



**Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Agronomía y Veterinaria**

CERTIFICADO DE APROBACION

Título Del Trabajo Final:

**PRODUCCION DE UN CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays*) BAJO
DIFERENTES TECNICAS DE MANEJO**

Autor: FERNANDO LUIS GIACCONE

Director: Ing. Agr. RICARDO MATTANA

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

Fecha de Presentación: ____ / _____ / _____

Aprobado por Secretaria Académica: ____ / _____ / _____



AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mis padres Raúl Guillermo Giaccone y Nilda Mabel Ferrero, por su gran apoyo en estos años de estudio.

A mi director y co-director de tesis, que sin ellos no hubiese sido posible realizar este trabajo.

A los evaluadores Gabriel Esposito y Jorge Gonzalez.

Ami compañero Renzo Gullino que colaboro con el ensayo.

Al laboratorio de Hidrología de la U.N.R.C en especial a Javier Schmalz.





INDICE GENERAL

Certificado de Aprobación	I
Dedicatoria y Agradecimientos	II
Índice	III
Resumen	V
Summary	VI
Introducción	1
Objetivos	4
Materiales y métodos	4
Resultados y Discusiones	10
Conclusiones	15
Bibliografía	16
Anexos	18



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Unidades Ambientales del Departamento de Rio Cuarto.....	4
Figura 2. Precipitación (valores medios normales, serie 1974-1993 y valores del ciclo del cultivo 2012-2013).....	5
Figura 3. Evapotranspiración potencial para Rio Cuarto	5
Figura 4. Figura ilustrativa del tratamiento de riego T ₁	7
Figura 5. Figura ilustrativa del tratamiento de riego T ₂	7
Figura 6. Equipo de riego en la parcela de trabajo	9

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis químico del suelo del ensayo	6
Cuadro 2. Parámetros físicos del suelo	6
Cuadro 3. Láminas de agua aplicadas (R, mm), precipitación efectiva y Evapotranspiración del cultivo (Etc., mm).....	11
Cuadro 4. Tratamientos realizados en el ensayo.....	11
Cuadro 5. Rendimiento (kg.ha ⁻¹) y sus componentes.....	12
Cuadro 6. Análisis estadístico de la producción (Rendimiento promedio).....	13
Cuadro 7. Eficiencia del uso de agua	14

ANEXOS

Cuadro 8. Rangos prefijados de precipitación efectiva (Doorenbus y Pruitt, 1977).....	18
Cuadro 9. Datos climáticos de la Estación Meteorológica de la F.A.V.....	18
Cuadro 10. Componentes para calcular el Número de Granos m ⁻² (N° Hileras/Espiga; Granos/Hilera; Granos/Espiga).....	19
Cuadro 11. Análisis estadístico del Rendimiento.....	20
Cuadro 12. Análisis estadístico de la Eficiencia del uso de agua.....	21



RESUMEN

En este trabajo se analizó como fueron afectados los componentes del rendimiento en grano del cultivo de maíz (*Zea mays*) con una adecuada programación de riego complementario, dos densidades de siembra y diferentes fuentes de fertilización nitrogenada en el estadio fenológico V6. La experiencia se desarrolló en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto durante el ciclo 2012/2013, disponiendo de la información climática de la Estación Meteorológica instalada en el lugar. Se utilizó un diseño estadístico en parcelas sub subdivididas con tres repeticiones, cuyos tratamientos fueron: **T₁**, partiendo desde capacidad de campo, se regó durante todo el ciclo del cultivo, aplicando la lámina necesaria para llevar la humedad del suelo a capacidad de campo cuando se consumían 25 mm; **T₂**, partiendo desde capacidad campo, se regó durante todo el ciclo con una lámina de 25 mm cada vez que se alcanzaba el umbral de riego correspondiente. Las láminas aplicadas a los tratamientos de riego fueron de 175 mm y 100 mm respectivamente. La precipitación ocurrida en el ciclo fue de 571 mm. Las densidades de siembra utilizadas fueron de 93.000 semillas ha⁻¹ y 113.000 semillas ha⁻¹ y se realizó una fertilización nitrogenada en el estadio fenológico V6 con dos fuentes distintas, una líquida (UAN) y otra sólida (UREA), aplicadas en dosis iguales. Los resultados de esta experiencia, demuestran una respuesta significativa al riego del **T₁** en interacción con la densidad de 93.000 semillas ha⁻¹, con una producción de grano promedio de 17.811 kg ha⁻¹, mientras que para el mismo tratamiento con la densidad de 113.000 semillas ha⁻¹ se obtuvo un valor de 15.281,66 kg ha⁻¹, en cuanto a las fuentes de fertilización no se observaron diferencias significativas. En cuanto a la eficiencia del uso de agua no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos.



SUMMARY

In this work corn grain yield components were evaluated with appropriate supplemental irrigation scheduling, two densities and different sources of nitrogen fertilization on the phenological stage V6. The experience was developed in the Experimental Field of the National University of Rio Cuarto during the 2012/2013 cycle, providing climate information Weather Station installed on site. A split plot design was used, with three replications, whose treatments were: T1, starting from field capacity is rego throughout the crop cycle, applying the sheet needed to bring the soil moisture at field capacity when consumed 25 mm; T2, starting from capacity field, rego throughout the cycle with a sheet of 25 mm each time the threshold for irrigation was reached. The sheets applied to irrigation treatments were 175 mm and 100 mm respectively. The precipitation in the cycle was 556 mm. Stocking densities used were 93,000 seeds ha⁻¹ and 113,000 seeds ha⁻¹ and nitrogen fertilization on the phenological stage V6 with two liquid (UAN) different sources, and a solid (UREA) applied in equal doses was performed. The results of this experience show a significant response to irrigation T1 interacting with the density of 93,000 seeds ha⁻¹ with a grain production averaged 17,811 kg ha⁻¹, while for the same treatment with the density of 113,000 seeds ha⁻¹ a value of 15281.66 kg ha⁻¹ obtained in terms of the sources of fertilization, no significant differences were observed. As for the efficiency of water use, no statistically significant differences between treatments were evident.



INTRODUCCION

El maíz es una planta originaria del continente americano y se ha cultivado en el mismo desde hace unos 10.000 años, destacando su importancia como alimento. Pertenece a la familia de las Poáceas y su nombre científico es *Zea mays* L.

En lo que respecta a la producción de maíz, en Argentina, representa en la actualidad el 25 % de los cuatro principales cultivos, tuvo un desarrollo sostenido en la última década aunque con ciertos altibajos productivos debido a adversidades climáticas en algunos ciclos, alcanzando ocasionalmente 3.000.000 ha (Ghida Daza, 2011).

La planta de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa, de una semilla que pesa alrededor de 300 mg se obtiene, en un lapso de 2,5 meses, una planta de más de 2 metros de altura y de alrededor de 70 dm² de área foliar. A los 4,5 meses la planta puede alcanzar, en condiciones adecuadas de cultivo, un peso seco 1.000 veces superior a la semilla que le dio origen. Alrededor de la mitad de ese peso corresponde a órganos reproductivos, lo que lo transforma en uno de los cultivos de mayor rendimiento en grano por unidad de superficie. La alta capacidad de producción se debe, entre otros factores, a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura de cultivo (Lorenzatti, 2002).

En un sistema de producción agrícola, se deben tener en cuenta factores del suelo, de la atmósfera y de la planta, que interactúan entre sí en forma directa e indirecta sobre el cultivo. Sin embargo, el agua fue identificada desde hace tiempo como el factor que más incide en la producción de alimentos en todo el mundo. En este sentido se manifiesta la necesidad de usar inteligentemente el riego, que toma importancia cuando las lluvias son insuficientes para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración (Allen *et al.*, 1998).

El agregado de tecnología permite obtener mayores niveles de respuesta en los rendimientos (Lorenzatti, 2002). La siembra directa proporciona una mayor eficiencia en el uso del agua y no solo permite maximizar rendimientos, sino que también aumenta la estabilidad de la producción.

El agua es un elemento esencial para la vida de las plantas, determinante de su desarrollo y principal medio de transporte de las sustancias nutritivas que toma del suelo.

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. (Vega y Andrade, 2000).



La tasa de crecimiento por planta depende de numerosos factores, como la densidad de siembra, la temperatura, los niveles de radiación, la disponibilidad de agua y nutrientes y el genotipo. Sin deficiencias hídricas y/o nutricionales, el número de granos fijado por planta se relaciona con la tasa de crecimiento por planta en el período que rodea a la floración (Maddoni *et al.*, 2003).

La elección de la fecha de siembra es uno de los parámetros más importantes en el cultivo de maíz, el objetivo principal debe ser ubicar el período crítico del cultivo en el momento de mayor oferta de radiación solar ya que tiene un importante impacto en el rendimiento. Para la zona de Río Cuarto esa fecha óptima de siembra se ubica hacia fines de septiembre y primera semana de octubre, llevando de esta forma el periodo crítico del cultivo entre el 15 de diciembre y el 15 de enero (Esposito *et al.*, 2012).

El riego complementario, constituye una tecnología que permite no solo aumentar la producción, sino también disminuir la acentuada variabilidad interanual de los rendimientos (Salinas, 2004).

La demanda de agua por el cultivo de maíz es relativamente baja los primeros 20 días, a partir de los cuales comienzan a incrementarse sus requerimientos diarios, siendo máxima en plena floración. El mayor impacto por carencia de agua, se produce en el período reproductivo, es decir entre los 20 días antes de la floración y los 30 días posteriores, pues es el momento en el cual se define el número de granos por planta (Belkis *et al.*, 2011; Çakir, 2004). Se ha comprobado que un estrés hídrico en floración reduce la eficiencia de conversión en biomasa de la radiación interceptada, y la partición de materia seca a espigas. Como consecuencia, aumenta el aborto de estructuras reproductivas y disminuye la producción final de granos (Andrade, 1996).

La aplicación del riego complementario en diferentes zonas del mundo no sólo ha producido incrementos significativos de rendimientos, sino que también ofrece cierta estabilidad a la producción agropecuaria (Belkis *et al.*, 2011).

El objetivo del riego, es aplicar el agua uniformemente sobre el suelo en cantidad y momento adecuados, para lo cual es imprescindible conocer las características morfológicas y fisiológicas del cultivo, las características físicas del suelo y las condiciones climáticas de la zona, evitándose así deficiencias hídricas, lo que hace posible mantener el rendimiento a niveles óptimos, siempre que los demás factores no sean limitantes. No obstante el empleo del riego requiere el uso adecuado de medidas de manejo y no siempre resulta económicamente viable (Marozzi *et al.*, 2005).

Otro factor básico en la producción de maíz es la fertilización, la cual es una tecnología importante en siembra directa, ya que al ser un cultivo de alto potencial de rendimiento demanda una abundante provisión de nutrientes, sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos. Los nutrientes que limitan en mayor medida la



productividad del cultivo en la Región Pampeana son el nitrógeno, el fósforo y más recientemente el azufre (Pedrol *et al*, 2004).

Se debe tener en cuenta que la nutrición debe ser balanceada, evitando generar deficiencias de nutrientes por manejo. Un claro ejemplo de esto es la acción antagonista del fósforo con el zinc. Al aplicar grandes cantidades de Fósforo se produce antagonismo con este nutriente que puede generar deficiencias inducidas. En relación al manejo del Nitrógeno, se debe considerar que un aumento en la densidad de siembra implica una mayor demanda nutricional y que en la medida en que se aumente la densidad se deberá incrementar la provisión de Nitrógeno, la dosis debería ser optimizada haciendo aplicaciones a partir de V6 y en estadios más avanzados mediante fertirriego, para asegurar una buena provisión de N incluso durante el llenado de grano. A su vez, estas dosis deben ser acompañadas por aportes de S, dado el sinergismo encontrado entre estos dos nutrientes (Espósito *et al*, 2012).

En la producción de granos tanto la fertilización como el riego son dos prácticas fundamentales para el incremento de los rendimientos (Pedrol *et al*, 2004).

Salvagiotti *et al*, (2003) encontraron diferencias significativas en el rendimiento promedio y en sus componentes según el nivel hídrico, el riego incrementó significativamente el rendimiento final en granos, en un 28.5% y sus componentes numéricos. Estas diferencias estarían explicadas porque en secano hubo una menor utilización de los nutrientes aportados, una mayor senescencia foliar, menor cantidad de órganos fotosintéticamente activos, lo que generó una reducción en la disponibilidad de asimilados por grano.

Las eficiencias en el uso de agua presentaron diferencias (estadísticamente significativas) entre dosis de N, en secano las mayores eficiencias se obtuvieron con las dosis de 120, 180 y 240 kg ha⁻¹ de N; en cambio bajo riego se lograron con las dosis de 180 y 240 kg ha⁻¹ de N. La eficiencia en el uso del agua responde en forma positiva al incremento de N, este tipo de respuestas son esperables ya que con una mayor disponibilidad de agua se impacta de manera positiva tanto en la tasa de crecimiento del cultivo, y en la disponibilidad de nutrientes, producción de nitratos por mineralización, y posterior mejora en la absorción de nutrientes por el cultivo (Maddonni *et al*, 2003).

El interés en la relación entre la producción de biomasa y granos y la eficiencia en el uso del agua se incrementa debido a la escasez y costos crecientes del agua de riego, en muchos sistemas de producción tanto el agua como el nitrógeno son limitantes para el cultivo del maíz (Cox *et al*, 1993); por lo tanto, la optimización de ambos insumos producirán tanto rendimientos como resultados económicos aceptables.

El propósito de este trabajo es verificar las ventajas de una adecuada programación de riego complementario, densidad de siembra y fertilización nitrogenada, que permita alcanzar una mayor producción de granos del cultivo de maíz bajo riego en la región de Río

Cuarto para asegurar una producción constante y lograr un manejo racional del recurso hídrico en un marco agrícola sustentable.

OBJETIVOS

- Evaluar los efectos de las diferentes programaciones de riego sobre el rendimiento en grano y sus componentes en un cultivo de maíz, sembrado con dos densidades diferentes y con dos fuentes de nitrógeno en la refertilización.
- Determinar la eficiencia del uso del agua para cada tratamiento.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia se desarrolló en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, situado sobre Ruta 36, km 601, Río Cuarto. Su ubicación geográfica es 33° 07'S, 64° 14'O y a 421 msnm.

El departamento de Río Cuarto está conformado por cuatro grandes Unidades Ambientales, ubicándose Río Cuarto en la Llanura Subhúmeda bien drenada, con suelos, en su mayoría, Hapludoles típicos, sin problemas de drenaje interno o externo, caracterizándose por un relieve plano, con pendientes menores al 2%, y bien desarrollados, sobre materiales loésicos, franco-arenosos (Cantero *et al.*, 1998).

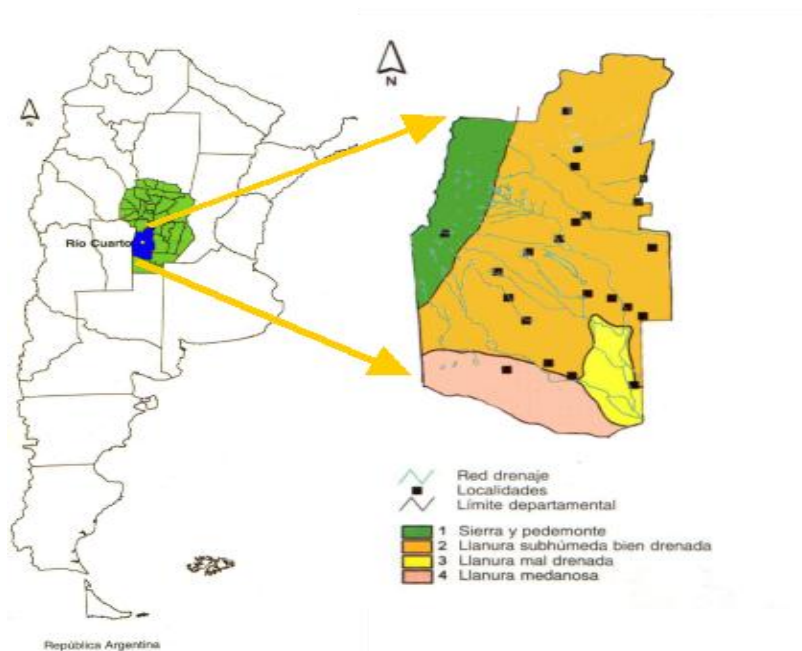


Figura 1: Unidades Ambientales del Departamento de Río Cuarto (Cantero *et al* 1998)



El clima es templado-subhúmedo, con una media anual de precipitaciones de 805,1 mm (serie 1974-1994), concentrándose entre los meses de octubre y abril.

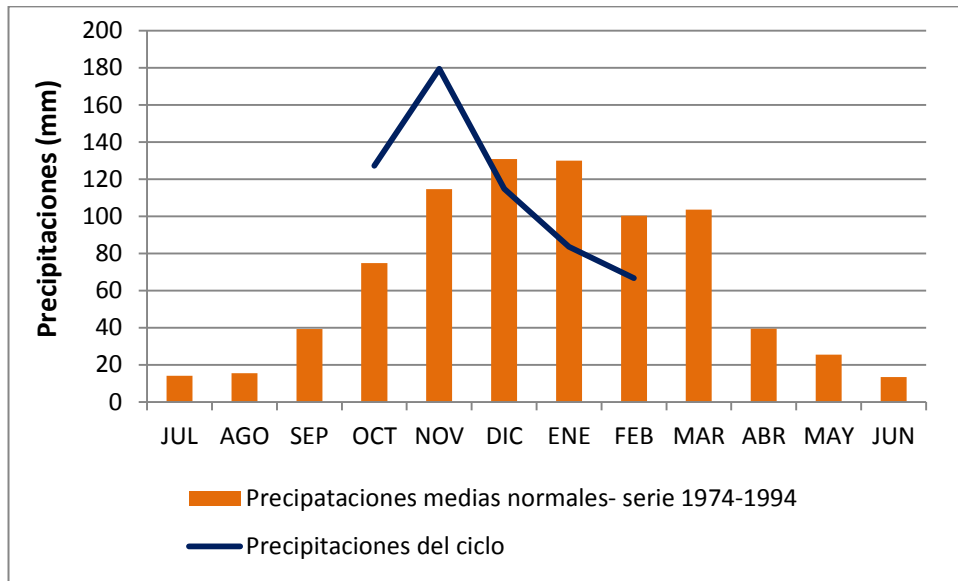


Figura 2: Precipitación (valores medios normales, serie 1974-1994 y valores del ciclo del cultivo 2012-2013)

El régimen térmico es templado-mesotermal, caracterizado por una temperatura media anual de 16,5°C, con máxima media para el mes más cálido (enero) de 29°C y una mínima media de 3°C para el mes más frío (julio). El periodo medio libre de heladas es de 255,7 días, la fecha media de la primera helada es el 25 de mayo ($\pm 14,3$ días) y de la última el 12 de septiembre con una desviación de $\pm 20,3$ días. La velocidad del viento, factor importante en la evapotranspiración de los cultivos, oscila entre 3,8 m seg^{-1} y 5,5 m seg^{-1} (Seiler *et al.*, 1995). La evapotranspiración potencial para el periodo 1974-1993 es la representada en la Figura 3, observándose que la mayor evapotranspiración coincide con el periodo crítico del cultivo de maíz (diciembre-enero).

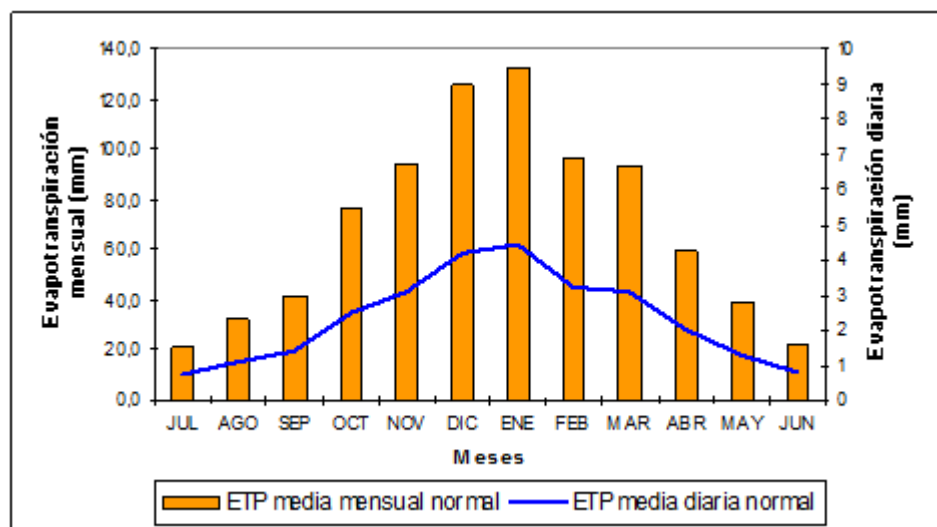


Figura 3: Evapotranspiración potencial para Rio Cuarto (Seiler *et al.* 1995)



Se realizó un análisis físico-químico de suelo a los fines de establecer los requerimientos de fertilización (Cuadro 1). Además se determinaron los parámetros edáficos relacionados con el agua del suelo, capacidad de campo (W_c), punto de marchitez permanente (W_m) y densidad aparente (D_a) en cada horizonte del perfil del suelo (Cuadro 2).

Cuadro 1: Análisis químico del suelo del ensayo.

Prof. Horiz. (mm)	P (ppm)	N-NO-3 (ppm)	NO-3 (ppm)
0 - 50	34	14,1	62,46
51 - 200	29	13,7	60,69
201 - 360		14	62,02
361 - 600		9,3	41,2

P (ppm) se realizó por el método de Bray y Kurtz.

N-NO₃ (ppm) se realizó por el método de reducción por cadmio

Cuadro 2: Parámetros físicos del suelo

Horizontes	Prof. (Cm)	Densidad Aparente (PEA) $g.cm^{-3}$	Humedad a Cap. de Campo ($g.g^{-1}$)	Humedad a Punto de Marchitez ($g.g^{-1}$)	Lámina en W_c (mm)	Lámina en W_m (mm)
Ap1	0-5	1,3	21,53	9,33	13,99	6,06
Ap2	5-14	1,32	20,23	8,97	24,03	10,66
Ad	14-22	1,40	19,05	9,15	21,34	10,25
Bw1	22-35	1,39	19,70	9,14	35,60	16,52
Bw2	35-49	1,28	18,15	9,09	32,54	16,29
BC	49-66	1,30	16,77	8,21	37,06	18,14
C	66-82	1,29	16,52	7,42	34,10	15,31
Ck	82-100	1,30	16,65	7,48	38,96	17,50
					237,63	110,73

Siendo: W_c : Contenido hídrico a capacidad de campo

W_m : Contenido hídrico a marchitez permanente

Agua útil: 126.90 mm/m (237,62-110,73)

La siembra del cultivo se realizó el 12 de octubre de 2012, con densidades de 93.000 semillas ha^{-1} y 113.000 semillas ha^{-1} , y un distanciamiento entre hileras de 0,525 m,

utilizando un híbrido simple de LA TIJERETA (632 MGRR 2). Con una fertilización a la siembra de 82 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico. La germinación del cultivo ocurrió el 21 de Octubre, en post emergencia se realizó una aplicación de glifosato con una dosis de 2 kg ha⁻¹. En el estadio fenológico V6 se hizo una re fertilización con una fuente líquida (UAN) y una fuente sólida (UREA), aplicándole el equivalente a 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Las dosis de fertilización se determinaron analizando lo que aportaba el suelo y lo que necesitaba el cultivo para producir una tonelada de grano.

El diseño experimental será de parcelas sub subdivididas con 3 factores:

- Factor 1: Riego con 2 niveles.
- Factor 2: Densidad de siembra con 2 niveles.
- Factor 3: Fertilización con 2 fuentes de N, Urea y UAN.

Se realizaron 3 repeticiones para cada tratamiento.

Las parcelas experimentales tuvieron una dimensión de 9 m de ancho por 18 m de largo, haciendo un total de 40 m de ancho y 110 m de largo en toda la parcela, aplicándose los siguientes tratamientos:

Los tratamientos de riego fueron:

T₁: Partiendo desde capacidad de campo, se riega durante todo el ciclo del cultivo, aplicando la lámina necesaria para llevar la humedad del suelo a capacidad de campo cuando se consuman 25 mm, siempre y cuando en el pronóstico extendido de 72 horas brindado por el Servicio Meteorológico Nacional no indique lluvias. En caso de no ocurrencia de éstas se aplica la lámina correspondiente.

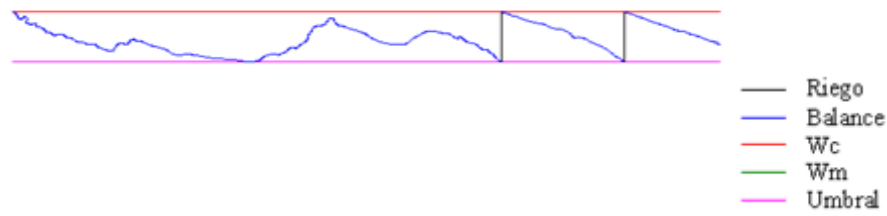


Figura 4: Figura ilustrativa del tratamiento de riego T₁.

T₂: Partiendo desde capacidad de campo, se riega durante todo el ciclo del cultivo con una lámina de 25 mm, cada vez que se alcance el umbral de riego correspondiente. Salvo que el pronóstico previese precipitaciones con 72 horas de antelación.

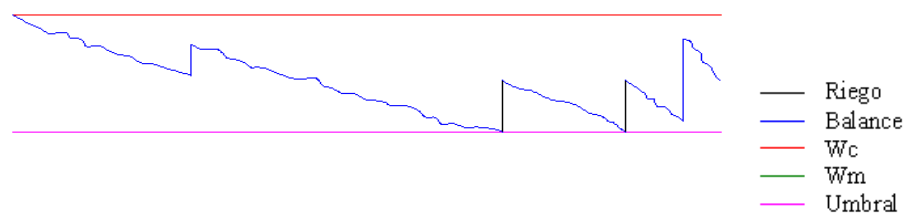


Figura 5: Figura ilustrativa del tratamiento de riego T₂.



El umbral de riego a considerar es cuando se produzca el agotamiento del agua realmente disponible, que es una proporción (p) del agua totalmente disponible, de acuerdo a la metodología brindada por FAO (Allen, *et al.*, 1998).

Para maíz:

$$p = 0.55 + 0.04(5 - ETc)$$

Dónde:

ETc = evapotranspiración del cultivo (mm) ($ETc = ETo \times Kc$)

ETo = evapotranspiración del cultivo de referencia (mm)

Kc = coeficiente de cultivo, determinado por tabla FAO.

La determinación del momento de riego se realizó teniendo en cuenta el pronóstico del tiempo con 72 horas de antelación y mediante un balance del agua en el suelo, regando cuando el mismo determinaba el nivel de agotamiento permisible, aportándose la cantidad de agua que se determina en los distintos tratamientos. El balance semanal expresado en términos de agotamiento del agua en el suelo al final de cada semana es:

$$Dri = Dri-1 - Pi - Ri + ETci + Ppi$$

Dónde:

Dri: Agotamiento al final de la semana i (mm)

Dri-1: Agotamiento al final de la semana $i-1$ (mm)

Pi: Precipitación efectiva de la semana i (mm)

Ri: Riego de la semana i (mm)

Etc i : Evapotranspiración del cultivo en la semana i (mm)

Ppi: Percolación profunda en la semana i (mm)

El Dri-1 en el inicio del balance se consideró como el agotamiento producido debido a la humedad inicial del día de la siembra.

La precipitación efectiva (Pi) se estimó por el método que sigue el “Bureau of Reclamations” de los EE.UU. (Doorenbos y Pruitt, 1977), que permite obtenerla de acuerdo a rangos prefijados de incremento de la precipitación (Cuadro 1, Anexos).

El riego (Ri) se realizó con un equipo de avance lateral de 87,6 m de longitud de trabajo, la distribución del agua es por medio de tuberías de bajada y emisión mediante difusores con reguladores de presión (Figura 4). El agua, de muy buena calidad para riego, se obtuvo de una perforación ubicada en el mismo Campo Experimental.



Figura 6: Equipo de riego en la parcela de trabajo

Para la determinación de la ETo se utilizó la Ecuación de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998). La información climática necesaria (precipitación, temperatura, humedad relativa, viento, presión atmosférica y radiación solar) se obtuvo de la Estación Agro meteorológica de la Universidad Nacional de Río Cuarto ubicada en el campo experimental donde se realizó el ensayo (Cuadro 2 Anexos).

El coeficiente de cultivo (Kc) es variable según las características del cultivo, fecha de siembra, condiciones climáticas, y en la primera fase de crecimiento, varía con la frecuencia de las lluvias y/o riegos. Se utilizó el Kc que se obtuvo en la campaña 2001/02, en el mismo campo experimental de este ensayo (Cuadro 2 Anexos) (Rivetti *et al.*, 2001).

La percolación profunda (Ppi) se consideró cuando la lámina de agua del suelo superaba la lámina de capacidad de campo.

La cuantificación del rendimiento de grano se realizó en madurez fisiológica. Para ello se cosechó manualmente una superficie de 10 m², en cada tratamiento y repetición. La trilla se realizó con una trilladora estacionaria. El peso de los granos fue ajustado a humedad de comercialización (14,5 %).

En la cosecha se determinó el número de espigas por planta, el número de hileras por espiga y el número de granos por hilera. Los dos últimos valores se cuantificaron evaluando 10 espigas primarias y 5 espigas secundarias tomadas al azar de las recogidas para producción de grano. El peso de los 1000 granos, se obtuvo a partir de una muestra de 500 granos contados manualmente. Todas estas determinaciones se realizaron para cada tratamiento y repetición.

La eficiencia de uso del agua (EUA) representa el rendimiento de grano por unidad de agua usada por el cultivo. Se utilizó, para su obtención, lo sugerido por Tanner y Sinclair (1983) (Citado en: Hatfield *et al.*, 2001), quienes resumieron las distintas formas que pueden ser usadas para caracterizarla de la siguiente manera:



$$EUA = \frac{Y}{ETc}$$

Dónde:

EUA: Eficiencia de uso del agua (kg.m^{-3})

Y: Rendimiento de grano del cultivo (kg.m^{-2})

ETc: Evapotranspiración del cultivo (m)

La evaluación estadística de los datos se realizó por medio de análisis de varianza y prueba de Tukey para comparación de medias, empleando el Programa Estadístico Infostat (Di Renzo *et al.*, 2012).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los riegos que se realizaron en los diferentes tratamientos fueron: en T1, 7 riegos totalizando una lámina de 175 mm, en T2, 4 riegos con una lámina total de 100 mm.

Las precipitaciones del ciclo del cultivo fueron de 571 mm mientras que la evapotranspiración del cultivo fue de 712,5 mm.

En el cuadro 3 se indican los diferentes riegos semanales aplicados y la evapotranspiración del cultivo para igual periodo, en cada uno de los tratamientos.



Cuadro 3: láminas de agua aplicadas semanalmente (R, mm), precipitación efectiva y evapotranspiración del cultivo (Etc., mm).

Semanas	Precip. Efec	T1		T2	
		Etc	Riego	Etc	Riego
1	66	17,6		17,6	
2	36,4	12		12	
3	27	13,85		13,85	
4	10,2	23,18		23,18	
5	14,4	19,55		19,55	
6	97,4	26,9		26,9	
7	22,2	29,28		29,28	
8	19,8	32,9		32,9	
9	5,8	57,48	25	57,48	
10	71	46,64		46,64	
11	0	52	25	52	25
12	5	60	50	60	
13	33,43	48,2		48,2	25
14	20,8	48,83		48,83	
15	0	52,46	50	52,46	25
16	25,2	50,6		50,6	
17	0	44,4	25	44,4	25
18	43,7	36,55		36,55	
19	16,6	23,03		23,03	
20	0	17,05		17,05	
TOTALES	514,93	712,5	175	712,5	100

Cuadro4: Tratamientos realizados en el ensayo.

Riegos	Densidades	Bloque 1		Bloque 2		Bloque 3	
		Urea 1	Uan 1	Urea 2	Uan 2	Uan 3	Urea 3
T1	93.000	1	2	3	4	5	6
T1	113.000	7	8	9	10	11	12
T2	93.000	13	14	15	16	17	18
T2	113.000	19	20	21	22	23	24



Cuadro 5: Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y sus componentes (N° de granos por m^2 y peso de mil granos)

Tratamiento	$\text{N}^\circ \text{ Pl}\cdot\text{m}^{-2}$	$\text{N}^\circ\text{Gr}\cdot\text{pl}^{-1}$	$\text{N}^\circ \text{ Gr. m}^{-2}$	PMG	Rend. $\text{Kg}\cdot\text{Ha}^{-1}$
1	9,3	458,00	4.259,40	428	17190
2	8,8	440,67	3.877,87	417	18720
3	9,5	470,27	4.467,53	420	18680
4	9,6	457,47	4.391,68	422	17580
5	9,5	439,33	4.173,67	418	18160
6	9	442,80	3.985,20	419	16540
Promedio	9,28	451,42	4192,56	420,67	17811,67
7	8,2	440,13	3.609,09	420	14090
8	7,7	437,87	3.371,57	421	13920
9	9,2	470,86	4.331,89	417	15630
10	8,6	435,47	3.745,01	422	15230
11	10,9	438,13	4.775,65	420	17400
12	8,2	481,00	3.944,20	414	15420
Promedio	8,80	450,58	3962,90	419,00	15281,67
13	8,2	443,93	3.640,25	418	14700
14	9,2	483,07	4.444,21	419	15420
15	7,7	450,80	3.471,16	421	13430
16	8,6	448,00	3.852,80	414	14520
17	9,1	464,13	4.223,61	410	12000
18	7,3	453,33	3.309,33	420	14040
Promedio	8,35	457,21	3823,56	417,00	14018,33
19	8,5	443,33	3.768,33	417	14420
20	9,1	428,53	3.899,65	417	16340
21	8,2	461,47	3.784,03	408	14120
22	10	450,13	4.501,33	411	14980
23	9,7	441,73	4.284,81	412	14390
24	8,6	436,93	3.757,63	417	14060
Promedio	9,02	443,69	3999,30	413,67	14718,33

Los valores correspondientes al T_1 con la densidad de 93.000 semillas ha^{-1} demostró ser superior a los demás tratamientos, obteniéndose un valor promedio de $17.811 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, mientras que para el mismo tratamiento con la densidad de 113.000 semillas ha^{-1} se obtuvo un valor de $15.281,66 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. No hubo diferencias en cuanto a la fuente de fertilización.

El análisis estadístico correspondiente se muestra en el cuadro 6.



Cuadro 6: Análisis estadístico de la producción (Rendimiento promedio de las diferentes interacciones)

TRATAMIENTOS	T 1	T2
D93/UAN	18,15 b	13,98 a
D93/UREA	17,47 b	14,06 a
D113/UAN	15,52 ab	15,24 ab
D113/UREA	15,05 ab	14,20 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis estadístico correspondiente a la producción de grano mostro una respuesta superior al tratamiento de riego uno T_1 , con la densidad de siembra de 93.000 semillas ha^{-1} ya que hubo diferencias estadísticamente significativas con respecto a la densidad de 113.000 semillas ha^{-1} , y entre el tratamiento de riego dos T_2 con ambas densidades.

En cuanto al riego en el tratamiento dos T_2 al utilizar un umbral de riego pudo haber ocurrido algún déficit hídrico en alguna etapa crítica del cultivo lo cual se obtuvo menor rendimiento en ese tratamiento.

El maíz es un cultivo que responde a una densidad óptima, esa densidad de siembra en un sitio determinado depende de la interacción de todos los factores de manejo que condicionan la tasa de crecimiento por planta durante el periodo crítico. En condiciones de alta densidad, la tasa de crecimiento por planta alrededor de floración disminuye, tendiendo a provocar una marcada disminución en el número de granos fijados por planta, que no son compensados por el aumento en el número de individuos por unidad de superficie ni por el peso de los granos, esto queda evidenciado en los datos obtenidos en el ensayo donde en la mayor densidad utilizada se produjo una disminución en el número de granos principal componente del rendimiento.

En cuanto a las fuentes de fertilización no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre la fertilización sólida (UREA) y la fertilización líquida (UAN), esto último es un dato importante para la operatividad de la fertilización en el estadio fenológico V6 en la práctica.

Con respecto a la Eficiencia del Uso de Agua (EUA) los resultados obtenidos para cada tratamiento se presentan en el Cuadro 7, observándose que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos realizados.



Cuadro 7: Eficiencia del uso de agua

Tratamientos	EUA ($\text{gr.m}^{-2}.\text{mm}^{-1}$)
R1/D93	2,53 a
R1/D113	2,17 a
R2/D93	2,0 a
R2/D113	2,07 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$).

Cuando se observa la eficiencia de uso de agua, para este ensayo alcanzo valores comprendidos entre 2,0 y 2,53 gr.m^{-2} , sin observar diferencias significativas, aunque los valores más altos correspondieron al tratamiento de riego uno T_1 , coincidiendo a los dos tratamientos de mayor productividad. Valores próximos a los de este ensayo son mencionados por (Vallone *et al* 2003) en Marcos Juarez con niveles productivos comprendidos entre 10900 y 16000 kg.ha^{-1} de grano.

Hatfield *et el* (2001) ha reportado que el incremento en la disponibilidad de N incrementa la EUA, hasta un cierto umbral. A diferencia de esto Muschetti Piana (2012) trabajando en maíz sobre suelos arenosos, encontró una relación negativa entre EUA y el aumento en la disponibilidad de N, atribuyendo esta relación a las condiciones de déficit hídrico y la poca capacidad de retención hídrica de los suelos, cosa que en este ensayo no sucedió porque se realizó con dos programaciones de riego. De acuerdo a estos resultados se puede concluir que eran de esperar porque el manejo fue similar en todos los tratamientos, utilizando el mismo material genético y las dosis de fertilización fueron iguales para todos los tratamientos, variando solamente las fuentes de las mismas.



CONCLUSIONES

Se observó una respuesta significativa del riego del tratamiento (T_1) en interacción con la menor densidad utilizada (93.000 semillas ha^{-1}).

En cuanto a la fertilización en el estadio fenológico V6 con dos fuentes distintas no se observaron diferencias en el rendimiento.

Con respecto a la Eficiencia del uso de agua, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos de riego en interacción con las dos densidades utilizadas.



BIBLIOGRAFIA.

ALLEN, R.G. L.S., PEREIRA., D., RAES y M. SMITH 1998 Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO. Irrigation and drainage. Paper 56. Roma. 300 pp.

ANDRADE, F.H. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz.

BELKIS, M. R, BELKIS. V, SEGOVIA. 2011.(INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DE BORTOLI, M. MENDEZ, Y H. CURRIE. 2005. Determinación de algunos indicadores de rendimiento en el cultivo de maíz bajo dos sistemas de riego. Cátedra de Hidrología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE.

ÇAKIR, R. 2004 Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89(1): 1-16

CANTERO A., M. P. CANTU, J. M. CISNEROS, J. J. CANTERO, M. BLARASIN, A. DEGIOANNI, J. GONZALEZ, V. BECERRA, H. GIL, J. DE PRADA, S. DEGIOVANNI, C. CHOLAKY, M. VILLEGAS, A. CABRERA y C. ERIC. 1998. Las tierras y aguas del Sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable. UNRC. 119 pp.

COX, W. J., S. KALONGE., D. J. R. CHAMNEY, and W. S. REID. 1993. Growth, yield and quality of forage maize under different nitrogen management practices.

DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.

DOORENBOS, J. y W.O. PRUITT 1977 Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje. FAO N° 24. Roma.

ESPOSITO, G. G, BALBOA. C, CERLIANI. R, BALBOA. C, CASTILLO. 2012. Reunión Internacional de riego en Manfredi. Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto.

GHIDA DAZA, C.2011. (EEA INTA Marcos Juárez) Economía del cultivo de maíz.

HATFIELD, J.L., SAUER, T.J. y J.H. PRUEGER 2001 Managing soils to achieve greater water use efficiency. A Review. Agronomy Journal 93:271-280.

LORENZATTI, S. 2002. El cultivo de maíz en siembra directa. AAPRESID. En: <http://www.acampo.com>. Consultado 11/08/09

MADDONI, G.A. R.A. RUIS, VILLARIÑO, P. GARCIA, I. 2003. Fertilización en los cultivos para grano. In. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo.

MAROZZI, D.G, G.D. 2005. Evaluación de los sistemas de riego por manto y platabanda en el cultivo de maíz.



MUSCHETTI PIANA M.P.2012. Riesgo de perdidas de nitratos por lixiviacion en fertilizaciones nitrogenadas según manejo uniforme y sitio-especifico del cultivo de maiz (*Zea mays* L.). Tesis de maestria.

PEDROL, H. J, CASTELLARIN. F, FERRAGUTI. O, ROSSO. 2004. Grupo de Trabajo Manejo y Ecofisiología de los Cultivos EEA Oliveros INTA.

RIVETTI, A., PUIATTI J.M.P., MORÁBITO J.A. y A.N. GARELLO 2001 Riego complementario del maíz en la zona semiárida Argentina en el marco de una agricultura sustentable. Seminario Nacional "Manejo sustentable del recurso hídrico en zonas áridas". Mendoza. Argentina. Pag. 107.

SALINAS A. I. 2004 Proyecto Regional de Agricultura Sustentable e Impacto Agroambiental. Riego Suplementario, una necesidad creciente. Ediciones: INTA – EEA Manfredi.

SALVAGIOTTI, F. H, PEDROL. M., CASTELLARIN. J.M, CORDONE. G., CAPURRO. J, MARTINEZ. F, MENDEZ. 2003. Modelos de respuesta a la fertilización nitrogenada en maíz.

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.A., FABRICUS R.A., ROTONDO V.H. Y M.G. VINOCUR 1995 Agrometeorología de Rio Cuarto – 1974 / 1993. Vol I. FAV. UNRC. Rio Cuarto. Cordoba. Argentina.

STEWART, J.I., CUENCA, R.H., PRUIT, W.O., HAGAN, R.M. y J. TOSSO 1977 Determination and utilization of wáter production functions for principal California crops. W-67. California Contribution Project. University of California.

VALLONE, P. V, GUDELJ. C, GALARZA 2003. Potencial de rendimiento en maíz sin restricciones hídricas ni nutricionales. Campaña 2002/2003. Estacion experimental Marcos Juarez. INTA Marcos Juarez.Cordoba. Argentina.

VEGA C. y F. ANDRADE 2000 Densidad de plantas y espaciamiento 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.



ANEXOS

Cuadro 8: Rangos prefijados de incrementos de precipitación (Doorenbos y Pruitt, 1977).

Rango de lluvia caída (mm)	Agua aprovechada (%)
0 – 15	100
15 – 25	90
25 – 50	85
50 – 75	75
75 – 100	50
100 – 125	30
125 – 150	10
> 150	0

Cuadro 9: Datos climáticos de la Estación Meteorológica de la FAV.

Semanas	T° Max (°C)	T° Min (°C)	T° Med (°C)	P (mm)	RS (MJ.m2. día)	HR Max (%)	HR Min (%)	V (m.seg)	P Atm (Kpa)	Kc
1	24,41	11,43	17,64	77	26,54	92,01	41,67	4,85	95,89	0,46
2	21,14	10,47	15,25	36,4	15,91	97	59,35	2,85	95,89	0,46
3	24,05	12,54	18,6	27	20,21	97,7	58,07	2,34	95,89	0,46
4	31,18	16,34	23,7	10,2	27,05	87,66	34,45	2,8	95,89	0,46
5	24,41	11,19	17,9	14,4	26,23	92,1	41,87	2,67	95,89	0,47
6	28,02	14,77	21,02	113,2	24,49	93,87	44,9	2,76	95,89	0,57
7	26,51	14,06	20,21	22,2	25,65	93,17	45,88	2,04	95,89	0,7
8	28,37	16,5	22,17	20,8	23,25	98,13	55,51	2,66	95,89	0,84
9	31,77	13,31	23,15	5,8	33,29	82,53	22,6	2,52	95,89	0,97
10	28,34	15,26	20,8	89,6	25,15	98,27	47,28	3,24	95,89	1,08
11	28,05	15,14	22,05	0	32,69	88,71	37,85	3,7	95,89	1,1
12	29,3	13,31	21,98	5	33,08	79,36	28,74	3,26	95,89	1,1
13	29,61	16,91	23,11	37,6	27,45	96,16	43,12	2,33	95,89	1,1
14	30,55	18,79	24,45	20,8	30,95	90,04	45,91	2,8	95,89	1,1
15	30,88	16,21	23,55	0	30,73	88,26	34,55	1,9	95,89	1,09
16	30,25	16,24	22,84	25,2	26,74	89,8	38,31	2,31	95,89	1,02
17	30,98	16,94	23,91	0	30,16	88,53	39,78	2,57	95,89	0,94
18	30,31	17,19	23,42	50	25,07	90,49	41,67	1,93	95,89	0,86
19	23,91	14,41	19	16,6	21	98,4	53,3	1,94	95,89	0,78
20	25,9	13,26	19,64	0	27,95	96,26	47,56	2,78	95,89	0,71



Cuadro 10: Componentes para calcular el Numero de Granos.m⁻² (N° Hileras/Espiga; Granos/Hilera; Granos/Espiga).

trat		ESPIGAS PRIMARIAS										ESPIGAS SECUNDARIAS					Pr Gral		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom	1	2	3	4		5	Prom
1	n° Hileras/Esp	16	14	14	14	14	14	14	16	14	14	14,4	10	16	10	14	12	12,4	13,73
	n° Granos/ Hilera	38	32	36	36	41	40	39	39	36	38	37,5	22	25	12	27	29	23	32,67
	n° Granos/Espiga	608	448	504	504	574	560	546	624	504	532	540,4	220	400	120	378	348	311,5	458
2	n° Hileras/Esp	14	14	12	16	14	14	14	12	16	16	14,2	8	8	8	10	8	8,4	12,27
	n° Granos/ Hilera	39	39	37	40	39	41	35	38	44	42	39,4	22	23	25	24	24	23,6	34,13
	n° Granos/Espiga	546	546	444	640	546	574	490	456	704	672	561,8	176	184	200	240	192	198,4	440,67
3	n° Hileras/Esp	14	14	16	16	16	14	16	14	16	16	15,2	12	14	8	8	10	10,4	13,6
	n° Granos/ Hilera	41	43	32	41	41	38	42	39	37	34	38,8	25	21	16	22	27	22,2	33,27
	n° Granos/Espiga	574	602	512	656	656	532	672	546	592	544	588,6	300	294	128	176	270	233,6	470,27
4	n° Hileras/Esp	14	16	16	12	14	16	16	16	14	14	14,8	10	10	12	8	14	10,8	13,47
	n° Granos/ Hilera	35	42	41	38	40	40	40	37	41	37	39,1	12	16	23	25	22	19,6	32,60
	n° Granos/Espiga	490	672	656	456	560	640	640	592	574	518	579,8	120	160	276	200	308	212,8	457,47
5	n° Hileras/Esp	12	12	16	14	14	14	14	14	14	14	13,8	12	12	12	7	12	11	12,87
	n° Granos/ Hilera	40	40	37	40	39	41	40	38	36	37	38,8	14	28	26	20	24	22,4	33,33
	n° Granos/Espiga	480	480	592	560	546	574	560	532	504	518	534,6	168	336	312	140	288	248,8	439,33
6	n° Hileras/Esp	12	16	16	16	12	14	12	14	16	16	14,4	12	12	12	12	12	12	13,6
	n° Granos/ Hilera	35	39	37	38	37	42	31	39	39	33	37	24	17	23	26	18	21,6	31,9
	n° Granos/Espiga	420	624	592	608	444	588	372	546	624	528	534,6	288	204	276	312	216	259,2	442,8
7	n° Hileras/Esp	14	12	14	16	14	14	14	16	14	14	14,2	16	10	10	12	10	11,6	13,33
	n° Granos/ Hilera	40	37	41	36	38	33	40	34	38	34	37,1	22	25	24	25	20	23,2	32,47
	n° Granos/Espiga	560	444	574	576	532	462	560	544	532	476	526	352	250	240	300	200	268,4	440,13
8	n° Hileras/Esp	12	12	14	14	14	14	16	16	14	14	14	14	8	12	14	8	11,2	13,07
	n° Granos/ Hilera	38	42	41	36	39	38	34	36	36	42	38,2	24	20	24	20	22	22	32,80
	n° Granos/Espiga	456	504	574	504	546	532	544	576	504	588	532,8	336	160	288	280	176	248	437,87
9	n° Hileras/Esp	14	12	14	16	14	16	14	14	14	16	14,4	12	12	12	8	8	10,4	13,07
	n° Granos/ Hilera	32	36	42	37	41	38	38	38	41	42	38,5	18	32	22	24	25	24,2	33,73
	n° Granos/Espiga	448	432	588	592	574	608	532	532	574	672	555,2	216	384	264	192	200	260	470,86
10	n° Hileras/Esp	12	14	12	14	14	14	14	14	14	14	13,6	14	12	12	12	12	12,4	13,20
	n° Granos/ Hilera	44	37	39	37	38	38	37	38	39	36	38,3	26	21	22	24	14	21,4	32,67
	n° Granos/Espiga	528	518	468	518	532	532	518	532	546	504	519,6	364	252	264	288	168	267,2	435,47
11	n° Hileras/Esp	14	14	16	16	16	16	18	16	14	14	15,4	10	8	14	6	10	9,6	13,47
	n° Granos/ Hilera	40	37	34	30	35	36	34	33	36	37	35,2	24	23	29	22	21	23,8	31,40
	n° Granos/Espiga	560	518	544	480	560	576	612	528	504	518	540	240	184	406	132	210	234,4	438,13
12	n° Hileras/Esp	14	16	14	14	16	14	14	16	16	14	14,8	14	8	16	8	8	10,8	13,47
	n° Granos/ Hilera	39	41	40	39	34	41	35	40	41	39	38,9	30	28	27	15	25	25	34,27
	n° Granos/Espiga	546	656	560	546	544	574	490	640	656	546	575,8	420	224	432	120	200	244	481,00



13	n° Hileras/Esp	14	14	16	14	16	14	14	16	14	14,6	14	8	12	14	7	11	13,40	
	n° Granos/ Hileras	41	41	37	44	36	38	41	34	30	32	37,4	26	25	20	18	23	22,4	32,40
	n° Granos/Espiga	574	574	592	616	576	532	574	476	480	448	544,2	364	200	240	252	161	243,4	443,93
14	n° Hileras/Esp	14	14	16	16	14	14	14	16	16	14,8	16	12	10	10	12	12	13,87	
	n° Granos/ Hileras	44	40	41	36	39	39	41	36	44	38	39,8	26	24	21	25	16	22,4	34,00
	n° Granos/Espiga	616	560	656	576	546	546	574	504	704	608	589	416	288	210	250	192	271,2	483,07
15	n° Hileras/Esp	12	12	16	16	12	16	16	14	16	14	14,4	12	14	12	10	8	11,2	13,33
	n° Granos/ Hileras	41	44	35	37	40	44	34	34	32	39	38	23	21	25	25	26	24	33,33
	n° Granos/Espiga	492	528	560	592	480	704	544	476	512	546	543,4	276	294	300	250	208	265,6	450,80
16	n° Hileras/Esp	14	14	14	16	16	16	14	14	16	16	15	12	12	8	12	8	10,4	13,47
	n° Granos/ Hileras	35	41	38	34	35	36	38	40	38	36	37,1	26	22	17	22	24	22,2	32,13
	n° Granos/Espiga	490	574	532	544	560	576	532	560	608	576	555,2	312	264	136	264	192	233,6	448,00
17	n° Hileras/Esp	14	14	14	12	14	14	16	16	14	14	14,2	12	12	16	14	8	12,4	13,60
	n° Granos/ Hileras	44	40	37	38	36	37	42	37	35	36	38,2	27	24	26	24	21	24,4	33,60
	n° Granos/Espiga	616	560	518	456	504	518	672	592	490	504	543	324	288	416	336	168	306,4	464,13
18	n° Hileras/Esp	12	14	14	18	12	14	14	14	16	14	14,2	8	8	10	16	12	10,8	13,07
	n° Granos/ Hileras	38	41	38	38	43	39	37	38	35	39	38,6	21	23	26	28	23	24,2	33,80
	n° Granos/Espiga	456	574	532	684	516	546	518	532	560	546	546,4	168	184	260	448	276	267,2	453,33
19	n° Hileras/Esp	14	14	16	14	16	14	14	18	14	16	15	14	8	14	8	14	11,6	13,87
	n° Granos/ Hileras	36	38	39	36	36	37	36	34	36	30	35,8	27	25	14	21	25	22,4	31,33
	n° Granos/Espiga	504	532	624	504	576	518	504	612	504	480	535,8	378	200	196	168	350	258,4	443,33
20	n° Hileras/Esp	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	10	8	12	10	14	10,8	12,93
	n° Granos/ Hileras	35	41	38	40	37	35	36	39	33	35	36,9	17	20	25	24	28	22,8	32,20
	n° Granos/Espiga	490	574	532	560	518	490	504	546	462	490	516,6	170	160	300	240	392	252,4	428,53
21	n° Hileras/Esp	14	16	14	12	14	14	14	14	14	14	14	12	14	10	12	12	12	13,33
	n° Granos/ Hileras	43	33	40	42	38	41	33	36	41	40	38,7	18	27	28	26	28	25,4	34,27
	n° Granos/Espiga	602	528	560	504	532	574	462	504	574	560	540	216	378	280	312	336	304,4	461,47
22	n° Hileras/Esp	14	16	14	16	16	14	14	14	16	14	14,8	14	8	12	8	8	10	13,20
	n° Granos/ Hileras	38	40	38	36	40	35	37	36	40	38	37,8	22	18	28	19	26	22,6	32,73
	n° Granos/Espiga	532	640	532	576	640	490	518	504	640	532	560,4	308	144	336	152	208	229,6	450,13
23	n° Hileras/Esp	16	14	16	14	16	12	14	16	14	14	14,6	14	8	10	10	10	10,4	13,20
	n° Granos/ Hileras	35	34	35	37	37	38	41	42	39	36	37,4	21	28	12	28	25	22,8	32,53
	n° Granos/Espiga	560	476	560	518	592	456	574	672	546	504	545,8	294	224	120	280	250	233,6	441,73
24	n° Hileras/Esp	14	16	14	16	14	14	14	14	12	14	14,2	12	10	14	14	10	12	13,47
	n° Granos/ Hileras	37	34	38	35	39	37	38	38	40	27	36,3	21	24	29	24	18	23,2	31,93
	n° Granos/Espiga	518	544	532	560	546	518	532	532	480	378	514	252	240	406	336	180	282,8	436,93

Cuadro 11: Analisis estadístico del Rendimiento.

Análisis de la Varianza.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	24	0.72	0.60	7.20

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=3.14446

Error: 1.2373 gl: 16

Densidad	Fertilización	Riego	Medias n	E.E.
D93	UAN	R2	13.98 3	0.64 A
D93	UREA	R2	14.06 3	0.64 A
D113	UREA	R2	14.20 3	0.64 A
D113	UREA	R1	15.05 3	0.64 A B
D113	UAN	R2	15.24 3	0.64 A B
D113	UAN	R1	15.52 3	0.64 A B
D93	UREA	R1	17.47 3	0.64 B
D93	UAN	R1	18.15 3	0.64 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)



Cuadro 12: Analisis Estadístico de la Eficiencia del uso del agua.

Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
EUA	12	0.57	0.41	9.94

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.56986

Error: 0.0475 gl: 8

<u>Riego</u>	<u>Densidad</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
R2	D93	2.00	3	0.13	A
R2	D113	2.07	3	0.13	A
R1	D113	2.17	3	0.13	A
R1	D93	2.53	3	0.13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)