



**Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego  
complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina.  
II. Producción de materia seca<sup>1</sup>**

**Maize production under different complementary irrigation  
regimes in Río Cuarto. Córdoba, Argentina.  
II. Yield of dry matter**

Ana Rosa Rivetti<sup>2</sup>

*Originales*

*Recepción: 11/08/2006*

*Aceptación: 22/03/2007*

**RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del riego complementario sobre el rendimiento de materia seca del cultivo de maíz. Se usó un diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Para efectuar la programación de los diferentes tratamientos de riego se dividió el ciclo del cultivo en tres etapas (precrítico, crítico y poscrítico). Para la determinación del momento de riego se realizó un balance hídrico con datos climáticos obtenidos de la Estación Meteorológica ubicada en el lugar del ensayo. El riego se efectuó con un equipo presurizado de avance lateral. El maíz cumplió su ciclo en 138 días en todos los tratamientos y requirió 1660,6 grados día para alcanzar madurez fisiológica. El rendimiento de materia seca tuvo diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre los distintos tratamientos regados y entre éstos y el testigo. Los valores extremos de producción fueron de 34.628 kg.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 1 y 20.414 kg.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento sin riego. La cantidad de agua aplicada varió entre 360 y 300 mm y el agua total consumida en el ciclo del cultivo, según el balance hídrico, fue para los tratamientos con riego de 575 mm  $\pm$  15 mm y para el testigo sin riego de 308 mm. La eficiencia de uso de agua para materia seca tuvo diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre los tratamientos regados (5,7 kg.m<sup>-3</sup>) y no regados (6,6 kg.m<sup>-3</sup>). El índice de cosecha fue de 0,49.

**ABSTRACT**

The objective of this paper is to assess the impact of complementary irrigation on maize dry matter yield. A randomized complete design with 5 treatments and 4 replications was used. In order to schedule irrigations, the crop cycle was divided in three stages (pre-critical, critical and post-critical). Irrigation scheduling was based on a water balance calculated from weather data furnished by the meteorological station at the experimental field site. Irrigation was performed using lateral move pressurized systems. Maize matured in 138 days with all treatments and took 1660,6 degree days to attain physiological maturity. Dry matter yield showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) among plots irrigated with the different treatments and between irrigated and control plots. Maximum production values ranged between 34,628 kg.ha<sup>-1</sup> with T1 and 20,414 kg. ha<sup>-1</sup> in the rain fed plots. The amount of water applied ranged between 360 and 300 mm; total crop water use, according to the water balance, was 575 mm  $\pm$  15 mm in the case of irrigated treatments, and 308 mm with the control treatments. Dry matter water use efficiency showed significant differences ( $\alpha = 0.05$ ) between irrigated treatments (5.7 kg.m<sup>-3</sup>) and rain fed (control) plots (6.6 kg.m<sup>-3</sup>). The harvest index was 0.49.

- 1 La primera parte de este trabajo (Rendimiento en grano de maíz y sus componentes) fue publicada en 2006 en la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo. 38(2): 25-36.
- 2 Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Estafeta postal N° 9. Río Cuarto. Córdoba. Argentina. X5804BYA. arivetti@ayv.unrc.edu.ar

### Palabras clave

materia seca • maíz • riego complementario • eficiencia del uso de agua • índice de cosecha

### Keywords

dry matter • maize • complementary irrigation • water use efficiency • harvest index

## **INTRODUCCIÓN**

El crecimiento del maíz, en una región semiárida, depende de las precipitaciones y cuando éstas tienen una mala distribución, depende de los riegos que se aportan. Entre siembra y cosecha se desarrollan distintas fases que van concretando el crecimiento y el desarrollo de la planta adulta (3, 30).

El desarrollo morfológico del cultivo de maíz se relaciona linealmente con la temperatura, por lo tanto, para cumplir con las distintas fases fenológicas y completar el ciclo, el cultivo responde a un rango térmico que va desde una temperatura base mínima ( $T_b = 8\text{ °C}$ ) (17, 20) por debajo de la cual la velocidad de desarrollo es nula, hasta una temperatura óptima ( $T_o = 34\text{ °C}$ ) en la que alcanza la máxima velocidad de desarrollo. Por encima de ésta, el desarrollo se reduce progresivamente hasta detenerse al alcanzar una temperatura máxima ( $T_M = 44\text{ °C}$ ) (6, 20). La suma térmica puede ser útil como criterio para predecir la madurez fisiológica (1).

Andrade et al. (3) consideran que la variación de peso y la partición de la materia seca entre sus diferentes órganos durante el crecimiento de la planta radica en que el primero describe el comportamiento del proceso productivo en su conjunto, y el segundo informa sobre la estrategia puesta en juego para determinar el número de estructuras reproductivas y el llenado efectivo de los órganos de cosecha.

La duración de las etapas de desarrollo de un cultivo de maíz tiene gran variabilidad, de acuerdo con el genotipo y de las condiciones ambientales. Un mismo híbrido presenta variaciones en sus fenofases cuando es cultivado en diferentes localidades e incluso cuando se comparan distintos años en la misma localidad (8).

La producción del cultivo de maíz depende de la cantidad de agua disponible para evapotranspirar. Doorenbos y Pruitt (10) mencionan que el maíz evapotranspira entre 400 y 700 mm en su ciclo, según condiciones ecológicas. El consumo promedio de agua para todo el ciclo del cultivo de maíz, según el balance hídrico, estuvo en el orden de los 575 mm para la región de Río Cuarto, correspondiendo 227 mm al período crítico del cultivo (26).

En Balcarce, cultivos regados y fertilizados alcanzaron 23 a 25 t.ha<sup>-1</sup> de materia seca aérea, con un consumo de agua de 530 mm y una eficiencia de uso del agua de aproximadamente 44 kg de materia seca.ha<sup>-1</sup> por mm de agua consumida (2).

### **Objetivo**

- Evaluar el efecto del riego complementario sobre la producción de materia seca del cultivo de maíz.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La experiencia se efectuó en el ciclo agrícola 2001/2002, en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto, sobre un suelo Hapludol típico con un híbrido simple de maíz. Dicho ensayo contó con cinco tratamientos de riego, para lo cual el ciclo del cultivo se dividió en tres etapas: 1. desde siembra hasta 12 hojas; 2. desde 12 hojas hasta principio de grano lechoso; 3. desde grano lechoso hasta madurez fisiológica.

- T1: Riego durante todo el ciclo, llevando la humedad a capacidad de campo y realizando la reposición al consumirse una lámina neta de 30 mm.
- T2: Riego en la primera etapa con una lámina neta de 30 mm sólo cuando el agua consumida representaba el 60 % del agua útil (agua remanente 40 %). En la segunda y tercera etapa, luego de llevar el nivel hídrico a capacidad de campo, reposiciones periódicas cuando se consumían 30 mm de lámina.
- T3: Partiendo con una humedad a capacidad de campo, riego en la primera y segunda etapa cuando se consumían 30 mm de lámina y en la última con una aplicación de 30 mm, sólo en aquellos casos en que se consumía el 60 % del agua útil.
- T4: Reponiendo en la etapa 2 el riego necesario para mantener el nivel hídrico entre capacidad de campo y 30 mm de consumo, mientras que en las etapas 1 y 3 riego con una lámina de 30 mm cuando se consumía el 60 % del agua útil.
- T5: Testigo, sujeto sólo al aporte hídrico de las precipitaciones.

Cabe consignar que más información acerca del cultivo, condiciones ambientales, diseño experimental, manejo del cultivo y rendimiento en grano puede consultarse en un artículo de mi autoría, publicado en esta misma Revista en 2006 (26).

En el presente trabajo se obtuvieron los valores correspondientes a materia seca cuando las plantas alcanzaban los estadios de 2 hojas (V2), 6 hojas (V6), 8 hojas (V8), 15 días pre-floración (V13), floración (R1), 15 días post-floración (R3) y madurez fisiológica (R6). A tal fin, en cada ocasión se extrajeron 3 plantas contiguas por parcela y se seleccionaron aquellas que estuvieran en igualdad de competencia. En el laboratorio, el material se separó en láminas, vainas, tallos, chalas y espigas, y se llevó a estufa con circulación de aire forzado, a una temperatura de 60 °C, para su secado y hasta peso constante.

Se realizó el seguimiento de la fenología del cultivo en 10 plantas por tratamiento, según la clave de Ritchie y Hanway (25). Las observaciones se hicieron cada 7 días, considerando el estadio específico (vegetativo o reproductivo) cuando lo alcanzaban el 50 % o más de las plantas. La elección de las plantas que iban a ser observadas se llevó a cabo por medio de un muestreo sistemático con arranque aleatorio. Se siguieron las mismas plantas durante todo el ciclo del cultivo. Cada estadio vegetativo fue definido cuando la hoja estaba totalmente desplegada y la lígula se hacía visible.

Además se registraron las temperaturas máximas y mínimas del aire, para relacionarlas con el desarrollo del cultivo y obtener la suma térmica necesaria para la ocurrencia de los distintos sucesos fenológicos.

La suma térmica se obtuvo por la metodología indicada por Villalobos (30):

a) Si  $t_M$  y  $t_m$  están en el intervalo  $T_b$ ,  $T_o$

$$TT = 0,5(t_m + t_M) - T_b$$

b) Si  $t_m > T_b$  y  $T_b < t_M < T_o$

$$TT = \frac{(t_M - T_b)^2}{2(t_M - t_m)}$$

c) Si  $T_b < t_m < T_o$  y  $t_M > T_o$

$$TT = \frac{t_M(T_o - T_b)(T_M - 0,5t_M) + t_m(T_M - T_o)(T_b - 0,5t_m) - 0,5T_o^2(T_M - T_b)}{(t_M - t_m)(T_M - T_o)}$$

donde:

TT: Suma Térmica (grados día)

$t_M$  y  $t_m$ : Temperatura máxima y mínima del aire, respectivamente ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_b$ : Temperatura base de desarrollo del cultivo ( $8^{\circ}\text{C}$ )

$T_o$ : Temperatura óptima de desarrollo del cultivo ( $34^{\circ}\text{C}$ )

$T_M$ : Temperatura máxima de desarrollo del cultivo ( $44^{\circ}\text{C}$ )

También se determinó la eficiencia de uso de agua (EUA) para la producción de materia seca, utilizando la ecuación sugerida por Tanner y Sinclair (1983) (16):

$$EUA = \frac{MS}{ET}$$

donde:

EUA: Eficiencia de uso del agua para rendimiento de materia seca ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{mm}^{-1}$ )

MS: Rendimiento de materia seca del cultivo ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )

ET: Evapotranspiración (mm), obtenida del balance de agua

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La tabla 1 (pág. 33) presenta los resultados de las observaciones fenológicas del ensayo. Como puede observarse, el maíz cumplió la totalidad del ciclo, desde siembra a madurez fisiológica, en 138 días en todos los tratamientos.

En general, entre los tratamientos no hubo diferencias en los tiempos que demoraron en alcanzar las fases fenológicas, sólo pequeños retrasos en el tratamiento sin riego en los estadios V11-V12 y R2-R3, sin influir en la duración total del ciclo. A los 78 días de iniciación del ciclo se produjo en todos los tratamientos la floración masculina (VT) y 4 días más tarde la floración femenina (R1).

La duración del ciclo del cultivo mostró diferencias con el que obtuvieron Rivetti et al. (27) para el mismo híbrido y en Río Cuarto, en el cual las fases reproductivas se

**Tabla 1.** Fenología del cultivo de maíz en Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

Estado fenológico		Fecha	Días entre períodos	Días acumulados
con riego	sin riego			
siembra		01/10/2001	-	-
emergencia		11/10/2001	11	11
V2	V2	19/10/2001	8	19
V5-V6	V5-V6	09/11/2001	21	40
V8-V9	V8-V9	23/11/2001	14	54
V12-V13	V11-V12	07/12/2001	14	68
R1	R1	21/12/2001	14	82
R3	R2-R3	04/01/2002	14	96
R6	R6	15/02/2002	42	138

V2 = dos hojas, V5 - V6 = cinco a seis hojas, V8 - V9 = ocho a nueve hojas, V11 = once hojas, V12 - V13 = doce a trece hojas  
 R1 = floración, R2 = ampollado, R3 = grano lechoso, R6 = madurez fisiológica

atrasaron entre 5 y 7 días. Fernández et al. (14) observaron leves demoras en varios estadios fenológicos pero dichas diferencias desaparecieron antes de panojamiento. En cambio, Codromaz de Rojas et al. (9) y Karam et al. (19) señalaron que en secano o en años con severas condiciones ambientales se produjo un acortamiento entre fases fenológicas del cultivo ya que se alcanzó antes la madurez fisiológica. Uhart y Andrade (29) también observaron demoras de alrededor de 9 días en los estadios vegetativos y 11 días en polinización en cultivos de maíz con riego y con deficiencias de nitrógeno.

Si bien los autores mencionados señalaron cierto acortamiento del ciclo cuando el déficit de agua fue importante y/o contrariamente un alargamiento del mismo cuando existió una buena provisión de agua, dicha situación no se manifestó en este ensayo ya que incluso el tratamiento sin riego tuvo el aporte necesario de agua a través de las precipitaciones.

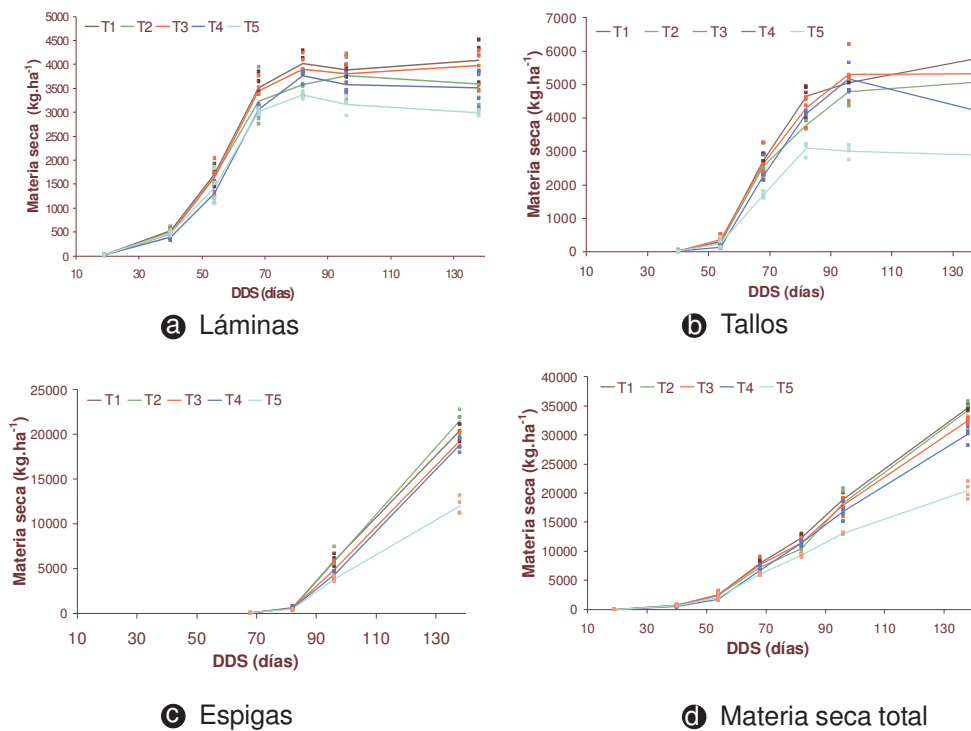
La tabla 2 presenta los resultados de la temperatura acumulada durante el ciclo del cultivo sobre una temperatura base de 8 °C, en diferentes etapas fenológicas. El cultivo requirió 889,4 grados día para florecer y 1660,6 grados día para alcanzar madurez fisiológica, coincidentes con lo expresado por Esposito (12) en La Aguada, Departamento de Río Cuarto, y que también coinciden con datos de la

**Tabla 2.** Suma térmica (TT) de las distintas fases de desarrollo del cultivo.

Estado fenológico	TT (grados día)	
	parcial	acumulada
siembra	-	-
V6	404,9	404,9
V12-V13	277,1	682,0
R1	207,4	889,4
R3	218,4	1107,8
R6	552,8	1660,6

región pampeana (8, 22). El requerimiento térmico entre floración y madurez fisiológica registrado en este ensayo fue de 771 grados día, en concordancia con Kiniry y Bonhomme (20), quienes manifestaron variaciones entre 600 y 900 grados día.

En la figura 1 se muestra la evolución en el tiempo y en cada tratamiento de la producción de materia seca de los distintos órganos de la planta. Durante los primeros días del cultivo, las tasas de crecimiento fueron bajas y la producción estuvo en su mayor parte orientada a generar tejidos foliares. En los primeros 70 días hubo un rápido crecimiento y luego se estabilizó (figura 1a). Durante la etapa de «encañazón», el crecimiento del tallo evidenció la mayor parte del aumento del peso total (figura 1b). A partir de la floración se detuvo la producción de tejido foliar, el tallo continuó su incremento de peso durante 2 ó 3 semanas por acumulación de sustancias de reserva y los órganos reproductivos entraron en un acelerado proceso de crecimiento (figura 1c). La figura 1d muestra la evolución de la materia seca total en el tiempo. Resulta evidente la separación de los tratamientos con riego respecto del sin riego. Además, es necesario recalcar que de ese total, el 50 % corresponde a órganos reproductivos, índice de cosecha.



**Figura 1.** Evolución de la producción de materia seca total y en diferentes órganos de la planta.

La tabla 3 contiene el resultado de análisis estadístico -para cada tratamiento- de la respuesta materia seca total promedio y coeficiente de variación.

**Tabla 3.** Materia seca total promedio (MS) y coeficiente de variación (CV)

Tratamiento	MS (kg.ha <sup>-1</sup> )	CV
1	34628 a	1,36
2	34164 a	4,19
3	32441 a-b	1,42
4	30129 b	4,54
5	20414 b	6,71

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )  
 Tukey:  $\alpha = 0,05$ ; DMS = 2436,91; Error = 1245579.29; gl = 15  
 DMS: Diferencia Mínima Significativa  
 gl: grados de libertad

La variable materia seca total en el momento de madurez fisiológica presenta diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,0001$ ) entre las medias de los tratamientos aplicados. Entre los tratamientos 1, 2 y 3 no hay diferencias significativas entre las medias (Test de Tukey), pero sí entre este grupo con respecto a T5. También hay diferencias significativas entre T5 y T4. No hay diferencias significativas entre el T3 y el T4. La mayor producción la presenta el T1 con 34628 kg.ha<sup>-1</sup> y también presenta la menor variabilidad de todos los tratamientos (CV = 1,36 %). Hay indicios de diferencias entre las varianzas de los tratamientos, pero al realizar la prueba de Levene resultó no significativa  $p = 0,06$ . Esto indica que hay homogeneidad de varianzas para un nivel de significancia del 0,05.

La cantidad de materia seca fue sensiblemente reducida en secano, como también cuando se regó sólo en el período crítico (T4), coincidiendo con lo expresado por varios autores que manifiestan que la materia seca en el tratamiento bien regado rindió aproximadamente el doble que en el tratamiento con déficit pronunciado de riego (11, 18, 24). En este ensayo, cuando no se regó el cultivo, la pérdida de peso de materia seca fue del 70 %; cuando se disminuyó el riego en las etapas precrítica (T2) y poscrítica (T3), no se observaron diferencias significativas en el peso de materia seca, pero sí se manifestó una disminución del 15 % cuando sólo se regó en el período crítico (T4), respecto de T1. Panda et al. (23) comprobaron que en el tratamiento más regado la producción de MS fue mayor en todos los estadios a lo largo del ciclo; esto concuerda con lo que se observó en este ensayo en el tratamiento 1, con mayor provisión de agua.

Rendimientos de materia seca similares a los obtenidos fueron mencionados por Çakir (7) cuando regó durante todo el ciclo del cultivo, pero hubo importantes disminuciones de peso cuando omitió el riego en uno o más estadios del ciclo (20 a 60 % de pérdidas); en el tratamiento sin riego se registraron pérdidas mayores.

El aumento de peso de la materia seca a los 40 días después de la siembra fue coincidente con lo expresado por varios autores que aseguraron que las máximas tasas de crecimiento del cultivo se obtuvieron cuando el desarrollo foliar alcanzó un nivel óptimo, que permitió captar el 95 % de la radiación incidente (4, 15).

La materia seca se incrementó durante el período de crecimiento hasta el final de los estadios de polinización y llenado de grano, luego de lo cual se produjo un leve decrecimiento (23).

Farré et al. (13) mencionaron que el decrecimiento del peso de hojas y tallos en estadios vegetativos avanzados se debió a la senescencia y traslocación de asimilados a los órganos reproductivos, coincidiendo en este ensayo con lo observado a partir de V13.

En el estadio de grano lechoso (R3) se observó un gran aumento en el peso de la espiga, coincidente con lo expresado por Barbieri et al. (5) quienes manifestaron que el principal destino de los asimilados es ese órgano.

La eficiencia de uso del agua para materia seca (EUA) en los distintos tratamientos se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Evapotranspiración, eficiencia del uso de agua para materia seca, del cultivo de maíz.

Tratamiento	Etr (mm)	EUA (kg.m <sup>-3</sup> )
1	587,05	5,9 a
2	576,73	5,9 a
3	570,55	5,7 a
4	558,96	5,4 a
5	308,1	6,6 b
DMS		0,5545
Error		0,0645

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ )  
Tukey:  $\alpha = 0,05$ ; gl = 15

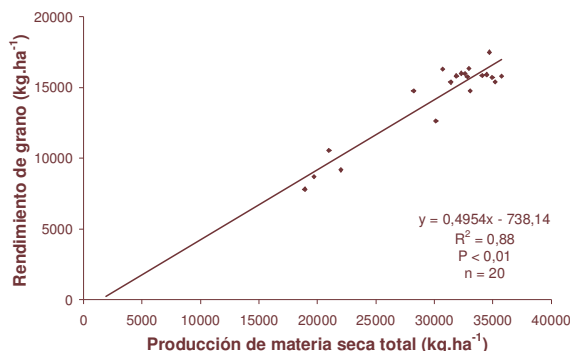
El Test de Tukey indica diferencias entre las medias en la EUA: el cultivo fue más eficiente en el uso del agua en el tratamiento sin riego.

La EUA alcanzó, para los tratamientos regados, valores medios de 5.7 kg.m<sup>-3</sup>, valor superior a lo encontrado por Tolk et al. 3,1 kg.m<sup>-3</sup> (28), Karam et al. 3,2 kg.m<sup>-3</sup> (19) y Ogola et al. 3,9 kg.m<sup>-3</sup> (21); se observó un incremento significativo en el tratamiento sin riego comparativamente con los tratamientos regados, resultado coincidente con las experiencias de Tolk et al. (28) y Karam et al. (19).

La figura 2 (pág. 37) muestra la relación entre la producción de materia seca total y el rendimiento en grano (índice de cosecha, IC) (26). Como se advierte, el cultivo de maíz debe alcanzar un tamaño mínimo de planta para que haya producción de grano. El valor de la pendiente de la curva (IC) es de 0,49 con valores extremos comprendidos entre 0,41 y 0,53.



Maíz bajo riego complementario: producción de materia seca



**Figura 2.** Producción de materia seca total vs. rendimiento en grano.

Los valores de índice de cosecha obtenidos en este ensayo son coincidentes con los indicados por Tolk et al. (28) quienes obtuvieron valores entre 0,45 y 0,58. Esta relación sólo se vería afectada si existiera un severo estrés en el período crítico (V13 a R3).

Con respecto a la relación entre materia seca total y rendimiento de grano, los resultados son coincidentes con lo señalado por Tolk et al. (28) quienes indican una relación lineal estable. Dicha relación sólo se vería afectada si existiera un severo estrés en el período crítico. Los valores de índice de cosecha obtenidos en este ensayo son similares a los indicados por los autores mencionados anteriormente (0,45 y 0,58).

## **CONCLUSIONES**

- ❖ El cultivo cumplió su ciclo en 138 días en todos los tratamientos, aunque hubo pequeñas variaciones en algunas etapas del tratamiento sin riego.
- ❖ En la localidad de Río Cuarto, la suma térmica requerida por este híbrido para florecer fue de 889 grados día y para alcanzar la madurez fisiológica fue de 1660,6 grados día.
- ❖ El riego ejerce efecto positivo sobre la producción de materia seca total.
- ❖ Los órganos de la planta que más influencia tienen sobre la producción total de materia seca al final del ciclo son, en orden de importancia: espiga, tallo y láminas.
- ❖ Láminas de riego comprendidas entre 300 y 360 mm, en todo el ciclo, generan un incremento en la producción de materia seca -sobre el maíz no regado- de 4 y 70 %, respectivamente.
- ❖ Los tratamientos regados presentaron diferencias significativas de producción de materia seca entre aquellos que recibieron 360 mm (T1 y T2) y el que recibió 300 mm (T4).
- ❖ La marcada diferencia en producción de biomasa total en el T5 se debe a falta de agua sobre el final de la etapa precrítica y durante la primera parte del período crítico (57 hasta 93 dds) del cultivo.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Andrade, F. H. 1992. Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz. Boletín Técnico 106. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA). Balcarce. Buenos Aires. 16 p.
2. Andrade, F. H. y Gardiol, J. 1995. Sequía y producción de los cultivos de maíz, girasol y soja. Bol. Técnico 132. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce (INTA). Balcarce. Buenos Aires. 23 p.
3. Andrade, F.; Cirilo, A.; Uhart, S. y Otegui, M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Ed. La Barrosa. Balcarce. Buenos Aires. 292 p.
4. Balbi, C. N.; Ferrero, A. R. y García, P. A. 1998. Estructura de cultivo, radiación interceptada y producción de materia seca en maíz de siembra directa. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. 4 p.
5. Barbieri, P. A.; Saínz Rozas, H. R.; Echeverría, H. E. y Andrade, F. H. 1997. Reducción de la distancia entre hileras en maíz bajo siembra directa: acumulación y partición de materia seca. Estación Experimental Balcarce. INTA. Balcarce. Buenos Aires. 3 p.
6. Blacklow, W. M. 1972. Influence of temperature on germination and elongation of the radicle and shoot of corn (*Zea mays* L.). Crop Science. 12:647-650.
7. 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.
8. Cirilo, A. G. 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 p.
9. Codromaz de Rojas, A.; Peltzer, H.; Kahn, N. y Garciarena, N. 1997. Distribución de la humedad en el suelo durante el ciclo de cultivo de maíz. VI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino. Argentina. p. 186-189.
10. Doorenbos, J. y Pruitt, W. O. 1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje N° 24. Roma. 194 p.
11. Earl, H. J. and Davis, R. F. 2003. Effect of drought stress en leaf and whole Canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95: 688-696.
12. Esposito, G. 2002. Propiedades hidrofísicas del suelo asociadas a diferentes sistemas de labranza en cultivo de maíz. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Univ. Nac. de Río Cuarto. Río Cuarto Córdoba. Argentina. 134 p.
13. Farré, I.; van Oijem, M.; Leffelaar, P. A. and Faci, J. M. 2000. Analysis of Maize growth for different irrigation strategies in Northeastern Spain. European Journal of Agronomy. 12:225-238.
14. Fernández, J. E.; Moreno, F.; Murillo, J. M.; Cayuela, J. A.; Fernández-Boy, E. and Cabre-ra, F. 1996. Water use and yield of Maize with two levels of nitrogen fertilization in SW Spain. Agricultural Water Management. 29: 215-233.
15. Gardner, B. R.; Pearce, R. B. and Mitchell, R. L. 1985. Physiology of crops plants. Iowa State University Press. USA. 327 p.
16. Hatfield, J. L.; Sauer, T. J. and Prueger, J. H. 2001. Managing soils to achieve greater water use efficiency. A Review. Agronomy Journal. 93: 271-280.
17. Jones, C. A. y Kiniry, J. R. 1986. CERES-maize. A simulation model of Maize growth and development. Texas A&M Univ. Press, College Station. 194 p.
18. Kang, S.; Shi, W. and Zhang, J. 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crops Research. 67: 207-214.
19. Karam, F.; Breidy, J.; Stephan, C. and Roupael, J. 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekae Valley of Lebanon. Agricultural Water Management. 63: 125-137.

20. Kiniry, J. R. and Bonhomme, R. 1991. Predicting maize phenology. In: T. Hodges (ed.) Predicting crop phenology. CRC. Press. Boca Raton, Ann Arbor. Boston. p. 115-131.
21. Ogola, J. B. O.; Wheeler, T. R. and Harris, P. M. 2002. Effects of nitrogen and irrigation on water use of maize crops. *Field Crops Research*. 78: 105-117.
22. Otegui, M. E.; Nicolini, M. G.; Ruiz, R. A. y Dodds, P. A. 1995. Sowing date effects on grain yield composition of different Maize genotypes. *Agronomy Journal*. 87: 29-33.
23. Panda, R. K.; Behera, S. K. and Kashyap, P. S. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agricultural Water Management*. 66: 181-203.
24. Pilatti, M. A.; Ghiberto, P. J. y Weidman, P. 1997. Riego suplementario restringido en el centro de Santa Fe. VI Congreso Nacional de Maíz. Pergamino. Buenos Aires. p 94-101.
25. Ritchie, S. W. and Hanway, J. J. 1993. How a corn plant develops. Special Report N° 48. Iowa State University Science and Technology. Cooperative Extension Service. Ames, Iowa. 21 p.
26. Rivetti, A. 2006. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. *Revista de la Facultad Ciencias Agrarias*. 38(2): 25-36.
27. Rivetti, A.; Puiatti, J. M. P.; Morábito, J. A. y Garelo, A. N. 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. p. 107.
28. Tolk, J. A.; Howell, T. A. and Evett, S. R. 1998. Evapotranspiration and yield of corn grown on three high plains soils. *Agronomy Journal*. 90: 447-454.
29. Uhart, S. A. and Andrade, F. H. 1995. Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Science*. 35: 1376-1383.
30. Villalobos, F. 1998. Crecimiento y desarrollo de los cultivos. Material inédito. Fitotecnia General. Universidad de Córdoba. Córdoba. España. 12 p.



**Prof. Julio Ruiz López**  
1899 - 1965

**Primer Profesor Titular de Dibujo y Técnica Fotográfica  
Facultad de Ciencias Agrarias - UNCuyo  
(1939)**

Nació en Buenos Aires el 17 de septiembre de 1899. Hijo de Eduardo Ruiz Valdivia y Cifuentes (oriundo de Granada) y de Candelaria López García (de Málaga). Tercero de seis hermanos: Eduardo, Candelaria, Julio, Mario, Genaro y Tomás. Cursó sus estudios primarios en Buenos Aires y los superiores en la Academia Nacional de Bellas Artes y Escuela de Artes Decorativas e Industriales, dependiente del Ministerio de Instrucción Pública, de donde egresó en 1920 con el título de Profesor de Dibujo.

Arribó a Mendoza e inmediatamente realizó trabajos de publicidad para el Diario Los Andes. Participó en numerosos concursos referentes a las artes gráficas lo que le valió varios premios.

En 1929 contrajo matrimonio con María Engracia Castilla del Río, oriunda de Cádiz (1898-1981) y tuvo dos hijas: Isabel Candelaria (1931) y Julia María del Rosario (1933).

En 1935 comenzó su actividad docente: fue Profesor de Dibujo y de Pedagogía del Dibujo en la Academia Provincial de Bellas Artes y Escuela de Artes Decorativas e Industriales de Mendoza donde ocupó el cargo de Vicedirector hasta 1947. En 1937 fue Proyectista de la Dirección de Arquitectura de la provincia de Mendoza, hasta 1939, año de la fundación de la Universidad Nacional de Cuyo, cuando fue designado Profesor de la Cátedra de Dibujo de la Escuela de Agronomía (hoy Facultad de Ciencias Agrarias). En 1941 fue designado Profesor de Dibujo del Liceo Agrícola «Domingo Faustino Sarmiento».

Tenía un profundo conocimiento de las actividades plásticas y realizó numerosas exposiciones: en el Museo Rosa Galisteo de Rodríguez, en Santa Fe; en la Galería Giménez de Mendoza (1946) y en la Galería Müller en Buenos Aires (1953).

En 1964 viajó a España para llevar a cabo estudios de perfeccionamiento en la Academia de San Fernando de Madrid y en la Galería Toisón realizó una muestra de sus obras. Allí tuvo oportunidad de entrevistar a grandes exponentes de las artes plásticas, tales como Daniel Vázquez Díaz y Victorio Macho. En nuestra facultad realizó innumerables trabajos técnicos, proyectó las cátedras de Dibujo y Floricultura y pintó dos grandes murales al fresco que aún se conservan.

Falleció el 11 de junio de 1965, a los sesenta y cinco años.

F. A. Melis

*Fuentes:*

Archivos de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Entrevista a Isabel y Julia Ruiz (hijas).