG \cdot PEA \cdot E \quad [2]$$

Donde,

HG: Humedad gravimétrica.

PEA: Peso específico aparente.

E: Espesor del horizonte.

La lámina total de agua se calculó por la suma de láminas parciales de cada capa del perfil en estudio.

El contenido volumétrico de agua a capacidad de campo y punto de marchitez permanente para cada horizonte fueron extraídos de Rivetti (2004).

**Tabla 1:** Descripción del perfil de suelo del campo experimental UNRC.

Horizontes	Profundidad (mm)	Da (gr.cm <sup>-3</sup> )	Wc (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )	Wm (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )	ΔW (cm <sup>3</sup> .cm <sup>-3</sup> )
A1	0 - 50	1,23	25,49	10,44	15,04
A2	51 - 200	1,32	28,67	14,34	14,34
Bw1	201 - 360	1,36	30,18	14,12	16,06
Bw2	361 - 600	1,26	24,71	11,45	13,26
BC	601 - 810	1,26	22,54	10,19	12,35
C	811 - 990	1,26	23,34	9,99	13,34

Da, densidad aparente del suelo. Wc, contenido volumétrico de agua a -0,3bares. Wm, contenido volumétrico de agua a -15 bares. ΔW, contenido volumétrico de agua útil. Datos recopilados desde Rivetti (2004).

2.2.3. Intercepción de la radiación solar: Se midió en diferentes estadios fenológicos ( $V_8$ ,  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ ); utilizando el LI-COR LI-1400 Datalogger conjuntamente con el sensor lineal LI. 191 SA Pauntun Lincoln. NE-USA. En cada tratamiento y sus repeticiones se realizaron tres mediciones, una a cielo abierto ( $I_0$ ) y las dos restantes debajo del dosel del cultivo en forma transversal a las líneas de siembra ( $I$ ). La intercepción de la radiación se determinó según la ecuación [3]:

$$FI(\%) = 1 - \left(\frac{I}{I_0}\right)100 \quad [3]$$

2.2.4. Biomasa seca aérea total y particionada en hojas, tallos, espigas y panojas: Las mismas se evaluaron en los estadios fenológicos  $V_8$ ,  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ , sobre un total de tres plantas por parcela que se encontraban en condiciones de competencia perfecta, las cuales fueron cortadas a nivel del suelo y llevadas a estufa a una temperatura de alrededor de  $80^\circ\text{C}$  hasta llegar a peso constante, luego fueron pesadas en balanzas de precisión. Realizando la partición antes de ser llevadas a estufa en hojas, tallos, panoja, espigas, chalas, etc., según correspondiera a cada estado.

2.2.5. Cálculo del consumo de agua: El mismo se realizó por etapas y total (entre siembra y madurez fisiológica) mediante el método de balance hídrico simplificado planteado por Marcos (2000), donde:

$$ET(mm) = \text{Precipitaciones}(mm) - \text{Escurrimiento}(mm) - \text{Drenaje}(mm) \pm \Delta\text{Humedad}(mm)$$

Donde:

- Precipitaciones: fueron registradas diariamente mediante la estación meteorológica automática ubicada en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Escurrimiento: fue estimado mediante el método de la *Curva Número del U.S. Soil Conservation Service* que calcula el escurrimiento de una lluvia en 24 horas a partir de un umbral crítico de escurrimiento ( $P_0$ ) definido por el tipo de suelo, condición de superficie del mismo, pendiente y humedad retenida en el suelo en el momento de iniciarse la precipitación (ecuación [4]).

$$E = \frac{(Pt - P_0)^2}{Pt + 4P_0} \quad [4]$$

E: Escurrimiento (*mm*).

Pt: Precipitación en 24 horas (*mm*).

P<sub>0</sub>: Umbral de escorrentía (*mm*).

$$E = 0 \text{ si } Pt \leq P_0$$

$$E \neq 0 \text{ si } Pt > P_0$$

- Drenaje: según Esposito (2002) y por el análisis del balance hídrico se despreció su importancia.
- ΔHumedad: los valores de humedad volumétricas fueron transformados en láminas de agua por capa, a partir de la siguiente ecuación:

$$\Delta\text{Humedad: Humedad final} - \text{Humedad inicial}$$

Siendo la humedad final e inicial la lámina de agua para cada determinación.

Finalmente, se fraccionó la ET en T (Transpiración) y E (Evaporación) a partir del uso de la fracción de intercepción FI, de acuerdo a la ecuación [5] (Marcos, 2000):

$$T = ET \cdot FI \quad [5]$$

Con los datos de transpiración se determinó la eficiencia en el uso del agua (EUA) para el rendimiento en grano (ecuación [6]).

$$EUA = \frac{\text{Rendimiento}}{T} \quad [6]$$

2.2.6. Determinación del rendimiento y componentes directos: En madurez fisiológica las espigas fueron recolectadas y trilladas manualmente. Luego los granos obtenidos se pesaron en una balanza de precisión. Posteriormente, se extrajo una alícuota de granos de cada parcela con el objetivo de realizar mediciones de humedad para que a continuación se corrigiera el peso de los granos, calculando el rendimiento con un contenido de humedad de 14,50% (condición de entrega) de acuerdo a la tabla de merma. El rendimiento por hectárea se calculó a partir de los datos de la superficie de las parcelas por los kg obtenidos en las mismas. Para determinar el peso de 1000 granos, se separaron en forma aleatoria dos muestras de 100 granos de cada parcela, cada una fue pesada y corregido su peso por

humedad de igual forma que para la estimación del rendimiento. Finalmente el número de granos cosechados por metro cuadrado se obtuvo a partir de la ecuación [7]:

$$N^{\circ} \text{ granos m}^{-2} = \frac{(\text{Rendimiento (kg m}^{-2}) * 1000}{\text{Peso de 1000 granos (kg)}} \quad [7]$$

### **2.3. Análisis de la información experimental**

Toda la información obtenida fue analizada estadísticamente mediante el ANAVA, comparación de medias según test de DGC al 5% de probabilidad, análisis de correlación y regresión lineal, a través del programa de Infostat (Infostat 2004).

### **3. Resultado y discusión**

#### **3.1. Fenología**

Como puede apreciarse en la Tabla 2, el cultivo cumplió su ciclo de crecimiento en 119 días, entre el 06/11/2006 y el 01/03/2007, por lo que se lo puede clasificar como un cultivar de ciclo intermedio según su genética.

La escala fenológica más utilizada para describir el desarrollo del cultivo de maíz es la de Ritchie y Hanway (1997), que utiliza caracteres morfológicos externos. En ella se pueden distinguir dos grandes períodos, el vegetativo y el reproductivo. El primero se subdivide en estadios identificados con la letra V y un subíndice que señalan el número de hojas totalmente expandidas (lígula visible). El período reproductivo comienza con la emergencia de los estigmas (R1) y finaliza con la madurez fisiológica (R6). Se subdivide en estadios que se identifican con la letra R y que corresponden a distintos momentos del llenado de granos.

El período crítico del cultivo de maíz, está determinado  $-227^{\circ}\text{C d}^{-1}$  a  $200^{\circ}\text{C d}^{-1}$ , 30 días alrededor de R<sub>1</sub>, debido a que diferentes aproximaciones experimentales determinaron que el número de granos queda establecido en dicho momento (Cárcova, *et al*; 2004).

**Tabla 2:** Fenología del cultivo.

Estados Fenológicos	Fecha	Duración del período (días)	Días acumulados
Siembra	06/11/2006	-	0
V <sub>8</sub>	06/12/2006	30	30
V <sub>13</sub>	28/12/2006	22	52
R <sub>3</sub>	21/01/2007	24	76
R <sub>6</sub>	05/03/2007	43	119

### **3.2. Descripción climática**

El departamento de Río Cuarto presenta las siguientes características climáticas, el clima es templado sub húmedo, con precipitaciones que suelen exceder la evapotranspiración en los meses de primavera y otoño y con déficit puntuales en verano e invierno. La precipitación media anual normal es de 801,2 mm con valores extremos mínimos de 451,1 mm en 1988 y máximos de 1195,2 mm en 1984, para la serie 1978 – 2008 (Seiler *et al.*, 1995).

El régimen térmico es mesotermal, la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 23°C con una máxima absoluta de 39,5°C. La temperatura media del mes más frío (julio) es de 9,1°C con una mínima absoluta de - 11,5°C. La amplitud térmica media anual es de 13,9°C. La fecha media de la primera helada es el 25 de mayo y la de última es el 12 de septiembre, siendo el período libre de heladas 255 días en promedio (Seiler *et al.*, 1995).

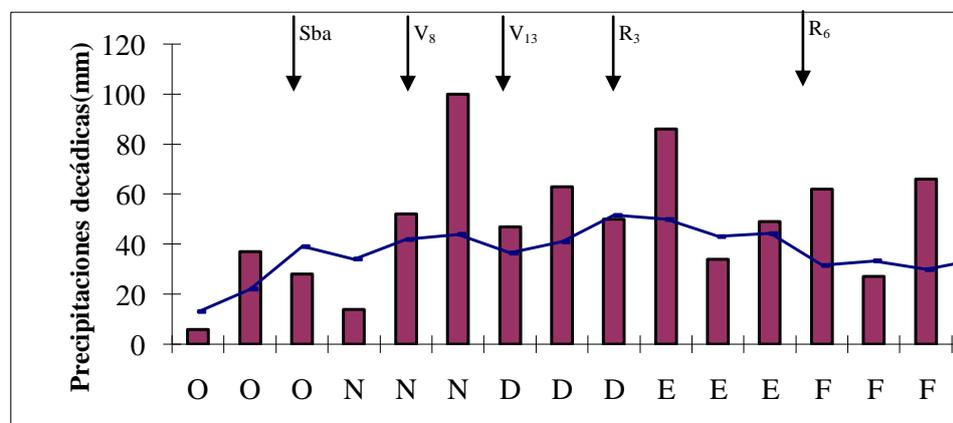
En la Figura 1 se puede apreciar las precipitaciones de la campaña 2006/2007, las cuales presentaron entre octubre y marzo un total 807 mm, siendo el registro promedio (1974/2007) para el mismo periodo de 645 mm. Esta diferencia indicaría que las precipitaciones de la campaña bajo análisis fueron un 25% superior a los registros promedios. Por otro lado en septiembre y octubre del 2006, las precipitaciones fueron de 77 mm, siendo el valor promedio para esos meses de 104 mm, es decir un 26% inferior al promedio. No obstante, entre noviembre y marzo las precipitaciones fueron de 736 mm en comparación con 573 mm correspondientes al promedio, es decir un 28,5% superior a este último.

Para una mejor interpretación del efecto de las precipitaciones sobre la producción del maíz, se analizaron las mismas por períodos, dividiendo al ciclo del cultivo en tres etapas importantes, S-V<sub>13</sub>, período en el cual se define el área foliar, V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>, donde se establece el número de granos m<sup>2</sup>, y por último, R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>, etapa en la cual quedó determinado el peso de los granos (Tabla 3).

Las precipitaciones para cada período fueron, 315 mm entre S-V<sub>13</sub>, entre V<sub>13</sub>- R<sub>3</sub> 122 mm y para R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub> 246 mm. Estos datos se registraron en la campaña bajo estudio (2006/2007), siendo el registro promedio (1974/2008) para S-V<sub>13</sub> de 213 mm, entre V<sub>13</sub>- R<sub>3</sub> 117 mm y para el período comprendido entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub> los milímetros llovidos fueron de 157. Por lo que las lluvias fueron de mayor magnitud en la campaña 2006/2007, con un 48% más entre S-V<sub>13</sub>, para V<sub>13</sub>- R<sub>3</sub> los mm precipitados fueron 6% superior al promedio y para la última etapa (R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>) las lluvias superaron al promedio en un 57%.

Esta situación determinó que el cultivo iniciara su crecimiento con baja humedad edáfica, la cual fue aumentando a medida que avanzó el ciclo, con sucesivas y abundantes

lluvias. Estos excesos hídricos determinaron los resultados encontrados, como se verá más adelante.



**Figura 1.** Precipitaciones decádicas y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/2007 y promedio (1978/2008). Estadios fenológicos: Sba (siembra), V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>.

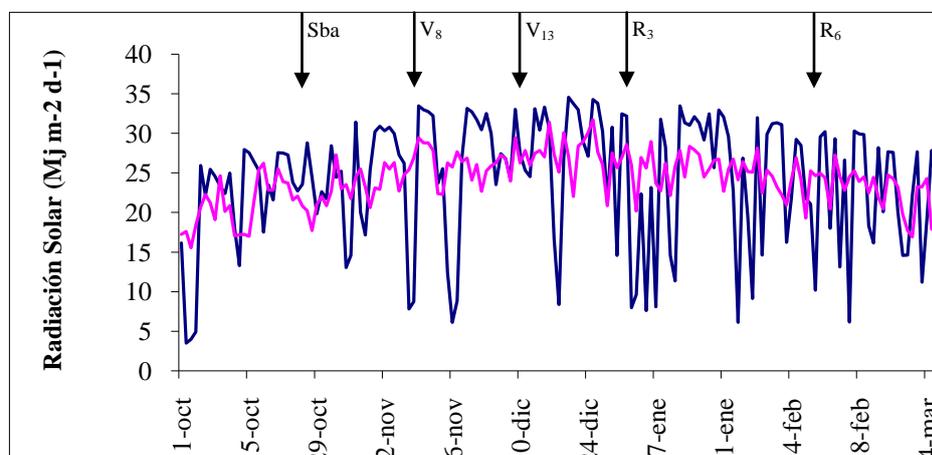
**Tabla 3:** Precipitaciones entre etapas fenológicas y total acumulado de la campaña 2006/2007.

Estados Fenológicos	Precipitaciones entre etapas	Precipitación acumulada
Siembra	0	0
V <sub>8</sub>	204	204
V <sub>13</sub>	111	315
R <sub>3</sub>	122	437
R <sub>6</sub>	246	683

La radiación solar incidente varía con la ubicación geográfica (latitud) y con la época del año, y aún cuando su magnitud está fuera del manejo agronómico, ciertas prácticas culturales como la elección de la fecha de siembra y del genotipo permiten adecuar el ciclo del cultivo para maximizar su aprovechamiento. De la radiación total incidente, sólo la fracción fotosintéticamente activa (RFA) del espectro visible (ubicada entre 400 y 700 nanómetros) es realmente aprovechada por el cultivo (Cárcova, *et al*; 2004)

Como se puede apreciar en la Figura 2, la radiación solar incidente registrada durante la campaña 2006/07 presenta algunas diferencias en relación con el promedio 1973/08. En este sentido, si se analiza el período comprendido entre S-V<sub>13</sub> las diferencias son del 1,7% (1411 Mj m<sup>-2</sup> vs 1387 Mj m<sup>-2</sup>, para 2006/2007 y 1974/08, respectivamente). En relación al periodo comprendido entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>, la radiación fue un 5% inferior al registro promedio (608 Mj m<sup>-2</sup> vs 640 Mj m<sup>-2</sup>), mientras que durante R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub> la disminución fue del 3% (1003 Mj m<sup>-2</sup> vs 1034 Mj m<sup>-2</sup>). Estas diferencias parciales explican una leve disminución de la radiación

solar total recibida por el cultivo en la campaña 2006/07 del orden del 1,29 %, lo cual permite interpretar que la oferta recibida fue normal para las condiciones de Río Cuarto (3022  $\text{Mj m}^{-2}$  vs 3061  $\text{Mj m}^{-2}$ ).

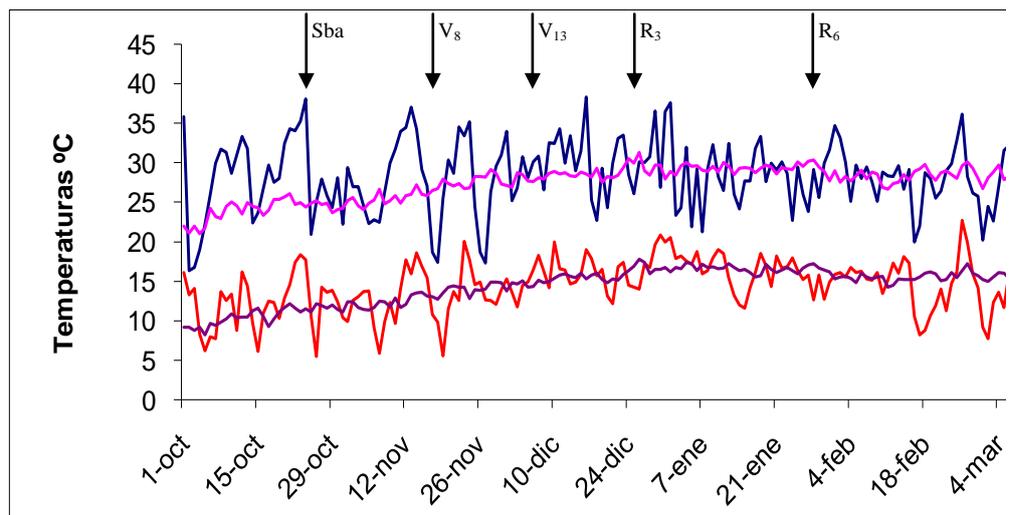


**Figura 2:** Radiación solar incidente diaria y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/2007 y promedio (1978/2008). Estadios fenológicos: Sba (siembra),  $V_8$ ,  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ .

En el cultivo de maíz, el desarrollo fenológico tiene una respuesta universal a la temperatura, ya que todos los híbridos y todos los períodos de desarrollo son sensibles a la misma (Miralles, *et al*; 2004). Por lo que es de suma importancia su análisis en el presente estudio.

En la Figura 3 se puede apreciar que la temperatura del aire mínima diaria (2006/2007) entre S- $V_{13}$  fue 14,48 °C, mientras que los valores registrados en la serie 1978/2008 para el mismo período fue de 14,50 °C, es decir un 0,14% inferior a este último. Sin embargo, para la etapa comprendida entre  $V_{13}$ - $R_3$  la temperatura mínima diaria para la campaña bajo estudio fue de 17 °C, siendo el registro promedio (1978/2008) de 16,60°C. Esta diferencia indicaría que la temperatura mínima del aire de la campaña fue un 2,4% superior a los valores promedios. Por último, para el período comprendido entre  $R_3$ - $R_6$  la temperatura mínima diaria de la campaña (2006/2007) fue 6,5% inferior en comparación con los registros promedios, debido a que la temperatura mínima durante este período fue 15,78 °C, mientras que en la campaña se registraron valores de 14,72 °C.

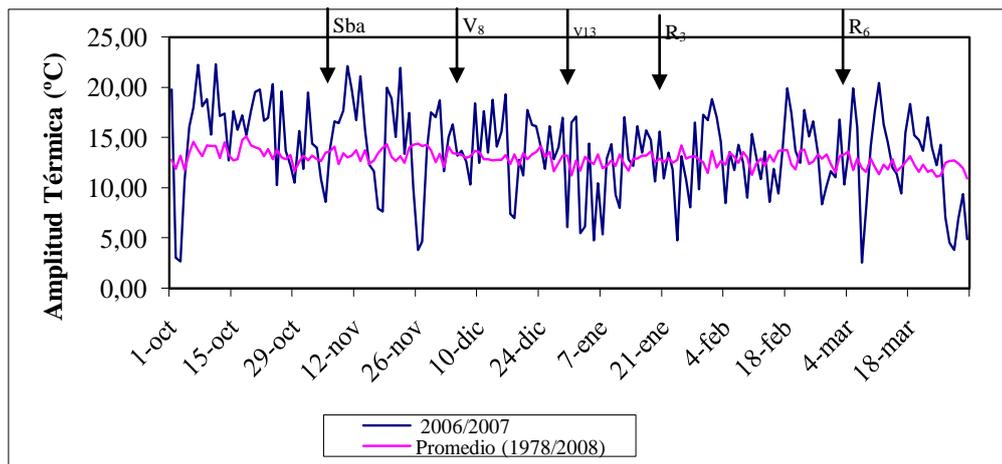
Por lo que, se puede apreciar que la temperatura del aire mínima diaria (2006/2007) fue levemente inferior comparado con los valores registrados en la serie 1978/2008, en los meses donde se desarrolló la experiencia.



**Figura 3:** Temperatura máxima (línea azul) y mínima (línea roja) diaria del aire del ciclo 2006/2007 y máximas (línea fucsia) y mínimas (líneas violeta) normal 1978/2008. Estadios fenológicos: Sbra (siembra),  $V_8$ ,  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ .

Por el contrario, las temperaturas del aire máximas diarias fueron levemente superiores a las del promedio 1978/2008, ya que en el período comprendido entre S- $V_{13}$  la temperatura máxima del aire para la campaña 2006/2007 fue de 29 °C, en comparación con los 28 °C del registro promedio (1978/2008). En las etapas  $V_{13}$ - $R_3$ , no hubo diferencia de temperatura máxima del aire. No obstante, entre  $R_3$ - $R_6$  la temperatura máxima del aire fue de 28 °C para la campaña 2006/2007 en comparación con 29 °C correspondientes al promedio, es decir un 3,5% inferior a este último.

Como se aprecia en la Figura 4, la amplitud térmica fue similar a la del promedio 1978/2008. Dado que la región del Dpto. de Río Cuarto presenta muy buenas condiciones de crecimiento en virtud de los registros térmicos, se interpreta que la producción del maíz se vió favorecida térmicamente, de acuerdo a lo planteado por Andrade *et al.* (1996), porque temperaturas diurnas relativamente elevadas permiten altas tasas de fotosíntesis, mientras que bajas temperaturas nocturnas prolongan el período de crecimiento, retardando la velocidad de desarrollo. De esta manera, posibilita al cultivo disponer de más días de fotosíntesis ya que impide que la acumulación diaria de suma térmica acorte la duración en días de las diferentes etapas.



**Figura 4.** Amplitud térmica diaria y medias normales en Río Cuarto durante la campaña 2006/2007 y promedio (1978/2008). Estadios fenológicos: Sbra (siembra), V8, V13, R3 y R6.

Como conclusión, se puede decir que las condiciones climáticas durante la campaña 2006/2007 fueron muy favorables para el crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz, debido a que las precipitaciones ocurridas superaron en 162 mm a la media histórica.

### **3.3. Producción de Materia Seca**

La producción de materia seca es un proceso que depende exclusivamente de las condiciones climáticas tales como, la radiación, la disponibilidad de agua y la temperatura; ya que el crecimiento del cultivo de maíz es el resultado de la producción, transporte y acumulación de fotoasimilados y nutrientes. Los cuales provienen de la fijación de dióxido de carbono, producto de la fotosíntesis. Este es el proceso por el cual la energía solar es transformada en energía química, para luego ser utilizada en la producción de materia seca.

Como puede apreciarse en la Tabla 4, la interacción entre la densidad y la distancia entre hileras no mostró diferencias estadísticamente significativa en relación a la producción de materia seca, por ello se muestran los factores por separados, siendo no significativo el distanciamiento entre hileras en ninguno de los estadios evaluados.

La producción de biomasa, en los estadios V<sub>8</sub> y R<sub>3</sub> no presentó diferencias estadísticamente significativas entre las tres densidades probadas. En V<sub>13</sub> la mayor densidad (85000 plantas ha<sup>-1</sup>) presentó una mayor producción de biomasa con respecto a las restantes densidades (65000 y 45000 plantas ha<sup>-1</sup>) y en R<sub>6</sub> las diferencias fueron halladas solamente entre las densidades de 85000 y 65000 respecto de las de 45000 plantas ha<sup>-1</sup>, sin encontrar diferencias entre las dos primeras. Las magnitudes halladas en cuanto a producción de biomasa en V<sub>13</sub> representan un 37% y un 46% menor para las densidades de 65000 y 45000

pl ha<sup>-1</sup> respectivamente en comparación con las 85000 pl ha<sup>-1</sup>. En R<sub>6</sub> las discrepancias encontradas representan un 34% y un 25% superior para 85000 y 65000 pl ha<sup>-1</sup> respectivamente en comparación con la menor densidad (45000 pl ha<sup>-1</sup>).

Estos resultados son coincidentes con los propuestos por Kruk y Satorre (2004) porque la producción de materia seca se incrementa con el aumento de la densidad de plantas hasta aproximarse a un valor máximo, dado que el aumento de la densidad provoca un incremento del área foliar y consecuentemente de la captación de recursos. Por este motivo es esperable que una vez alcanzado el IAF crítico no se obtenga una mayor producción de biomasa por aumentar la densidad de siembra como se observa en la Tabla 4, ya que en R<sub>6</sub> no se encontraron diferencias entre las densidades de 85000 y 65000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Como se planteo anteriormente, en bajas densidades el maíz presenta escasa plasticidad para compensar el menor número de individuos a través del aumento del área foliar por planta, ya que la mayoría de los genotipos presentan reducida su capacidad de macollaje (Andrade *et al.*, 1996). Por lo que el maíz responde positivamente al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa como resultado de una mayor captación de luz por el cultivo (Satorre, 2002).

**Tabla 4:** Producción de materia seca total en diferentes estadios del cultivo de maíz.

Tratamiento	V <sub>8</sub> (kg MS ha <sup>-1</sup> )	V <sub>13</sub> (kg MS ha <sup>-1</sup> )	R <sub>3</sub> (kg MS ha <sup>-1</sup> )	R <sub>6</sub> (kg MS ha <sup>-1</sup> )
DEH 70 cm	997,98 a	4175,62 a	13690,97 a	27669,53 a
DEH 52 cm	947,92 a	4055,58 a	12117,53 a	27383,55 a
PCALT (0,05)	295,73	721,12	2417,62	3314,60
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	1201,95 a	5696,98 a	14434,89 a	32512,64 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	901,37 a	3594,47 b	13208,43 a	28695,88 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	815,53 a	3055,35 b	11069,43 a	21371,10 b
PCALT (0,05)	382,97	933,86	3130,85	4292,44
Densidad * DEH (Pr>F)	0,21	0,60	0,58	0,74
C. V.(%)	30,42	17,53	18,75	12,05

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano lechoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCAL (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

### **3.4. Radiación Fotosintéticamente Activa**

En la Tabla 5 se presenta la fracción de intercepción de la radiación solar por estadio fenológico. En la misma, se puede observar que la interacción entre la distancia entre hileras y densidad, como el distanciamiento entre surcos no mostraron diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos analizados.

Las densidades de siembra evaluadas presentaron efectos significativos en intercepción de la radiación en los estadios  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ , a excepción de  $V_8$ . En  $V_{13}$ , las diferencias encontradas explican una mayor fracción de intercepción en las densidades de 65000 y 85000 plantas  $ha^{-1}$  que en la densidad más baja, del orden del 13,16%. Por el contrario, en  $R_3$  y  $R_6$  las diferencias detectadas fueron entre la mayor densidad (85000 plantas  $ha^{-1}$ ) y las restantes, del orden al 11,65% y del 10,82%, respectivamente.

Los resultados obtenidos pueden deberse al mayor número de plantas por unidad de superficie, permitiendo así un cierre anticipado del surco y una mayor intercepción de radiación a lo largo de todo el ciclo del cultivo.

En coincidencia con la observación anterior, Cirilo (2000a) determinó que con un mayor número de hojas por unidad de superficie y una mejor distribución de las plantas en el espacio, se obtiene una cobertura más temprana del surco, capturando radiación desde estadios precoces y así interceptar mas radiación a lo largo del ciclo del cultivo de maíz, lo que se traduce en un incremento de la biomasa producida.

Es importante destacar que durante el periodo crítico ( $V_{13}$ - $R_3$ ) las 85000 plantas  $ha^{-1}$  tuvieron una mejor respuesta al aumento de la densidad en relación a la producción de materia seca que las otras densidades. Este efecto que puede deberse a que el mayor número de plantas por hectáreas permite un cierre anticipado del surco, logrando capturar más radiación a lo largo del ciclo del cultivo, mayor biomasa producida y por ende en un mayor rendimiento.

Como fue planteado por Andrade *et al.* (1996), la densidad de siembra óptima en maíz depende de la tasa de crecimiento individual, la cual es dependiente de los factores limitantes de producción como son la disponibilidad hídrica y nutricional, por lo tanto bajo las condiciones del estudio la elevada oferta hídrica permitió un alto crecimiento individual favoreciéndose así la producción en altas densidades.

**Tabla 5:** Fracción de Intercepción.

Tratamiento	FI V <sub>8</sub> (%)	FI V <sub>13</sub> (%)	FI R <sub>3</sub> (%)	FI R <sub>6</sub> (%)
DEH 70 cm	0,32 a	0,81 a	0,85 a	0,82 a
DEH 52 cm	0,30 a	0,84 a	0,84 a	0,81 a
PCALT (0,05)	0,1070	0,0526	0,0665	0,0188
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	0,36 a	0,89 a	0,91 a	0,87 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	0,32 a	0,83 a	0,82 b	0,78 b
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	0,26 a	0,76 b	0,81 b	0,79 b
PCALT (0,05)	0,1385	0,0681	0,0861	0,0244
Densidad * DEH (Pr>F)	0,54	0,24	0,94	0,18
C. V.(%)	34,18	6,35	7,87	2,31

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano lechosos y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

Como era de esperar, la radiación fotosintéticamente activa interceptada presentó un comportamiento similar a lo expuesto para la fracción de intercepción, la cual fue sólo afectada por la densidad de siembra en los últimos estadios evaluados y con aumentos en la mayor densidad probada (Tabla 6).

**Tabla 6:** Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada (MJ ha<sup>-1</sup>) en diferentes estadios.

Tratamiento	RFAi (S-V <sub>8</sub> )	RFAi (V <sub>8</sub> -V <sub>13</sub> )	RFAi (V <sub>13</sub> -R <sub>3</sub> )	RFAi (R <sub>3</sub> -R <sub>6</sub> )
DEH 70 cm	61,57 a	168,57 a	232,31 a	394,78 a
DEH 52 cm	57,61 a	170,09 a	238,71 a	403,90 a
PCALT (0,05)	20,36	17,69	11,30	15,09
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	69,07 a	186,27 a	253,70 a	429,63 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	60,39 a	170,67 a	232,22 b	384,73 b
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	49,32 a	151,05 b	220,60 b	383,67 b
PCALT (0,05)	26,36	22,91	14,63	19,54
Densidad * DEH (Pr>F)	0,54	0,53	0,78	0,47
C. V.(%)	34,18	10,46	4,80	3,78

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano lechosos y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

### **3.5. Tasa de crecimiento del cultivo de maíz (TCC)**

La TCC hace al proceso de crecimiento en su conjunto, en donde la ganancia de peso del cultivo depende principalmente del intercambio neto de carbono entre la planta y su ambiente, a través del proceso de fotosíntesis, mediante el cual las plantas transforman parte de la energía solar fotosintéticamente activa en energía química (Cirilo, 1994).

En la Tabla 7 se puede observar que el distanciamiento entre hileras no mostró diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos (52 y 70 cm.), como así tampoco fue significativa la interacción densidad por distanciamiento entre hileras.

Con respecto a la densidad de siembra, TCC en los periodos S-V<sub>8</sub> y V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>, no muestran diferencias significativas en relación a las distintas densidades empleadas. Entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>, la mayor densidad (85000 plantas ha<sup>-1</sup>) difiere del resto de los tratamientos (65000 y 45000 plantas ha<sup>-1</sup>), presentando la mayor TCC. Mientras que entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub> las densidades de 85000 y 65000 plantas ha<sup>-1</sup> mostraron una mayor tasa respecto de 45000.

Los resultados obtenidos pueden deberse, simplemente al mayor número de hojas por unidad de superficie correspondiente a las densidades más grandes, ya que hay una mejor distribución de las hojas en el terreno y un cierre temprano del surco, con lo que se capta radiación desde etapas más tempranas, logrando así una mayor tasa de crecimiento del cultivo. Además este efecto puede estar influenciado por la escasa capacidad de compensación que posee el cultivo de maíz frente a densidades subóptimas.

Dado que la producción de grano del maíz esta en relación directa con la TCC durante el periodo alrededor de floración (Andrade *et al.*, 1996), debe prestarse atención al periodo V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>. Como se mencionó anteriormente, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las distancias entre hileras probadas, entre las distintas densidades como tampoco en la interacción entre ambas variables.

Por estos resultados es de suponer que la determinación del número de granos por superficie (principal componente directo del rendimiento) no se alteró como se verá más adelante.

**Tabla 7:** Tasa de Crecimiento del Cultivo (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) de maíz en diferentes periodos.

Tratamiento	TCC (S-V <sub>8</sub> )	TCC (V <sub>8</sub> -V <sub>13</sub> )	TCC (V <sub>13</sub> -R <sub>3</sub> )	TCC (R <sub>3</sub> -R <sub>6</sub> )
DEH 70 cm	33,27 a	144,44 a	396,47 a	325,08 a
DEH 52 cm	31,60 a	141,26 a	335,91 a	355,02 a
PCALT (0,05)	9.86	32.57	93.96	107.33
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	40,07 a	204,32 a	364,08 a	420,41 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	30,05 a	122,41 b	400,58 a	360,18 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	27,19 a	101,81 b	333,92 a	239,57 b
PCALT (0,05)	12.77	42.18	121.68	138.99
Densidad * DEH (Pr>F)	0.21	0.27	0.65	0.63
C. V.(%)	30.42	22.82	25.68	31.58

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre la densidad de plantas y el distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

Como puede apreciarse en la Tabla 8, la tasa de crecimiento por planta (TCP), presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a las densidades evaluadas, donde el menor crecimiento fue alcanzado por las 85000 plantas ha<sup>-1</sup>, y la mayor TCP fue lograda por las densidades más pequeñas (65000 plantas ha<sup>-1</sup> y 45000 plantas ha<sup>-1</sup>).

Estos resultados pueden explicarse en función de la habilidad de cada planta individual para capturar y usar los recursos (radiación, agua y nutrientes) disponibles, por lo que en la menor densidad hay una mayor disponibilidad de recursos por planta y una menor competencia, logrando así un mayor crecimiento por planta. Por el contrario, las 85000 plantas ha<sup>-1</sup> presentaron un menor crecimiento por planta, debido a la mayor competencia y a una menor disponibilidad de recursos por planta.

**Tabla 8:** Tasa de Crecimiento por Planta entre V<sub>13</sub> y R<sub>3</sub> (kg MS ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

Tratamiento	V13-R3
DEH 70 cm	6,44 a
DEH 52 cm	5,47 a
PCALT (0,05)	1,47
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	4,28 b
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	6,16 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	7,42 a
PCALT (0,05)	1,91
Densidad * DEH (Pr>F)	0,63
C. V.(%)	24,76

DEH, distancia entre hileras. V<sub>13</sub> y R<sub>3</sub>, 13° hoja y grano pastoso según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

### **3.6. Lámina de agua**

El rendimiento en grano depende de la cantidad de agua que el cultivo pueda transpirar, la eficiencia con que usa esa agua para producir materia seca y la proporción de materia seca que finalmente es destinada a la formación del grano (Passioura, 1996).

En cuanto a la evolución del contenido hídrico del suelo hasta los 100 cm de profundidad (Figura 5), se encontró que éste tuvo un comportamiento similar con los resultados de la distribución de precipitaciones durante el ciclo del cultivo y la evolución del consumo de agua de acuerdo a los diferentes estadios fenológicos.

La lámina almacenada hasta esa profundidad fue aumentando desde la siembra hasta 30 días después de la misma como consecuencia de precipitaciones producidas en ese periodo, a partir de este momento la lámina almacenada fue disminuyendo debido al consumo de agua por parte del cultivo y de la demanda atmosférica, situación que se mantuvo hasta aproximadamente 76 días después de la siembra, donde se registraron nuevamente precipitaciones, provocando un aumento del contenido hídrico del suelo.

En la Tabla 9, la cantidad total de agua (evaluada como lámina en el primer metro del suelo) no presentó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los tratamientos relacionados con la densidad de plantas.

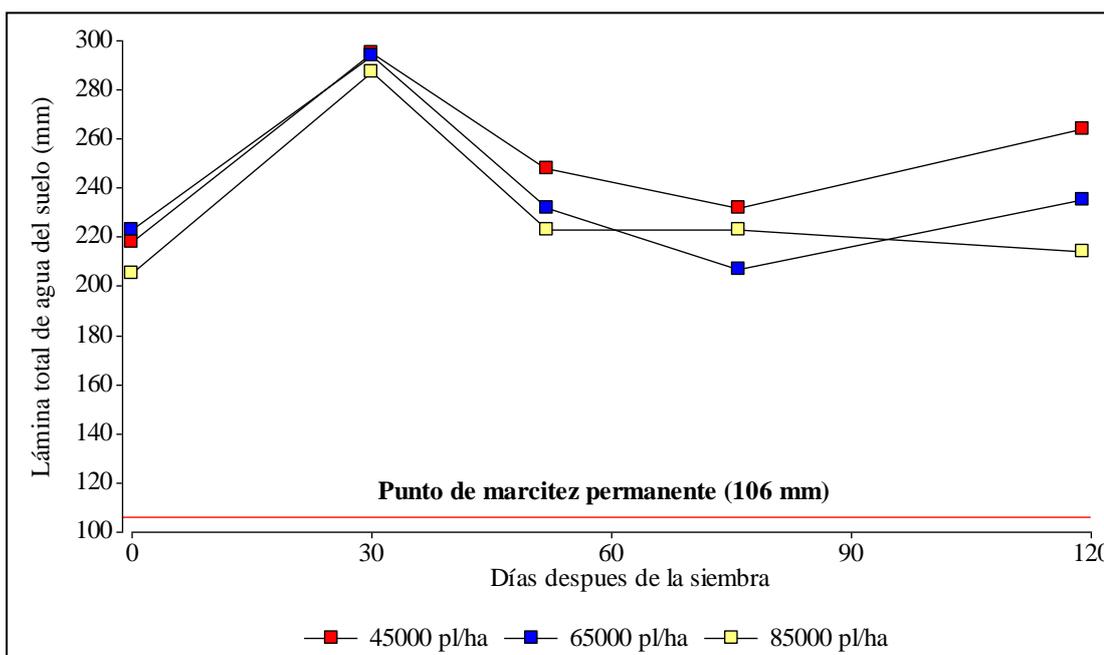
El distanciamiento entre surcos no modificó la lámina de agua en ninguno de los estadios fenológicos analizados, como tampoco fue estadísticamente significativa la interacción entre densidad y distancia entre hileras.

Estos resultados contradicen a lo planteado por Amador (2007), ya que en un ensayo realizado en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto obtuvo que la lámina total de agua presentó diferencias significativas en los estadios  $V_6$  y  $V_{13}$  con relación a la densidad, lo que permite interpretar que la misma alteró la disponibilidad de agua en los estadios iniciales del crecimiento posiblemente debido al mayor consumo por mayor población, lo que se debe a las escasas precipitaciones ocurridas en dicho periodo. El distanciamiento entre hileras, para el mismo ensayo, modificó la lámina de agua del suelo en  $V_{13}$ ,  $R_3$  y  $R_6$ , donde la mayor separación (70 cm) permitió encontrar un mayor contenido hídrico en el momento en el cual las precipitaciones fueron más escasas.

**Tabla 9:** Lámina total de agua (mm) en un metro de suelo en diferentes estadios fenológicos de maíz.

Tratamiento	Siembra	V <sub>8</sub>	V <sub>13</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>6</sub>
DEH 70 cm	208.89 a	295.00 a	236.88 a	214.78 a	218.30 a
DEH 52 cm	221.67 a	288.89 a	232.02 a	228.00 a	229.29 a
PCALT (0,05)	14.24	8.92	24.83	24.10	28.94
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	204.67 a	286.67 a	223.02 a	223.36 a	217.95 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	222.83 a	294.17 a	231.91 a	208.69 a	213.71 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	218.33 a	295.00 a	248.42 a	232.11 a	239.73 a
PCALT (0,05)	18.44	11.56	32.15	31.20	37.48
Densidad * DEH (Pr>F)	0.56	0.35	0.40	0.22	0.15
C. V.(%)	6.62	3.06	10.60	10.89	12.94

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.



**Figura 5:** Evolución de la lámina total de agua del suelo en 100 cm desde siembra hasta madurez fisiológica del maíz para distintas densidades de siembra.

Las plantas de un cultivo constituyen un elemento conductor de agua (Robelin, 1987) ubicado entre dos extremos de potencial hídrico diferente: el suelo con potencial más alto y la atmósfera con potencial más bajo. Entre ambos extremos el agua se mueve por el aporte de energía radiativa y advectiva, que produce la evaporación desde la superficie del follaje o transpiración. Consecuentemente, la principal fuerza motriz que modifica el consumo de agua o evapotranspiración del cultivo es la radiación solar incidente (Slatyer, 1967). La evaporación de agua desde el suelo y las plantas hacia la atmósfera constituye la principal

forma de disipación de la energía recibida (calor latente) cuando no existen limitaciones hídricas.

A lo largo del ciclo, la evapotranspiración del cultivo también modifica su composición, variando la proporción correspondiente a evaporación de agua del suelo y de las plantas. A medida que el cultivo crece, el aumento de su área foliar hace que sea mayor la proporción de agua transpirada desde su follaje respecto a la del suelo.

En la Tabla 10, se puede observar que los resultados obtenidos en cuanto a la cantidad de agua evapotranspirada no fueron significativos para distanciamiento entre hileras y la densidad en ninguna de las etapas fenológicas analizadas. Con respecto a la interacción entre la densidad de plantas y la distancia entre hileras tampoco se observaron diferencias significativas.

Los resultados obtenidos en relación a la evapotranspiración real en la campaña 2006/2007 son coincidentes a los datos logrados por Ordoñez (2008), los cuales pueden ser explicados a través del exceso de precipitaciones (campaña 2006/2007), el cual impidió observar diferencias entre los tratamientos probados.

**Tabla 10:** Evapotranspiración Real (mm).

Tratamiento	S-V <sub>8</sub>	V <sub>8</sub> -V <sub>13</sub>	V <sub>13</sub> -R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> -R <sub>6</sub>
DEH 70 cm	103.98 a	159.75 a	133.70 a	75.15 a
DEH 52 cm	104.98 a	176.28 a	116.85 a	77.38 a
PCALT (0,05)	10,01	26,56	39,90	34,07
85000 plantas ha-1	99.09 a	174.17 a	111.25 a	88.32 a
65000 plantas ha-1	109.79 a	172.77 a	136.67 a	69.41 a
45000 plantas ha-1	104.56 a	157.10 a	127.90 a	71.05 a
PCALT (0,05)	12,96	34,40	51,68	44,12
Densidad * DEH (Pr>F)	0,11	0,55	0,93	0,23
C. V.(%)	9,59	15,82	31,88	44,71

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

En la Tabla 11 se puede observar el consumo de agua por etapas como transpiración del maíz, en la misma puede apreciarse que la interacción densidad por distancia entre hileras no fue significativa en ninguno de los momentos analizados.

En relación al distanciamiento entre hileras se encontró que los surcos más estrechos no han incrementado la demanda de agua del suelo (medida como consumo) en ninguna de las etapas analizadas.

Estos resultados contradicen a lo expresado por Cirilo (2004), donde la proporción de hojas que reciben luz solar directa reduce la interceptada por el suelo directo descubierto, lo

cual incrementa el consumo de agua por el cultivo en condiciones de secano, dado que el follaje ofrece menos resistencia a la pérdida de agua que el suelo seco en superficie. Esta situación puede intensificar los efectos negativos de la ocurrencia de una sequía progresiva sobre la floración. Como se puede apreciar en la Figura 1 el maíz del presente estudio recibió importante precipitación desde V<sub>8</sub> hasta floración, razón por la cual no se pudieron apreciar los efectos del estrés hídrico sobre el consumo de agua y de floración en adelante las diferencias de oferta no justificaron cambios en el consumo como fue planteado anteriormente.

En lo referente al otro componente del marco de plantación, la densidad de plantas, se observó que no manifestó diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los periodos analizados.

A diferencia de estos resultados, Ordoñez (2008) obtuvo que el consumo de agua respondió significativamente a la densidad de plantas. En donde el aumento en el número de individuos por hectárea generó un mayor consumo de agua en las etapas iniciales y al final del ciclo del cultivo, estas diferencias pueden explicarse debido a la escasa ocurrencia de lluvias en dichos periodos del trabajo aludido.

**Tabla 11:** Transpiración (mm).

Tratamiento	S-V <sub>8</sub>	V <sub>8</sub> -V <sub>13</sub>	V <sub>13</sub> -R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> -R <sub>6</sub>
DEH 70 cm	32.68 a	91.56 a	111.19 a	62.54 a
DEH 52 cm	31.97 a	101.29 a	98.53 a	65.32 a
PCALT (0,05)	8,89	20,32	37,88	28,48
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	35.26 a	110.17 a	100.46 a	78.86 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	34.72 a	99.24 a	113.14 a	55.36 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	27.00 a	79.86 a	100.98 a	57.58 a
PCALT (0,05)	11,52	26,31	49,06	36,88
Densidad * DEH (Pr>F)	0,42	0,61	0,99	0,19
C. V.(%)	27,53	21,09	36,15	44,58

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

La evaporación directa del suelo fue modificada solo por la densidad en la etapa V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>, como puede apreciarse en la Tabla 12, donde 85000 plantas por ha<sup>-1</sup> evaporaron un 59.88% menos con respecto a las 45000 plantas ha<sup>-1</sup>. No obstante y dada la magnitud de la diferencia detectada (16 mm), la misma no fue suficiente para modificar el balance hídrico.

**Tabla 12:** Evaporación directa del suelo (mm) de maíz sembrado a distintas densidades y distancia entre hileras.

Tratamiento	S-V <sub>8</sub>	V <sub>8</sub> -V <sub>13</sub>	V <sub>13</sub> -R <sub>3</sub>	R <sub>3</sub> -R <sub>6</sub>
DEH 70 cm	71.30 a	68.19 a	22.51 a	12.60 a
DEH 52 cm	73.01 a	74.99 a	18.32 a	12.06 a
PCALT (0,05)	14,18	13,78	5,45	6,47
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	63.83 a	64.00 a	10.80 b	9.46 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	75.08 a	73.53 a	23.53 a	14.05 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	77.57 a	77.24 a	26.92 a	13.47 a
PCALT (0,05)	18,36	17,84	7,06	8,38
Densidad * DEH (Pr>F)	0,40	0,48	0,21	0,56
C. V.(%)	19,66	19,26	26,71	52,55

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

### 3.7. Rendimiento y componentes

En la Tabla 13, puede apreciarse que la interacción entre densidad de plantas y la distancia entre surcos no fue significativa en el rendimiento en grano, ni en los componentes directos del mismo. Sin embargo, estas variables presentaron efectos significativos individualmente.

**Tabla 13:** Rendimiento, componentes directos e índices de cosecha.

Tratamiento	Rto (kg ha <sup>-1</sup> )	Nº granos m <sup>-2</sup>	Peso 1000 granos (gr)	IC (%)
DEH 70 cm	14859,32 b	4528,22 b	329,44 a	0,56 a
DEH 52 cm	16675,28 a	5388,00 a	313,33 a	0,62 a
PCALT (0,05)	1108,95	426,22	28,96	0,09
85000 plantas ha <sup>-1</sup>	17102,80 a	5691,67 a	303,33 a	0,53 a
65000 plantas ha <sup>-1</sup>	16171,14 a	4938,67 b	328,33 a	0,57 a
45000 plantas ha <sup>-1</sup>	14027,97 b	4244,00 c	332,50 a	0,67 a
PCALT (0,05)	1436,11	551,96	37,50	0,12
Densidad * DEH (Pr>F)	0,4691	0,2292	0,8622	0,6752
C. V.(%)	7,04	8,6	9,02	15,48

DEH, distancia entre hileras. V<sub>8</sub>, V<sub>13</sub>; R<sub>3</sub> y R<sub>6</sub>; 8°-13° hoja, grano pastoso y madurez fisiológica del maíz según Ritchie y Hanway (1997). Densidad \* DEH, interacción entre densidad de plantas y distancia entre hileras. En columnas, letras distintas indican diferencias significativas al 5 % de probabilidad según test PCALT (Punto de corte establecido mediante el encadenamiento del árbol de medias). CV, coeficiente de variación.

En relación a la distancia entre surcos, el tratamiento de menor espaciamiento (52 cm) fue el que presentó mayor rendimiento, lo que pudo estar asociado a una mejor distribución de las plantas en el espacio con una mejor distribución de recursos por planta. Las diferencias de rendimiento encontradas fueron del orden del 12,22% a favor de la menor distancia. Estos resultados también pueden ser explicados por medio de Índice de cosecha,

ya que a 52 cm el mismo es un 9.67% mayor que a 70 cm, aunque estadísticamente las diferencias no sean estadísticamente significativas.

Estos resultados obtenidos en función del distanciamiento entre hileras son coincidentes a los propuestos por Widdicome y Thelen (2002), los cuales evaluando acortamiento y densidad, hallaron aumentos significativos del rendimiento del 2 y 4% por estrechar surcos de 76 a 56 y 38 cm, respectivamente, y en forma consistente en 11 localidades. Sin embargo contradicen a lo presentado por Farnham (2001), dado que la densidad óptima de siembra fue independiente de la distancia entre surco.

En cuanto a la densidad de plantas, las diferencias encontradas fueron que el mayor rendimiento se observó en las densidades más altas (65000 y 85000 plantas ha<sup>-1</sup>), como se explicó en el análisis de la intercepción de la radiación y en la producción de biomasa, la elevada oferta de recursos hídricos durante el periodo crítico favoreció el crecimiento individual permitiéndole a las densidades más altas fijar un mayor número de granos por unidad de superficie y con ello un mayor rendimiento (Tabla 13). Las diferencias encontradas (reducción del 47% de la densidad óptimas de plantas, representó una disminución del 18% del rendimiento en grano) no fueron de gran magnitud como los estudio antes mencionados, lo que se debe a que el cultivo no se encontraba bajo condiciones óptimas de riego y fertilización.

Como fue referenciado por diversos autores, la densidad de siembra óptima en maíz está fuertemente vinculada a las condiciones climáticas del año en estudio, ya que el rendimiento de maíz es poco estable ante variaciones en la densidad de plantas en comparación con otros cultivos, por ejemplo, bajo condiciones de riego y fertilización, reducciones del 75 % en la densidad correcta produjeron mermas de rendimiento cercanas al 50 % en maíz, mientras que en girasol y soja sólo fueron del 12 y 24 %, respectivamente (Valentinuz *et al.*, 1995). Por el contrario cuando las condiciones hídricas no son óptimas el número de plantas que generan la mayor producción es inferior y debido a ello Andrade *et al.* (1996) plantearon que el maíz presenta diferentes densidades óptimas dependiendo de la oferta hídrica y nutricional.

El rendimiento del maíz puede ser estudiado a través de sus componentes numéricos: el número de granos por unidad de superficie (NG) y su peso individual. A su vez, el NG es producto del número de plantas por unidad de superficie, del número de espigas granadas por planta y del número de granos por espiga. El peso del grano, por su parte, es función de la duración del período de llenado y de la tasa de llenado (g día<sup>-1</sup>).

El único componente directo del rendimiento modificado estadísticamente por la distancia entre hileras y por la densidad fue el número de granos, con diferencias a favor de la distancia más estrecha del 16%. Estos cambios en la producción de granos pueden explicarse a través de una mejor distribución de las plantas en el espacio, lo cual favoreció el

crecimiento individual durante el periodo comprendido entre  $V_{13}$ - $R_3$  (momento en el que se define el número de granos) (Andrade *et al.*; 1996).

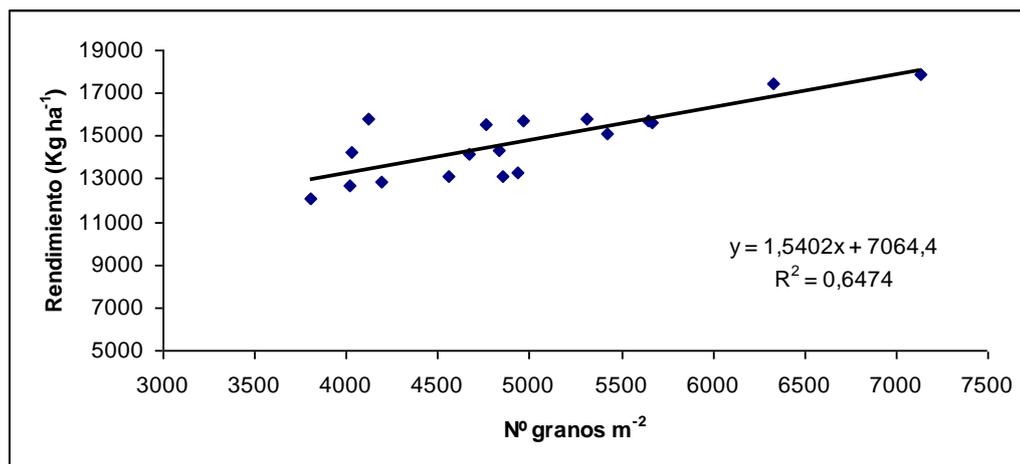
Con respecto a la densidad, el mayor NG  $m^{-2}$  se observó en las 85000 plantas  $ha^{-1}$ , seguido por las 65000 plantas  $ha^{-1}$  y por último las 45000 plantas  $ha^{-1}$ , lo que puede explicarse por el número de plantas por unidad de superficie.

Para la variable peso de mil e índice de cosecha no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Los resultados antes mencionados pueden también estar influenciados por el híbrido empleado, ya que sus características principales son excelente estabilidad y alta producción, con tecnología RR2 (De Santa Eduvigis, 2008), lo que se traduce en un cultivo mas limpio desde el punto de vista malezas, eliminando de esta manera la competencia por agua, principal variable a evaluar en este trabajo.

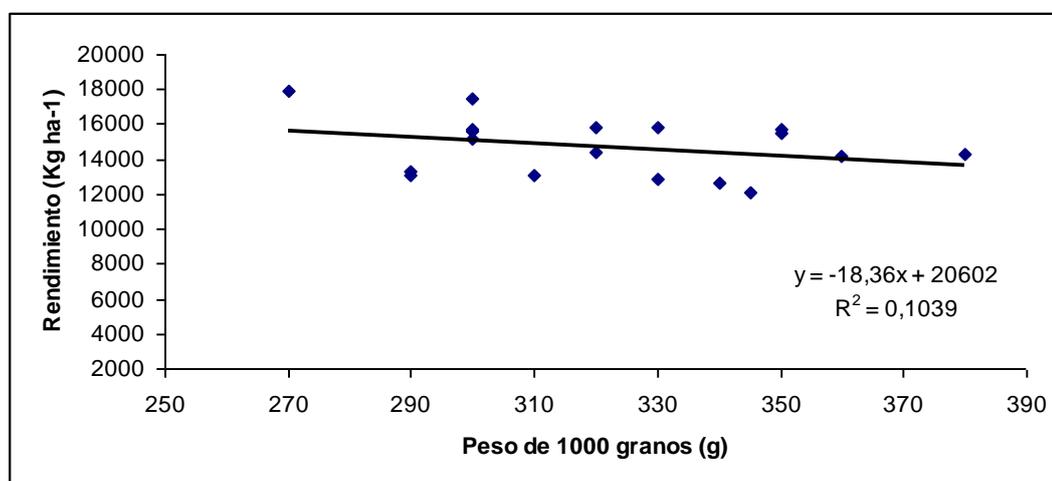
### 3.8. Relaciones entre variables

Cárcova *et al.* (2004) determinaron que el rendimiento en maíz está más asociado al número final de granos que al peso de los mismos, como lo demuestran los elevados coeficientes de correlación que se encuentran entre el número de granos y el rendimiento. En concordancia con esta afirmación se puede observar en la Figura 6 el coeficiente de regresión lineal entre el número de granos por metro cuadrado y el rendimiento en grano, donde por cada grano mas fijado  $m^{-2}$  la producción aumenta en 1,54 Kg  $ha^{-1}$ , resultados similares fueron encontrados por Andrade *et al.* (1996).



**Figura 6.** Rendimiento según Nº de granos  $m^{-2}$ . Valor  $p$  ( $< 0,001$ )

Con respecto a lo mencionado anteriormente, el peso de los granos presenta una menor correlación con el rendimiento que el número de granos producidos por metro cuadrado (Figura 7). Andrade *et al.* (1996) planteó que el peso de los granos es un componente de alta heredabilidad genética, y por lo tanto, menos influenciado por el ambiente. Por estas consideraciones, la relación lineal entre el rendimiento y el peso de sus granos fue solo el 10.39%.



**Figura 7:** Rendimiento en grano según peso de 1000 granos. Valor  $p$  (0.2849).

#### **4. Conclusiones**

Dadas las condiciones climáticas en las que se desarrolló la experiencia en la campaña 2006/2007 los resultados obtenidos fueron los siguientes:

No se detectaron cambios en la fenología del cultivo de maíz por cambios en la distancia entre hileras ni la densidad de siembra.

La disponibilidad de agua como lámina total en el primer metro del suelo, no fue alterada por las densidades de siembra evaluadas, como así tampoco lo fue por el distanciamiento entre hileras, como consecuencia de las abundantes precipitaciones.

La radiación fotosintéticamente activa interceptada fue solamente modificada por la densidad de plantas y no por la distancia entre surcos, donde el aumento de la cantidad de plantas incrementó la RFAint.

El rendimiento y el número de granos por metro cuadrado fueron modificados por ambas variables (distancia entre hileras y densidad de plantas), en donde el mayor rendimiento y el mayor número de granos fueron obtenidos por la densidad superior y el menor distanciamiento.

Por el contrario el peso de mil granos y el índice de cosecha no sufrieron modificaciones por ninguna de las dos variables, al igual que el consumo de agua o transpiración, evaporación directa del suelo y evapotranspiración real.

En base a los resultados obtenidos, se rechaza la hipótesis planteada en el presente trabajo, ya que la disponibilidad hídrica no presentó diferencias significativas en ninguno de los tratamientos evaluados y el mayor rendimiento fue obtenido con 85000 plantas ha<sup>-1</sup> a 52 cm entre hileras.

## **5. Bibliografía**

- AMADOR, M. 2007. Consumo de agua del cultivo de maíz y marco de plantación. Tesis de Grado. Producción Vegetal. FAV-UNRC.
- ANDRADE F.; A. CIRILO; S. UHART y M. OTEGHI. 1996. Densidad de plantas. En: Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial Médica Panamericana. Capítulo 8:227-254.
- ANDRADE, F.; CALVIÑO, P.; CIRILO A.; BARBIERI P. 2002. Yield Responses to Narrow Rows Depend on Increased Radiation Interception. *Agron. J.* 94: 975-980.
- BARBIERI, P. A.; SAINZ ROSAS, H.; ANDRADE, F. H y ECHEVERRIA, H. E. 2000. Row spacing effects at different levels of nitrogen availability in maize. *Agron. J.* 92:283-288.
- BORRAS, L.; G. MADONNI; M. OTEGUI. 2003 Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Res.*, 82: 13-26.
- CARCOVA, J.; L. BORRAS; M. OTEGUI. 2004. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad del Maíz. En: Satorre, E. H.; R. L. Benech Arnold; G. A. Slafer; E. B. De la Fuente; D. J. Miralles; M. E. Otegui y R. Savin. (autores). Producción de granos, Bases funcionales para su manejo. Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 135-157.
- CARCOVA, J.; G. ABELEDO; M. LOPEZ PEREIRA. 2004. Análisis de la generación del rendimiento: crecimiento, partición y componentes. Producción de granos, Bases funcionales para su manejo. Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 75-94.
- CIRILO A. 1994. Desarrollo, crecimiento y partición de materia seca en cultivos de maíz sembrados en diferentes fechas. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Buenos Aires, Argentina. 86 págs.

- CIRILO A. 2000 a. Distancia entre surcos en maíz. Revista de Tecnología Agropecuaria. INTA Pergamino. Vol. V Nro 14. Segundo Cuatrimestre: Mayo/Agosto.: 19-23.
- CIRILO A. 2000 b. Fundamentos ecofisiológicos para el manejo racional del cultivo de maíz de alta producción. Disertación: Primera jornada de Actualización del cultivo de Maíz en el Sur de Córdoba. Organizada por la AIASC. 3-4 de Agosto. UNRC.
- CIRILO A. 2002. Los surcos angostos en maíces de alta producción. Revista de Tecnología Agropecuaria. INTA Pergamino. Vol. VII Nro.21, Tercer Cuatrimestre: Septiembre/Diciembre.:12-15.
- CIRILO A. 2004. Elección de híbridos de maíz y su respuesta a la densidad y distanciamiento. Actas del Congreso Mundo Maíz. 24 y 25 de junio: 29-36. Buenos Aires. Argentina.
- CIRILO A. 2005. Distancia entre surcos: criterios para su manejo en el cultivo de maíz. VIII Congreso Nacional de Maíz. Rosario. Argentina.: 433-434.
- CHYCOYE, D.; E. UDENSI Y SHOLA OGUNYEMI. 2005. Integrated Management of Cogongrass {Imperata cilíndrica (L.) Rausch. In Corn Using Tillage, Glyphosate, Row Spacing, Cultivar, and Cover Cropping. Agorn. J. 97: 1164-1171.
- De SANTA EDUVIGES, 2008. Potencial de rendimiento y tolerancia a sequías en híbridos de maíz. Informe de avance de tesis en desarrollo. Programa postgrado de Ciencias Agrarias de la Univeridad Integrada Balcarce-INTA.
- DI RIENZO, J.A., C.W.ROBLEDO, M.G. BALZARINI, F. CASANOVES, L. GONZALEZ, M. TABLADA, 2005. InfoStat, Software Estadístico Versión 2005.P1.
- ECHARTE, L.; S. LUQUE; F. ANDRADE; V. SALDRAS; A. CIRILO; M. OTEGHI y C. VEGA 2000. Response of maize kernel number to plant density in Argentinean hybrids released between 1965 and 1993. Field Crop Res. 68,1-8.
- ESPOSITO, G. 2002. Propiedades hidrofísicas del suelo asociadas a diferentes sistemas de labranza en el cultivo de maíz. Tesis M. Sc Producción Vegetal. FAV-UNRC.:113.

- FARNHAM D. 2001. Row spacing, plant density, and hybrid effects on corn grain yield and moisture. *Agron. J.* 93:1049-1053.
- FORSYTHE, W. 1980 "Física de suelos". Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Cap. 3.:17-27.
- FLENET, F., J.R. KINIRY, J.E. BOARD, M.E. WESTGATE y D.C. REICOSKY. 1996. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. *Agron. J.* 88:185-190.
- GESUMARIA, J.; C. CASTILLO; G. ESPOSITO; R. BALBOA. 2000. NP-Zea ~ Programa para el cálculo de dosis de nitrógeno y fósforo. Registro del derecho de autor DNDA Exp 97476. 13/11/2000.
- INFOSTAT. 2004. Infostat version 2004. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- KARLEN, D. Y C. CAMP. 1985. Row spacing, plant population and water management effects on corn in the Atlantic Coastal Plain. *Agron. J.* 77: 393-398.
- KRUK B. y E. SATORRE. 2004. densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Ed. Satorre, E.; R. Benech Arnold; G. slafer; E. B. de la Fuente; D. Miralles; M. Otegui y R. Savin. Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Capítulo 13: 279-316.
- MADDONNI, G. A.; OTEGHI, M. E. y CIRILO, A. G. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize Canopy architecture and light interception. *Field crops. Res.* 71: 183-193.
- MARCOS, J. 2000. Simulation based assessment of alternative crop in the dryland Pacific Northwest. Thesis of Ph. D. in Soils. Washington State University. Department Crop and soils sciences. USA.
- MIRALLES, D.; WINDAUER, L.; GOMEZ, N. 2004. Factores que regulan el desarrollo de los cultivos de grano. Producción de granos, Bases funcionales para su manejo. Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina, pp. 61-69.

- ORDOÑEZ, S. 2008. Consumo de agua del cultivo de maíz y marco de plantación. Tesis de Grado. Producción Vegetal. FAV-UNRC.
- OTEGHI, M. E. y ANDRADE, F. H. 2000. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. In: Physiology and modelling kernel set in maize. CSSA Special publication number 29, CSSA and ASA, Madison WI, USA, :89-102.
- PASSIOURA, J. B. 1996. Drought and drought tolerance. *Plant Growth Reg.* 20:79-83.
- PORTER, P. M.; D. R. HICKS; W. E. LUESCHEN; J. H. FORD; D. D. WARNES; T. R. HOVERSTAD. 1997. Corn response to row width and plant populations in the northern corn belt. *J. Prod. Agric.* 10:293-300.
- RITCHIE W. and J. HANWAY 1997. How a corn plant develops. Special Reports N° 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa.:21 pág.
- RIVETTI A. 2004. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Tesis de la Maestría de Riego y Drenaje de la Universidad Nacional de Cuyo.
- ROBELIN, M. 1987. Desequilibrio hydrique, metabolisme, croissance et développement. Le maïs et l'eau. En: AGPM-ITCF (eds.). Colloque, Alimentation Hydrique du Maïs, Tome 1. Agen, 8-9 Décembre, France.
- SAGPyA 2007. Estimaciones agrícolas. En [www.sagpya.mecon.gov.ar/http://hsi/bases/cereal.htm](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/http://hsi/bases/cereal.htm).
- SATORRE, E. 2002. Criterios para la elección de la densidad y distribución de plantas en el cultivo de maíz. A. G. Cirilo. Guía Dekalb del cultivo de maíz, 1ª ed. Buenos Aires, Argentina.
- SATORRE, E. 2005. El arreglo espacial de las plantas del cultivo de maíz. Tendencias y efectos en los planteos de la región pampeana. VIII Congreso Nacional de Maíz. Trabajos presentados. Rosario. Argentina: 430-432.

- SEILER, R., R. FABRICIUS , V. ROTONDO y M. VINOCUR. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto – 1974 / 1993. Volumen I. UNRC. p:4
- SHARRATT, B. y D. Mc WILLIAMS. 2005. Microclimatic and Rooting Characteristics of Narrow-Row versus Convencional-Row Corn. Agron. J. 97: 1129-1135.
- SLATYER, R. O. 1967. Plant-water relationships. En: J. F. Sutcliffe y P. Mahlberg (eds.). Experimental Botany. An International Series of Monographs. Vol. 2. Academic Press. 366 págs.
- VALENTINUZ O. R.; C. R. VEGA; F. H. ANDRADE; S. A. UHART. 1995. Estabilidad del rendimiento ante variaciones en densidad de plantas en girasol, maíz y soja. Relación entre crecimiento y granos fijados por planta. I Congreso Nacinal de Soja y II Congreso Nacional de Oleaginosas. Pergamino, Argentina. Pp. 151-159.
- VEGA C. y F. ANDRADE. 2000. Densidad de plantas y espaciamento entre hileras. En: Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Médica Panamericana. Ed. Andrade F. y V. Sadras. Capítulo 4:97-133.
- WIDDICOMBE, W., K. THELEN. 2002. Row widht and plant density effects on corn grain production in de Northern Corn Belt. Agron. J. 94:1020-1023.
- ZAFFARONI, E. y A. SCHNEITER. 1989. Water- use effeciency and Light interception of semi-dwarf and Standard-height sunfolwer hybrids grown in different row arrangements. Agron. J. 81: 831-833.

## **6. Anexo**

### **6.1. Plano del Ensayo**

NORTE

85000 pl/ha 70 cm (17 cm)	65000 pl/ha 52 cm (30 cm)	65000 pl/ha 70 cm (22 cm)
45000 pl/ha 52 cm (43 cm)	85000 pl/ha 52 cm (22 cm)	65000 pl/ha 52 cm (30 cm)
45000 pl/ha 70 cm (32 cm)	65000 pl/ha 70 cm (22 cm)	45000 pl/ha 52 cm (43 cm)
65000 pl/ha 52 cm (30 cm)	85000 pl/ha 70 cm (17 cm)	45000 pl/ha 70 cm (32 cm)
65000 pl/ha 70 cm (22 cm)	45000 pl/ha 52 cm (43 cm)	85000 pl/ha 52 cm (22 cm)
85000 pl/ha 52 cm (22 cm)	45000 pl/ha 70 cm (32 cm)	85000 pl/ha 70 cm (17 cm)

## 6.2. Tabla ANAVA

### Materia Seca en V<sub>8</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MSV8	18	0,58	0,29	30,42

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1217650,08	7	173950,01	1,99	0,1568
D E H	11278,52	1	11278,52	0,13	0,7272
Densidad	494074,80	2	247037,40	2,82	0,1068
Bloque	389417,87	2	194708,93	2,22	0,1589
D E H*Densidad	322878,89	2	161439,44	1,84	0,2082
Error	875732,73	10	87573,27		
Total	2093382,80	17			

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=295,7304

Error: 87573,2727 gl: 10

D E H Medias n

0,70	997,98	9	A
0,52	947,92	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=382,9741

Error: 87573,2727 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	1201,95	6	A
65000,00	901,37	6	A
45000,00	815,53	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=575,7780

Error: 87573,2727 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,52	85000,00	1349,99	3	A
0,70	65000,00	1079,58	3	A
0,70	85000,00	1053,91	3	A
0,70	45000,00	860,45	3	A
0,52	45000,00	770,60	3	A
0,52	65000,00	723,16	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### **Materia Seca en V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MSV13	18	0,84	0,74	17,53

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28233722,82	7	4033388,97	7,75	0,0023
D E H	64840,81	1	64840,81	0,12	0,7315
Densidad	23378878,36	2	11689439,18	22,45	0,0002
Bloque	4230608,71	2	2115304,36	4,06	0,0511
D E H*Densidad	559394,94	2	279697,47	0,54	0,6004
Error	5207114,93	10	520711,49		
Total	33440837,75	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=721,1221**

Error: 520711,4930 gl: 10

D E H	Medias	n	
0,70	4175,62	9	A
0,52	4055,58	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=933,8610**

Error: 520711,4930 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	5696,98	6	A
65000,00	3594,47	6	B
45000,00	3055,35	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1404,0024**

Error: 520711,4930 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,70	85000,00	5995,80	3	A
0,52	85000,00	5398,16	3	A
0,70	65000,00	3597,10	3	B
0,52	65000,00	3591,83	3	B
0,52	45000,00	3176,75	3	B
0,70	45000,00	2933,95	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Materia Seca en R<sub>3</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MSR3	18	0,51	0,16	18,75

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	60629614,02	7	8661373,43	1,48	0,2769
D E H	11140726,19	1	11140726,19	1,90	0,1978
Densidad	34811814,54	2	17405907,27	2,97	0,0969
Bloque	8024766,65	2	4012383,33	0,69	0,5260
D E H*Densidad	6652306,64	2	3326153,32	0,57	0,5838
Error	58526966,45	10	5852696,65		
Total	119156580,47	17			

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2417,6209

Error: 5852696,6452 gl: 10

D E H	Medias	n	
0,70	13690,97	9	A
0,52	12117,53	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=3130,8456

Error: 5852696,6452 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	14434,89	6	A
65000,00	13208,43	6	A
45000,00	11069,43	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4707,0334

Error: 5852696,6452 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,70	85000,00	15972,92	3	A
0,70	65000,00	13257,54	3	A
0,52	65000,00	13159,32	3	A
0,52	85000,00	12896,86	3	A
0,70	45000,00	11842,45	3	A
0,52	45000,00	10296,40	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

## Materia Seca en R<sub>6</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MSR6	18	0,80	0,65	12,05

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	427519523,63	7	61074217,66	5,55	0,0079
D E H	368024,80	1	368024,80	0,03	0,8585
Densidad	384707974,60	2	192353987,30	17,48	0,0005
Bloque	35670983,21	2	17835491,60	1,62	0,2456
D E H*Densidad	6772541,02	2	3386270,51	0,31	0,7418
Error	110012507,58	10	11001250,76		
Total	537532031,21	17			

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=3314,6008

Error: 11001250,7579 gl: 10

D E H	Medias	n	
0,70	27669,53	9	A
0,52	27383,55	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=4292,4443

Error: 11001250,7579 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	32512,64	6	A
65000,00	28695,88	6	A
45000,00	21371,10	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=6453,4256

Error: 11001250,7579 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,70	85000,00	32581,07	3	A
0,52	85000,00	32444,22	3	A
0,70	65000,00	29624,62	3	A
0,52	65000,00	27767,13	3	A
0,52	45000,00	21939,30	3	B
0,70	45000,00	20802,90	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada entre S-V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RFAint (S-V8)	18	0,31	0,00	34,18

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1892,31	7	270,33	0,65	0,7074
D E H	70,61	1	70,61	0,17	0,6887
Densidad	1175,47	2	587,74	1,42	0,2873
Bloque	102,49	2	51,25	0,12	0,8851
D E H*Densidad	543,74	2	271,87	0,66	0,5402
Error	4148,86	10	414,89		
Total	6041,17	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=20,3552**

Error: 414,8858 gl: 10

D E H	Medias n		
0,70	61,57	9	A
0,52	57,61	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=26,3602**

Error: 414,8858 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	69,07	6	A
65000,00	60,39	6	A
45000,00	49,32	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=39,6309**

Error: 414,8858 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,70	85000,00	78,81	3	A
0,52	65000,00	62,63	3	A
0,52	85000,00	59,32	3	A
0,70	65000,00	58,14	3	A
0,52	45000,00	50,88	3	A
0,70	45000,00	47,76	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### **Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RFAint (V8-V13)	18	0,58	0,29	10,46

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4334,50	7	619,21	1,98	0,1587
D E H	10,34	1	10,34	0,03	0,8595
Densidad	3737,92	2	1868,96	5,96	0,0197
Bloque	161,36	2	80,68	0,26	0,7780
D E H*Densidad	424,88	2	212,44	0,68	0,5296
Error	3134,67	10	313,47		
Total	7469,17	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=17,6932**

Error: 313,4669 gl: 10

D E H	Medias n		
0,52	170,09	9	A
0,70	168,57	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=22,9129**

Error: 313,4669 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	186,27	6	A
65000,00	170,67	6	A
45000,00	151,05	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=34,4481**

Error: 313,4669 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,70	85000,00	190,84	3	A
0,52	85000,00	181,70	3	A
0,70	65000,00	171,01	3	A
0,52	65000,00	170,33	3	A
0,52	45000,00	158,23	3	A
0,70	45000,00	143,87	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RFAint (V13-R3)	18	0,77	0,62	4,80

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4383,61	7	626,23	4,90	0,0123
D E H	184,64	1	184,64	1,44	0,2571
Densidad	3384,12	2	1692,06	13,24	0,0015
Bloque	750,64	2	375,32	2,94	0,0993
D E H*Densidad	64,22	2	32,11	0,25	0,7827
Error	1278,44	10	127,84		
Total	5662,05	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=11,2993**

Error: 127,8438 gl: 10

D	E	H	Medias n	
0,52	238,71	9	A	
0,70	232,31	9	A	

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=14,6327**

Error: 127,8438 gl: 10

Densidad	Medias n	
85000,00	253,70	6 A
65000,00	232,22	6 B
45000,00	220,60	6 B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=21,9993**

Error: 127,8438 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias n	
0,52	85000,00	259,22	3	A	
0,70	85000,00	248,18	3	A	
0,52	65000,00	235,42	3	B	
0,70	65000,00	229,03	3	B	
0,52	45000,00	221,50	3	B	
0,70	45000,00	219,71	3	B	

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Radiación Fotosintéticamente Activa interceptada entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RFAint (R3-R6)	18	0,82	0,70	3,78

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10460,81	7	1494,40	6,56	0,0043
D E H	374,47	1	374,47	1,64	0,2289
Densidad	8257,11	2	4128,56	18,11	0,0005
Bloque	1442,37	2	721,19	3,16	0,0862
D E H*Densidad	386,85	2	193,43	0,85	0,4567
Error	2279,34	10	227,93		
Total	12740,15	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=15,0874**

Error: 227,9341 gl: 10

D	E	H	Medias n	
0,52	403,90	9	A	
0,70	394,78	9	A	

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=19,5384**

Error: 227,9341 gl: 10

Densidad	Medias n	
85000,00	429,63	6 A
65000,00	384,73	6 B
45000,00	383,67	6 B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=29,3747**

Error: 227,9341 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias n	
0,52	85000,00	439,04	3	A	
0,70	85000,00	420,21	3	A	
0,52	65000,00	390,69	3		B
0,70	45000,00	385,35	3		B
0,52	45000,00	381,99	3		B
0,70	65000,00	378,78	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Tasa de crecimiento del cultivo entre S-V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCC (S-V8)	18	0,58	0,29	30,42

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1352,95	7	193,28	1,99	0,1569
D E H	12,55	1	12,55	0,13	0,7270
Densidad	548,95	2	274,47	2,82	0,1068
Bloque	432,58	2	216,29	2,22	0,1590
D E H*Densidad	358,87	2	179,43	1,84	0,2081
Error	973,15	10	97,32		
Total	2326,10	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=9,8583**

Error: 97,3151 gl: 10

D E H	Medias n		
0,70	33,27	9	A
0,52	31,60	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=12,7666**

Error: 97,3151 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	40,07	6	A
65000,00	30,05	6	A
45000,00	27,19	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=19,1937**

Error: 97,3151 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,52	85000,00	45,00	3	A
0,70	65000,00	35,99	3	A
0,70	85000,00	35,13	3	A
0,70	45000,00	28,68	3	A
0,52	45000,00	25,69	3	A
0,52	65000,00	24,10	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Tasa de crecimiento del cultivo entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCC (V8-V13)	18	0,80	0,67	22,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	43554,83	7	6222,12	5,86	0,0065
D E H	45,54	1	45,54	0,04	0,8401
Densidad	35281,77	2	17640,88	16,61	0,0007
Bloque	5072,68	2	2536,34	2,39	0,1420
D E H*Densidad	3154,85	2	1577,42	1,48	0,2725
Error	10622,42	10	1062,24		
Total	54177,26	17			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=32,5703**

Error: 1062,2423 gl: 10

D	E	H	Medias n	
0,70	144,44	9	A	
0,52	141,26	9	A	

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=42,1789**

Error: 1062,2423 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	204,32	6	A
65000,00	122,41	6	B
45000,00	101,81	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=63,4134**

Error: 1062,2423 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias n		
0,70	85000,00	224,63	3	A		
0,52	85000,00	184,01	3	A		
0,52	65000,00	130,39	3		B	
0,70	65000,00	114,43	3		B	
0,52	45000,00	109,37	3		B	
0,70	45000,00	94,25	3		B	

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Tasa de crecimiento del cultivo entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCC (V13-R3)	18	0,31	0,00	25,68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40377,13	7	5768,16	0,65	0,7067
D E H	16503,21	1	16503,21	1,87	0,2018
Densidad	13371,63	2	6685,82	0,76	0,4945
Bloque	2654,12	2	1327,06	0,15	0,8625
D E H*Densidad	7848,17	2	3924,09	0,44	0,6536
Error	88402,84	10	8840,28		
Total	128779,97	17			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=93,9601**

Error: 8840,2836 gl: 10

D E H	Medias n		
0,70	396,47	9	A
0,52	335,91	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=121,6793**

Error: 8840,2836 gl: 10

Densidad	Medias n		
65000,00	400,58	6	A
85000,00	364,08	6	A
45000,00	333,92	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=182,9373**

Error: 8840,2836 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,70	85000,00	415,71	3	A
0,70	65000,00	402,52	3	A
0,52	65000,00	398,64	3	A
0,70	45000,00	371,19	3	A
0,52	85000,00	312,44	3	A
0,52	45000,00	296,65	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Tasa de crecimiento del cultivo entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
TCC (R3-R6)	18	0,58	0,29	31,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	159022,09	7	22717,44	1,97	0,1597
D E H	4033,82	1	4033,82	0,35	0,5674
Densidad	101751,44	2	50875,72	4,41	0,0423
Bloque	41915,73	2	20957,86	1,82	0,2123
D E H*Densidad	11321,11	2	5660,55	0,49	0,6262
Error	115343,62	10	11534,36		
Total	274365,72	17			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=107,3265**

Error: 11534,3624 gl: 10

D E H	Medias n		
0,52	355,02	9	A
0,70	325,08	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=138,9890**

Error: 11534,3624 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	420,41	6	A
65000,00	360,18	6	A
45000,00	239,57	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=208,9614**

Error: 11534,3624 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,52	85000,00	454,59	3	A
0,70	85000,00	386,24	3	A
0,70	65000,00	380,63	3	A
0,52	65000,00	339,72	3	A
0,52	45000,00	270,76	3	A
0,70	45000,00	208,38	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Fracción de intercepción V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FI (V8)	18	0,31	0,00	34,18

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	7	0,01	0,65	0,7072
Densidad	0,03	2	0,02	1,42	0,2872
Distancia entre hile	1,9E-03	1	1,9E-03	0,17	0,6888
Bloque	2,8E-03	2	1,4E-03	0,12	0,8850
Densidad*Distancia entre h.	0,02	2	0,01	0,66	0,5401
Error	0,11	10	0,01		
Total	0,17	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1385**

Error: 0,0115 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	0,36	6	A
65000,00	0,32	6	A
45000,00	0,26	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1070**

Error: 0,0115 gl: 10

Distancia entre hile	Medias n		
0,70	0,32	9	A
0,52	0,30	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1385**

Error: 0,0115 gl: 10

Bloque	Medias n		
III	0,33	6	A
I	0,31	6	A
II	0,30	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2083**

Error: 0,0115 gl: 10

Densidad	Distancia entre hile	Medias n		
85000,00	0,70	0,41	3	A
65000,00	0,52	0,33	3	A
85000,00	0,52	0,31	3	A
65000,00	0,70	0,31	3	A
45000,00	0,52	0,27	3	A
45000,00	0,70	0,25	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### **Fracción de intercepción V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FI (V13)	18	0,72	0,53	6,35

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p- valor
Modelo	0,07	7	0,01	3,70	0,0308
Densidad	0,05	2	0,03	9,72	0,0045
Distancia entre hile	4,3E-03	1	4,3E-03	1,56	0,2395
Bloque	4,4E-03	2	2,2E-03	0,80	0,4751
Densidad*Distancia entre h.	0,01	2	4,5E-03	1,63	0,2436
Error	0,03	10	2,8E-03		
Total	0,10	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0681**

Error: 0,0028 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	0,89	6	A
65000,00	0,83	6	A
45000,00	0,76	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0526**

Error: 0,0028 gl: 10

Distancia entre hile	Medias n		
0,52	0,84	9	A
0,70	0,81	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0681**

Error: 0,0028 gl: 10

Bloque	Medias n		
II	0,84	6	A
III	0,84	6	A
I	0,81	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1024**

Error: 0,0028 gl: 10

Densidad	Distancia entre hile	Medias n	
85000,00	0,52	0,91	3 A
85000,00	0,70	0,87	3 A
65000,00	0,70	0,85	3 A
65000,00	0,52	0,82	3 A
45000,00	0,52	0,80	3 A
45000,00	0,70	0,72	3 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### **Fracción de intercepción R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FI (R3)	18	0,53	0,19	7,87

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,05	7	0,01	1,58	0,2457
Densidad	0,04	2	0,02	4,31	0,0447
Distancia entre hile	7,2E-04	1	7,2E-04	0,16	0,6942
Bloque	0,01	2	4,8E-03	1,08	0,3749
Densidad*Distancia entre h.	6,0E-04	2	3,0E-04	0,07	0,9345
Error	0,04	10	4,4E-03		
Total	0,09	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0861**

Error: 0,0044 gl: 10

Densidad	Medias n
85000,00	0,91 6 A
65000,00	0,82 6 B
45000,00	0,81 6 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0665**

Error: 0,0044 gl: 10

Distancia entre hile	Medias n
0,70	0,85 9 A
0,52	0,84 9 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0861**

Error: 0,0044 gl: 10

Bloque	Medias n
II	0,86 6 A
I	0,86 6 A
III	0,81 6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1294**

Error: 0,0044 gl: 10

Densidad	Distancia entre hile	Medias n
85000,00	0,70	0,91 3 A
85000,00	0,52	0,91 3 A
65000,00	0,70	0,83 3 A
45000,00	0,70	0,81 3 A
45000,00	0,52	0,80 3 A
65000,00	0,52	0,80 3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

### **Fracción de intercepción R<sub>6</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FI (R6)	18	0,92	0,86	2,31

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	7	0,01	16,35	0,0001
Densidad	0,03	2	0,02	47,17	<0,0001
Distancia entre hile	1,1E-03	1	1,1E-03	3,12	0,1078
Bloque	4,6E-03	2	2,3E-03	6,48	0,0157
Densidad*Distancia entre h.	1,4E-03	2	7,2E-04	2,04	0,1813
Error	3,5E-03	10	3,5E-04		
Total	0,04	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0244**

Error: 0,0004 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000,00	0,87	6	A
45000,00	0,79	6	B
65000,00	0,78	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0188**

Error: 0,0004 gl: 10

Distancia entre hile	Medias n		
0,70	0,82	9	A
0,52	0,81	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0244**

Error: 0,0004 gl: 10

Bloque	Medias n		
II	0,83	6	A
I	0,81	6	B
III	0,80	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0366**

Error: 0,0004 gl: 10

Densidad	Distancia entre hile	Medias n	
85000,00	0,52	0,88	3 A
85000,00	0,70	0,87	3 A
65000,00	0,70	0,80	3 B
45000,00	0,70	0,79	3 B
45000,00	0,52	0,78	3 B
65000,00	0,52	0,76	3 B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Tasa de crecimiento por planta entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>TCC/planta</b>	18	0,63	0,38	24,76

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,50	7	5,36	2,46	0,0951
D E H	4,29	1	4,29	1,98	0,1902
Densidad	29,91	2	14,96	6,88	0,0132
Bloque	1,25	2	0,63	0,29	0,7561
D E H*Densidad	2,04	2	1,02	0,47	0,6387
Error	21,74	10	2,17		
Total	59,24	17			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,4735**

Error: 2,1742 gl: 10

D	E	H	Medias n
0,70	6,44	9	A
0,52	5,47	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,9083**

Error: 2,1742 gl: 10

Densidad	Medias n
45000,00	7,42 6 A
65000,00	6,16 6 A
85000,00	4,28 6 B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,8689**

Error: 2,1742 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias n
0,70	45000,00	8,25	3	A
0,52	45000,00	6,59	3	A
0,70	65000,00	6,19	3	A
0,52	65000,00	6,13	3	A
0,70	85000,00	4,89	3	A
0,52	85000,00	3,68	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

**Lamina total de agua en S**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LAM S	18	0.58	0.29	6.62

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2806.39	7	400.91	1.98	0.1586
DEH	734.72	1	734.72	3.62	0.0862
DENS	1074.11	2	537.06	2.65	0.1195
BLOQUE	744.78	2	372.39	1.84	0.2095
DEH*DENS	252.78	2	126.39	0.62	0.5560
Error	2029.22	10	202.92		
Total	4835.61	17			

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=14.2356**

Error: 202.9222 gl: 10

DEH	Medias	n	
52.00	221.67	9	A
70.00	208.89	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=18.4352**

Error: 202.9222 gl: 10

DENS	Medias	n	
65000.00	222.83	6	A
45000.00	218.33	6	A
85000.00	204.67	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=18.4352**

Error: 202.9222 gl: 10

BLOQUE	Medias	n	
I	224.33	6	A
III	211.50	6	A
II	210.00	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=27.7162**

Error: 202.9222 gl: 10

DEH	DENS	Medias	n	
52.00	65000.00	233.67	3	A
52.00	45000.00	220.00	3	A
70.00	45000.00	216.67	3	A
70.00	65000.00	212.00	3	A
52.00	85000.00	211.33	3	A
70.00	85000.00	198.00	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### Lamina total de agua en V<sub>g</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LAM V8	18	0.71	0.50	3.06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1909.72	7	272.82	3.42	0.0388
DEH	168.06	1	168.06	2.11	0.1772
DENS	252.78	2	126.39	1.59	0.2523
BLOQUE	1302.78	2	651.39	8.17	0.0079
DEH*DENS	186.11	2	93.06	1.17	0.3503
Error	797.22	10	79.72		
Total	2706.94	17			

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=8.9228

Error: 79.7222 gl: 10

DEH	Medias	n	
70.00	295.00	9	A
52.00	288.89	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=11.5551

Error: 79.7222 gl: 10

DENS	Medias	n	
45000.00	295.00	6	A
65000.00	294.17	6	A
85000.00	286.67	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=11.5551

Error: 79.7222 gl: 10

BLOQUE	Medias	n	
I	299.17	6	A
II	296.67	6	A
III	280.00	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=17.3724

Error: 79.7222 gl: 10

DEH	DENS	Medias	n	
70.00	65000.00	301.67	3	A
52.00	45000.00	295.00	3	A
70.00	45000.00	295.00	3	A
70.00	85000.00	288.33	3	A
52.00	65000.00	286.67	3	A
52.00	85000.00	285.00	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### Lamina total de agua en V<sub>13</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LAM(V13)	18	0.41	0.00	10.60

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4204.87	7	600.70	0.97	0.4986
D E H	106.24	1	106.24	0.17	0.6870
Densidad	1993.16	2	996.58	1.61	0.2468
Bloque	875.09	2	437.54	0.71	0.5154
D E H*Densidad	1230.38	2	615.19	1.00	0.4030
Error	6173.34	10	617.33		
Total	10378.21	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=24.8296**

Error: 617.3343 gl: 10

D E H	Medias	n	
0.70	236.88	9	A
0.52	232.02	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=32.1547**

Error: 617.3343 gl: 10

Densidad	Medias	n	
45000.00	248.42	6	A
65000.00	231.91	6	A
85000.00	223.02	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=32.1547**

Error: 617.3343 gl: 10

Bloque	Medias	n	
II	242.65	6	A
III	235.09	6	A
I	225.61	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=48.3425**

Error: 617.3343 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0.52	45000.00	253.12	3	A
0.70	65000.00	245.93	3	A
0.70	45000.00	243.72	3	A
0.52	85000.00	225.05	3	A
0.70	85000.00	220.99	3	A
0.52	65000.00	217.89	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### Lamina total de agua en R<sub>3</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LAM(R3)	18	0.46	0.07	10.89

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4863.84	7	694.83	1.20	0.3855
D E H	786.19	1	786.19	1.35	0.2719
Densidad	1680.36	2	840.18	1.45	0.2810
Bloque	375.05	2	187.52	0.32	0.7316
D E H*Densidad	2022.24	2	1011.12	1.74	0.2248
Error	5813.66	10	581.37		
Total	10677.50	17			

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=24.0954

Error: 581.3655 gl: 10

D E H	Medias n		
0.52	228.00	9	A
0.70	214.78	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=31.2039

Error: 581.3655 gl: 10

Densidad	Medias n		
45000.00	232.11	6	A
85000.00	223.36	6	A
65000.00	208.69	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=31.2039

Error: 581.3655 gl: 10

Bloque	Medias n		
II	227.15	6	A
III	221.02	6	A
I	215.99	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=46.9131

Error: 581.3655 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0.52	45000.00	250.32	3	A
0.52	85000.00	232.39	3	A
0.70	65000.00	216.10	3	A
0.70	85000.00	214.33	3	A
0.70	45000.00	213.90	3	A
0.52	65000.00	201.28	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### Lamina total de agua en R<sub>6</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LAM(R6)	18	0.48	0.11	12.94

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7638.89	7	1091.27	1.30	0.3407
D E H	543.40	1	543.40	0.65	0.4396
Densidad	2338.37	2	1169.18	1.39	0.2924
Bloque	916.37	2	458.19	0.55	0.5954
D E H*Densidad	3840.75	2	1920.37	2.29	0.1518
Error	8386.36	10	838.64		
Total	16025.25	17			

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=28.9399

Error: 838.6355 gl: 10

D E H	Medias n		
0.52	229.29	9	A
0.70	218.30	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=37.4775

Error: 838.6355 gl: 10

Densidad	Medias n		
45000.00	239.73	6	A
65000.00	217.95	6	A
85000.00	213.71	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=37.4775

Error: 838.6355 gl: 10

Bloque	Medias n		
I	232.15	6	A
III	224.51	6	A
II	214.72	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=56.3451

Error: 838.6355 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0.52	45000.00	262.90	3	A
0.70	85000.00	226.31	3	A
0.52	65000.00	223.86	3	A
0.70	45000.00	216.55	3	A
0.70	65000.00	212.04	3	A
0.52	85000.00	201.11	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evapotranspiración Real entre S-V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ET Real (S-V8)	18	0.50	0.15	9.59

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1010.34	7	144.33	1.44	0.2902
D E H	4.50	1	4.50	0.04	0.8365
Densidad	343.52	2	171.76	1.71	0.2293
Bloque	115.42	2	57.71	0.58	0.5801
D E H*Densidad	546.89	2	273.45	2.73	0.1135
Error	1002.96	10	100.30		
Total	2013.29	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=10.0081**

Error: 100.2956 gl: 10

D E H	Medias n		
0.52	104.98	9	A
0.70	103.98	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=12.9606**

Error: 100.2956 gl: 10

Densidad	Medias n		
65000.00	109.79	6	A
45000.00	104.56	6	A
85000.00	99.09	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=12.9606**

Error: 100.2956 gl: 10

Bloque	Medias n		
I	108.06	6	A
II	102.83	6	A
III	102.56	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=19.4854**

Error: 100.2956 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0.52	65000.00	116.43	3	A
0.70	45000.00	111.29	3	A
0.70	65000.00	103.16	3	A
0.52	85000.00	100.69	3	A
0.52	45000.00	97.83	3	A
0.70	85000.00	97.49	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evapotranspiración Real entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ET Real (V8-V13)	18	0.43	0.03	15.82

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5315.03	7	759.29	1.07	0.4435
D E H	1228.92	1	1228.92	1.74	0.2166
Densidad	1077.51	2	538.76	0.76	0.4918
Bloque	2120.90	2	1060.45	1.50	0.2692
D E H*Densidad	887.69	2	443.85	0.63	0.5534
Error	7065.66	10	706.57		
Total	12380.69	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=26.5636**

Error: 706.5660 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.52	176.28	9	A		
0.70	159.75	9	A		

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=34.4001**

Error: 706.5660 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000.00	174.17	6	A
65000.00	172.77	6	A
45000.00	157.10	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=34.4001**

Error: 706.5660 gl: 10

Bloque	Medias	n	
I	182.41	6	A
III	165.43	6	A
II	156.20	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=51.7185**

Error: 706.5660 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.52	65000.00		190.96	3	A	
0.52	85000.00		177.13	3	A	
0.70	85000.00		171.20	3	A	
0.52	45000.00		160.74	3	A	
0.70	65000.00		154.59	3	A	
0.70	45000.00		153.47	3	A	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evapotranspiración Real entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ET Real (V13-R3)	18	0.19	0.00	31.88

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3705.45	7	529.35	0.33	0.9217
D E H	1277.15	1	1277.15	0.80	0.3918
Densidad	1999.66	2	999.83	0.63	0.5539
Bloque	180.59	2	90.29	0.06	0.9452
D E H*Densidad	248.06	2	124.03	0.08	0.9257
Error	15945.14	10	1594.51		
Total	19650.59	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=39.9047**

Error: 1594.5137 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.70	133.70	9			A
0.52	116.85	9			A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=51.6771**

Error: 1594.5137 gl: 10

Densidad	Medias	n	
65000.00	136.67	6	A
45000.00	127.90	6	A
85000.00	111.25	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=51.6771**

Error: 1594.5137 gl: 10

Bloque	Medias	n	
II	128.95	6	A
III	125.66	6	A
I	121.22	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=77.6933**

Error: 1594.5137 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.70	65000.00			141.42	3	A
0.70	45000.00			141.41	3	A
0.52	65000.00			131.91	3	A
0.70	85000.00			118.26	3	A
0.52	45000.00			114.39	3	A
0.52	85000.00			104.25	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evapotranspiración Real entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ET Real (R3-R6)	18	0.40	0.00	44.71

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7800.13	7	1114.30	0.96	0.5068
D E H	22.38	1	22.38	0.02	0.8924
Densidad	1316.55	2	658.27	0.57	0.5848
Bloque	2463.47	2	1231.73	1.06	0.3825
D E H*Densidad	3997.74	2	1998.87	1.72	0.2281
Error	11623.41	10	1162.34		
Total	19423.53	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=34.0704**

Error: 1162.3407 gl: 10

D E H	Medias n		
0.52	77.38	9	A
0.70	75.15	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=44.1215**

Error: 1162.3407 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000.00	88.32	6	A
45000.00	71.05	6	A
65000.00	69.41	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=44.1215**

Error: 1162.3407 gl: 10

Bloque	Medias n		
II	91.10	6	A
III	75.18	6	A
I	62.50	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=66.3340**

Error: 1162.3407 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0.52	85000.00	109.95	3	A
0.70	65000.00	82.73	3	A
0.70	45000.00	76.02	3	A
0.70	85000.00	66.69	3	A
0.52	45000.00	66.08	3	A
0.52	65000.00	56.09	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Transpiración entre S-V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T (S-V <sub>8</sub> )	18	0.36	0.00	27.53

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	448.32	7	64.05	0.81	0.5994
D E H	2.27	1	2.27	0.03	0.8690
Densidad	256.58	2	128.29	1.62	0.2457
Bloque	37.65	2	18.83	0.24	0.7927
D E H*Densidad	151.83	2	75.91	0.96	0.4160
Error	791.78	10	79.18		
Total	1240.11	17			

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=8.8923**

Error: 79.1785 gl: 10

D E H	Medias n
0.70	32.68 9 A
0.52	31.97 9 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=11.5156**

Error: 79.1785 gl: 10

Densidad	Medias n
85000.00	35.26 6 A
65000.00	34.72 6 A
45000.00	27.00 6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=11.5156**

Error: 79.1785 gl: 10

Bloque	Medias n
I	34.07 6 A
III	32.37 6 A
II	30.53 6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=17.3130**

Error: 79.1785 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n
0.70	85000.00	38.83 3 A
0.52	65000.00	38.19 3 A
0.52	85000.00	31.70 3 A
0.70	65000.00	31.25 3 A
0.70	45000.00	27.97 3 A
0.52	45000.00	26.02 3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Transpiración entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T (V8-V13)	18	0.51	0.16	21.09

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4251.94	7	607.42	1.47	0.2803
D E H	425.25	1	425.25	1.03	0.3344
Densidad	2826.67	2	1413.33	3.42	0.0739
Bloque	569.47	2	284.73	0.69	0.5245
D E H*Densidad	430.56	2	215.28	0.52	0.6094
Error	4134.30	10	413.43		
Total	8386.24	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=20.3194**

Error: 413.4299 gl: 10

D E H	Medias n		
0.52	101.29	9	A
0.70	91.56	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=26.3139**

Error: 413.4299 gl: 10

Densidad	Medias n		
85000.00	110.17	6	A
65000.00	99.24	6	A
45000.00	79.86	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=26.3139**

Error: 413.4299 gl: 10

Bloque	Medias n		
I	102.21	6	A
III	98.26	6	A
II	88.81	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=39.5613**

Error: 413.4299 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0.70	85000.00	111.66	3	A
0.52	65000.00	109.65	3	A
0.52	85000.00	108.68	3	A
0.70	65000.00	88.84	3	A
0.52	45000.00	85.53	3	A
0.70	45000.00	74.20	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Transpiración entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T (V13-R3)	18	0.09	0.00	36.15

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1494.68	7	213.53	0.15	0.9905
D E H	721.11	1	721.11	0.50	0.4949
Densidad	617.61	2	308.81	0.21	0.8103
Bloque	117.26	2	58.63	0.04	0.9602
D E H*Densidad	38.70	2	19.35	0.01	0.9866
Error	14369.81	10	1436.98		
Total	15864.49	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=37.8822**

Error: 1436.9807 gl: 10

D E H	Medias n	
0.70	111.19	9 A
0.52	98.53	9 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=49.0579**

Error: 1436.9807 gl: 10

Densidad	Medias n	
65000.00	113.14	6 A
45000.00	100.98	6 A
85000.00	100.46	6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=49.0579**

Error: 1436.9807 gl: 10

Bloque	Medias n	
II	108.39	6 A
III	103.75	6 A
I	102.44	6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=73.7556**

Error: 1436.9807 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n	
0.70	65000.00	118.75	3 A
0.70	45000.00	109.36	3 A
0.52	65000.00	107.53	3 A
0.70	85000.00	105.46	3 A
0.52	85000.00	95.45	3 A
0.52	45000.00	92.61	3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### Transpiración entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T (R3-R6)	18	0.48	0.11	44.58

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7380.16	7	1054.31	1.30	0.3419
D E H	34.72	1	34.72	0.04	0.8403
Densidad	2020.50	2	1010.25	1.24	0.3293
Bloque	2178.97	2	1089.48	1.34	0.3047
D E H*Densidad	3145.97	2	1572.98	1.94	0.1946
Error	8121.72	10	812.17		
Total	15501.88	17			

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=28.4796

Error: 812.1716 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.52	65.32	9	A		
0.70	62.54	9	A		

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=36.8814

Error: 812.1716 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000.00	78.86	6	A
45000.00	57.58	6	A
65000.00	55.36	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=36.8814

Error: 812.1716 gl: 10

Bloque	Medias	n	
II	78.45	6	A
III	61.52	6	A
I	51.83	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=55.4489

Error: 812.1716 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.52	85000.00			98.43	3	A
0.70	65000.00			66.84	3	A
0.70	45000.00			61.50	3	A
0.70	85000.00			59.29	3	A
0.52	45000.00			53.66	3	A
0.52	65000.00			43.88	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evaporación directa del suelo entre S-V<sub>8</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
E (S-V <sub>8</sub> )	18	0.35	0.00	19.66

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1105.37	7	157.91	0.78	0.6154
D E H	13.16	1	13.16	0.07	0.8034
Densidad	642.66	2	321.33	1.60	0.2502
Bloque	43.53	2	21.77	0.11	0.8985
D E H*Densidad	406.02	2	203.01	1.01	0.3990
Error	2012.59	10	201.26		
Total	3117.96	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=14.1771**

Error: 201.2591 gl: 10

D E H	Medias	n	
0.52	73.01	9	A
0.70	71.30	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=18.3595**

Error: 201.2591 gl: 10

Densidad	Medias	n	
45000.00	77.57	6	A
65000.00	75.08	6	A
85000.00	63.83	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=18.3595**

Error: 201.2591 gl: 10

Bloque	Medias	n	
I	73.99	6	A
II	72.30	6	A
III	70.19	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=27.6024**

Error: 201.2591 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0.70	45000.00	83.33	3	A
0.52	65000.00	78.24	3	A
0.70	65000.00	71.91	3	A
0.52	45000.00	71.80	3	A
0.52	85000.00	68.99	3	A
0.70	85000.00	58.67	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evaporación directa del suelo entre V<sub>8</sub>-V<sub>13</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
E (V8-V13)	18	0.48	0.11	19.26

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1733.48	7	247.64	1.30	0.3399
D E H	208.28	1	208.28	1.10	0.3198
Densidad	559.69	2	279.85	1.47	0.2751
Bloque	667.08	2	333.54	1.76	0.2222
D E H*Densidad	298.43	2	149.21	0.79	0.4822
Error	1900.28	10	190.03		
Total	3633.77	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=13.7759**

Error: 190.0284 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.52	74.99	9			A
0.70	68.19	9			A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=17.8399**

Error: 190.0284 gl: 10

Densidad	Medias	n	
45000.00	77.24	6	A
65000.00	73.53	6	A
85000.00	64.00	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=17.8399**

Error: 190.0284 gl: 10

Bloque	Medias	n	
I	80.20	6	A
II	67.40	6	A
III	67.17	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=26.8212**

Error: 190.0284 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.52	65000.00			81.30	3	A
0.70	45000.00			79.27	3	A
0.52	45000.00			75.21	3	A
0.52	85000.00			68.46	3	A
0.70	65000.00			65.76	3	A
0.70	85000.00			59.54	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Evaporación directa del suelo entre V<sub>13</sub>-R<sub>3</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
E (V13-R3)	18	0.78	0.63	26.71

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1083.22	7	154.75	5.21	0.0100
D E H	79.00	1	79.00	2.66	0.1341
Densidad	866.86	2	433.43	14.58	0.0011
Bloque	29.45	2	14.73	0.50	0.6235
D E H*Densidad	107.90	2	53.95	1.82	0.2126
Error	297.22	10	29.72		
Total	1380.44	17			

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=5.4482**

Error: 29.7220 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.70	22.51	9	A		
0.52	18.32	9	A		

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=7.0554**

Error: 29.7220 gl: 10

Densidad	Medias	n	
45000.00	26.92	6	A
65000.00	23.53	6	A
85000.00	10.80	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=7.0554**

Error: 29.7220 gl: 10

Bloque	Medias	n	
III	21.90	6	A
II	20.56	6	A
I	18.78	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

**Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=10.6074**

Error: 29.7220 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.70	45000.00	32.06	3	A		
0.52	65000.00	24.38	3	A		
0.70	65000.00	22.67	3	A		
0.52	45000.00	21.78	3	A		
0.70	85000.00	12.80	3		B	
0.52	85000.00	8.80	3		B	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

### **Evaporación directa del suelo entre R<sub>3</sub>-R<sub>6</sub>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
E (R3-R6)	18	0.27	0.00	52.55

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	155.48	7	22.21	0.53	0.7946
D E H	1.33	1	1.33	0.03	0.8624
Densidad	75.14	2	37.57	0.90	0.4389
Bloque	27.82	2	13.91	0.33	0.7255
D E H*Densidad	51.18	2	25.59	0.61	0.5625
Error	419.75	10	41.98		
Total	575.23	17			

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=6.4745**

Error: 41.9751 gl: 10

D	E	H	Medias	n	
0.70	12.60	9	A		
0.52	12.06	9	A		

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=8.3845**

Error: 41.9751 gl: 10

Densidad	Medias	n	
65000.00	14.05	6	A
45000.00	13.47	6	A
85000.00	9.46	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=8.3845**

Error: 41.9751 gl: 10

Bloque	Medias	n	
III	13.67	6	A
II	12.65	6	A
I	10.67	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

#### **Test:DGC Alfa:=0.05 PCALT:=12.6056**

Error: 41.9751 gl: 10

D	E	H	Densidad	Medias	n	
0.70	65000.00			15.89	3	A
0.70	45000.00			14.52	3	A
0.52	45000.00			12.43	3	A
0.52	65000.00			12.21	3	A
0.52	85000.00			11.53	3	A
0.70	85000.00			7.39	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

## Rendimiento

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rto	18	0,79	0,65	7,04

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47010893,70	7	6715841,96	5,45	0,0085
D E H	14839643,77	1	14839643,77	12,05	0,0060
Densidad	29831615,58	2	14915807,79	12,11	0,0021
Bloque	326677,53	2	163338,77	0,13	0,8773
D E H*Densidad	2012956,82	2	1006478,41	0,82	0,4691
Error	12314225,72	10	1231422,57		
Total	59325119,42	17			

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1108,9546

Error: 1231422,5717 gl: 10

D E H	Medias	n	
0,52	16675,28	9	A
0,70	14859,32	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1436,1083

Error: 1231422,5717 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	17102,80	6	A
65000,00	16171,14	6	A
45000,00	14027,97	6	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2159,1004

Error: 1231422,5717 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,52	85000,00	18408,60	3	A
0,52	65000,00	17101,68	3	A
0,70	85000,00	15797,00	3	B
0,70	65000,00	15240,61	3	B
0,52	45000,00	14515,56	3	B
0,70	45000,00	13540,37	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### Número de granos por m<sup>-2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ngra/m2	18	0,86	0,75	8,60

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10748836,56	7	1535548,08	8,44	0,0016
D E H	3326480,22	1	3326480,22	18,29	0,0016
Densidad	6290619,11	2	3145309,56	17,29	0,0006
Bloque	508518,11	2	254259,06	1,40	0,2916
D E H*Densidad	623219,11	2	311609,56	1,71	0,2292
Error	1819077,22	10	181907,72		
Total	12567913,78	17			

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=426,2219

Error: 181907,7222 gl: 10

D E H	Medias	n	
0,52	5388,00	9	A
0,70	4528,22	9	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=551,9620

Error: 181907,7222 gl: 10

Densidad	Medias	n	
85000,00	5691,67	6	A
65000,00	4938,67	6	B
45000,00	4244,00	6	C

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=829,8409

Error: 181907,7222 gl: 10

D E H	Densidad	Medias	n	
0,52	85000,00	6374,00	3	A
0,52	65000,00	5306,67	3	B
0,70	85000,00	5009,33	3	B
0,70	65000,00	4570,67	3	B
0,52	45000,00	4483,33	3	B
0,70	45000,00	4004,67	3	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

### **Peso de 1000 granos**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso 1000	18	0,41	0,00	9,02

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5793,06	7	827,58	0,99	0,4915
D E H	1168,06	1	1168,06	1,39	0,2655
Densidad	2986,11	2	1493,06	1,78	0,2184
Bloque	1386,11	2	693,06	0,83	0,4658
D E H*Densidad	252,78	2	126,39	0,15	0,8622
Error	8397,22	10	839,72		
Total	14190,28	17			

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=28,9586**

Error: 839,7222 gl: 10

D E H	Medias n		
0,70	329,44	9	A
0,52	313,33	9	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=37,5017**

Error: 839,7222 gl: 10

Densidad	Medias n		
45000,00	332,50	6	A
65000,00	328,33	6	A
85000,00	303,33	6	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

#### **Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=56,3816**

Error: 839,7222 gl: 10

D E H	Densidad	Medias n		
0,70	45000,00	338,33	3	A
0,70	65000,00	333,33	3	A
0,52	45000,00	326,67	3	A
0,52	65000,00	323,33	3	A
0,70	85000,00	316,67	3	A
0,52	85000,00	290,00	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)

## Índice de cosecha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
IC	18	0,55	0,23	15,48

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	7	0,01	1,75	0,2047
D E H	0,02	1	0,02	2,56	0,1406
Densidad	0,06	2	0,03	3,30	0,0793
Bloque	0,02	2	0,01	1,12	0,3647
D E H*Densidad	0,01	2	3,4E-03	0,41	0,6752
Error	0,08	10	0,01		
Total	0,19	17			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0912**

Error: 0,0083 gl: 10

D E H Medias n

0,52 0,62 9 A

0,70 0,56 9 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1182**

Error: 0,0083 gl: 10

Densidad Medias n

45000,00 0,67 6 A

65000,00 0,57 6 A

85000,00 0,53 6 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,1777**

Error: 0,0083 gl: 10

D E H Densidad Medias n

0,52 45000,00 0,67 3 A

0,70 45000,00 0,66 3 A

0,52 65000,00 0,63 3 A

0,52 85000,00 0,57 3 A

0,70 65000,00 0,52 3 A

0,70 85000,00 0,49 3 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)