

**EFFECTO DE DIFERENTES PROGRAMACIONES DE RIEGO
COMPLEMENTARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE UN CULTIVO DE MAÍZ
(*Zea mays* L.) EN RÍO CUARTO – CÓRDOBA**

PUIATTI, J.M.; RIVETTI, A.R. Y G. GOMEZ ABELLO
Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Vetrinaria.
Ruta 36 – km 601. Río Cuarto. Córdoba.
mpuiatti@ayv.unrc.edu.ar y arivetti@ayv.unrc.edu.ar

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes programaciones de riego complementario sobre la producción grano y de materia seca (MS) de un cultivo de maíz (*Zea mays* L.). El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto cuya ubicación geográfica es 33° 07' S, 64° 14' W y a 420 m snm, con un maíz híbrido Nidera AX 884 CL sembrado el 5 de octubre del 2006 con una densidad de siembra de 100.000 semillas.ha⁻¹. Se usó un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. El Tratamiento 1 (T1) se regó durante todo el ciclo cuando se consumían 25 mm del agua útil (AU). El T2, se regó durante todo el ciclo una lámina de 25 mm cada vez que se alcanzó el umbral de riego correspondiente. En el T3 el riego se realizó considerando tres fases: 1: desde siembra hasta 12 hojas, 2: desde 12 hojas hasta principio de grano lechoso y 3: desde grano lechoso hasta madurez fisiológica. En las fases 1 y 3 se contempló un umbral de riego considerando un coeficiente de estrés (K_s) de 0,80 mientras que en la fase 2, sin estrés ($K_s=1$). El T4 fue testigo, sin riego. Los momentos de riego se establecieron mediante un balance hídrico, utilizándose un equipo de riego presurizado de avance lateral. Los rendimientos de grano obtenido fueron de T1: 18186 kg.ha⁻¹ T2: 18020 kg.ha⁻¹ T3: 16557 kg.ha⁻¹ y T4: 13699 kg.ha⁻¹. Mientras que los resultados de MS obtenidos en cada tratamiento fueron: T1: 25938,27 kg.ha⁻¹, T2: 24395,43 kg.ha⁻¹, T3: 23883,23 kg.ha⁻¹ y T4: 21205,29 kg.ha⁻¹. Las precipitaciones ocurridas en el ciclo del cultivo fueron de 767 mm y la cantidad de agua aplicada varió entre 50 mm (T1 y T2) y 25 mm (T3). La eficiencia del uso de agua para grano y MS no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos y fue de 4,16 kg.m⁻³ en promedio, para MS y 2,89 kg.m⁻³ en promedio, para grano.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz está hoy en día muy difundido en todo el mundo. Su origen no está muy claro pero se considera que pertenece a un cultivo de la zona de México, pues sus hallazgos más antiguos se encontraron allí (Andrade et al. 1996).

La producción mundial de maíz se destina, en su mayor proporción, a la alimentación animal y en algunos países se emplea como alimento humano en cantidades significativas. Además, es una importante fuente de materia prima para producir almidón y derivados, como edulcorantes, aceites, alcohol, entre otros (Robutti, 2004).

Los avances tecnológicos en los últimos años han llevado al campo argentino a altos niveles de producción.

El departamento de Río Cuarto con 240.000 ha es el más importante en superficie sembrada de la provincia de Córdoba (SAGyA, 2005).

El riego suplementario es una herramienta que puede ayudar a aumentar la productividad y fundamentalmente a estabilizar los rendimientos, dándole mayor certidumbre al negocio agrícola (Martellotto et al., 2002).

La principal limitante de la producción de cultivos extensivos, en la provincia de Córdoba, es la deficiencia en la disponibilidad de agua, determinada no sólo por la variabilidad de las precipitaciones, sino también por los relativamente bajos niveles de aprovechamiento (lluvia efectiva). Esto es debido a la degradación física del suelo, provocada por el intenso laboreo durante décadas y la falta de rotaciones (monocultivo de soja) (Salinas et al., 2006).

No obstante, esta provincia tiene una situación privilegiada en cuanto a la disponibilidad de suelos y recursos hídricos que le permitirían – según estudios realizados por el INTA- regar aproximadamente 1.500.000 ha. De acuerdo a estudios efectuados por la EEA INTA Manfredi es totalmente factible, con riego suplementario, en muchos casos duplicar los rendimientos obtenidos en secano (Martellotto et al., 2002).

A partir del año 1993, comenzó una importante expansión del área bajo riego suplementario en cultivos extensivos en la provincia de Córdoba, superando 76.800 ha en el año 2004, siendo esta actividad, más utilizada para el cultivo de maíz (Salinas et al., 2006).

Regionalmente se ha demostrado la importancia del riego en maíz, con aumentos en el rendimiento de aproximadamente 50% con respecto al de secano (Puiatti et al., 1985; Rivetti et al., 2001).

Rivetti (2004) dividió el ciclo del cultivo en 3 etapas (pre-crítico, crítico, post-crítico) con diferentes programas de riego, sin obtener diferencias significativas de rendimiento entre ellas, arrojando valores promedios entre 14.700 y 16.100 kg.ha⁻¹ para el híbrido Nidera AX 884.

Con respecto a Materia Seca (MS) Barbieri et al., (2001) en ensayos realizados en Balcarce, en secano, encontraron producciones entre 16.270 y 22.770 kg.ha⁻¹, utilizando 140 kg de N.ha⁻¹.

En Río Cuarto, se obtuvieron producciones de MS de 34.600 kg.ha⁻¹ cuando se regó el cultivo durante todo el ciclo, mientras que en secano la disminución en el rendimiento de MS fue del 70% (Rivetti, 2004).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Ruta nacional 36 – km 601, Río Cuarto, Córdoba, Argentina), cuya ubicación geográfica es de 33° 07' S, 64° 14' W y a 421 m snm. En un suelo Hapludol típico, sin problemas de drenaje interno o externo, caracterizándose por un relieve plano, con pendientes menores al 2%.

El clima es templado subhúmedo, con un régimen de precipitaciones de tipo monzónico (Seiler et al., 1995) concentrando el 87,6 % entre los meses de octubre a abril y con una precipitación media anual de 805,1 mm (serie 1977-2006).

A los fines de establecer los requerimientos de fertilización, se determinó el contenido de nitrógeno (N) hasta los 60 cm de profundidad y de fósforo (P) en los primeros 20 cm. Los parámetros del suelo obtenidos fueron los relacionados con el agua del suelo: capacidad de campo (Wc), punto de marchitez permanente (Wm) y densidad aparente (Da).

El ensayo se llevó a cabo utilizando un híbrido simple de maíz (Nidera AX 884 CL). Se sembró el 5 de octubre a una distancia entre hileras de 0,52 m y una densidad de siembra de 100.000 semillas.ha⁻¹. A los fines de no enmascarar limitaciones nutricionales se realizó la fertilización nitrogenada y fosforada en todos los tratamientos. El nitrógeno se aplicó en forma particionada, la primera aplicación a la siembra con 46 kg de N.ha⁻¹ y la segunda, en forma manual, entre los estadios de V6 y V7 con una dosis de 92 kg de N.ha⁻¹ ambas en forma de urea. En cuanto al fósforo, se aplicó solo 25 Kg de fosfato diamónico.ha⁻¹ a la siembra, dado que el suelo presentaba un nivel adecuado (34 ppm).

Se utilizó un diseño experimental de parcelas completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Se recolectaron en cada tratamiento y repetición una muestra de 3 plantas para la determinación de MS. Para el seguimiento fenológico del cultivo se realizaron observaciones cada 7 días en plantas marcadas para dicho fin, durante todo el ciclo, en cada tratamiento y repetición (Ritchie and Hanway, 1993).

La producción de MS se determinó en los siguientes estadios: 2 hojas (V2), 6 hojas (V6), 8 hojas (V8), 13 hojas (V13), panojamiento (VT), grano lechoso (R3) y madurez fisiológica (R6).

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%).

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 tratamientos fueron:

T₁: Partiendo desde capacidad de campo, se regó durante todo el ciclo, aplicando la lámina necesaria para llevar la humedad del suelo a capacidad de campo cuando se consumían 25 mm, siempre y cuando el pronóstico extendido de 72 horas, brindado por el Servicio Meteorológico Nacional, no indicara lluvias. En caso de no ocurrencia se aplicaba la lámina consumida.

T₂: Partiendo desde capacidad de campo, se regó durante todo el ciclo una lámina de 25 mm cada vez que se alcanzó el umbral de riego correspondiente, salvo que el pronóstico prevea precipitaciones.

T₃: El riego se realizó considerando tres fases: 1: desde siembra hasta 12 hojas, 2: desde 12 hojas hasta principio de grano lechoso y 3: desde grano lechoso hasta madurez fisiológica (Nicosia y Martín (h), 1998; Farré et al., 2000 y Rivetti, 2004). En la fase 1 y 3

se contempló un umbral de riego considerando un coeficiente de estrés (K_s) de 0,80. En la fase 2, sin estrés ($K_s= 1$). En cada riego se aplicó una lámina de 25 mm cada vez que se alcanzó el umbral establecido para cada fase.

T₄: Sin riego. (Testigo)

El umbral de riego considerado fue cuando se produjo 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

$$p = 0,55 + 0,04 (5 - ETc)$$

Donde

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

ETo = evapotranspiración del cultivo de referencia (mm)

Kc = Coeficiente de cultivo

Ks = Coeficiente de estrés

Para la determinación de la ETo se utilizó la Ecuación de Penman- Monteith FAO (Allen et al., 1998). Los datos climáticos necesarios se obtuvieron de la Estación Agrometeorológica de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, ubicada en el campo experimental donde se realizó el ensayo.

El coeficiente de cultivo (Kc) que se utilizó fue el que se obtuvo en la campaña 2001/02, en el mismo campo experimental de este ensayo (Rivetti, 2004).

El momento oportuno de riego se determinó en base a un balance de agua del suelo, expresado en términos de agotamiento del agua en el suelo al final de cada día:

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

Donde:

Dri: Agotamiento al final del día i (mm)

Dri-1: Agotamiento al final del día i-1 (mm)

Pi: Precipitación efectiva del día i (mm)

Ri: Riego del día i (mm)

ETci: Evapotranspiración del cultivo del día i (mm)

Ppi: Percolación profunda del día i (mm)

Para realizar los riegos (Ri) se utilizó un equipo de aspersión de avance lateral de dos torres de 43,8 m cada una y un voladizo de 10 m .

La eficiencia de uso del agua (EUA) representa el rendimiento de grano o de materia seca 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 caracterizar la EUA de la siguiente manera:

$$EUAMS = \frac{MS}{ETc}$$

y

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

donde:

EUAMS: Eficiencia de uso del agua para rendimiento de materia seca ($kg \cdot m^{-3}$)

EUAG: Eficiencia de uso del agua para rendimiento de grano ($kg \cdot m^{-3}$)

Y: Rendimiento en grano del cultivo ($kg \cdot m^{-2}$)

MS: Producción de materia seca del cultivo (kg.m^{-2})

ETc: Evapotranspiración del cultivo (m)

Los resultados del ensayo fueron analizados por medio del Análisis de Varianza, utilizándose el test de Tukey para determinar diferencias entre medias. El programa estadístico empleado fue S.A.S. (S.A.S., 1989-1997).

RESULTADOS

El maíz cumplió su ciclo, desde siembra a madurez fisiológica (R6), en 157 días en todos los tratamientos, cumpliendo las diferentes etapas fenológicas en las fechas indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Etapas fenológicas del cultivo

SEMANAS	FECHA	Estadio	
		con Riego	sin Riego
1	05/10/2006	siembra	siembra
2	13/10/2006	VE	VE
3	21/10/2006	V2	V2
4	26/10/2006	V3	V3
	31/10/2006	V4	V4
5	07/11/2006	V5	V5
6	10/11/2006	V5	V5
7	16/11/2006	V6	V6
8	23/11/2006	V7	V7
9	30/11/2006	V8	V8
	04/12/2006	V10	V10
10	06/12/2006	V11	V11
	12/12/2006	V13	V13
11	15/12/2006	V15	V15
12	22/12/2006	VT	VT
13	28/12/2006	R1	R1
14	04/01/2007	R1	R1
15	11/01/2007	R2	R1
16	18/01/2007	R3	R2
17	25/01/2007	R3	R2
18	02/02/2007	R3	R3
19	09/02/2007	R4	R3
20	16/02/2007	R4	R4
21	23/02/2007	R5	R4
22	01/03/2007	R5	R5
23	10/03/2007	R6	R6

La materia seca total producida en los diferentes tratamientos y en sus respectivas etapas fenológicas, se muestran en el Tabla 2.

Tabla 2: Producción de materia seca total (kg.ha⁻¹) de los diferentes tratamientos, en sus respectivas etapas fenológicas

T.	V2 Total	CV	V6 Total	CV	V8 Total	CV	V13 Total	CV	VT Total	CV	R3 Total	CV	R6 Total	CV
1	34,96	15,86	956,70	15,53	2600,74	20,66	7755,50	13,24	9279,63	12,08	22828,57	13,13	25938,28	5,86
2	33,12	48,93	827,08	18,47	2867,03	34,52	6581,17	18,68	9418,24	19,17	19874,66	14,54	24395,44	15,90
3	32,92	10,60	905,79	10,19	3512,05	10,60	6940,68	17,13	8048,06	15,67	17486,44	19,09	23883,23	5,32
4	28,06	29,93	748,39	27,99	2346,20	35,38	6326,30	20,65	8760,24	21,50	20367,89	3,35	21205,29	11,74

Nota: Los cálculos se realizaron en base a 92000 plantas.ha⁻¹ al momento de la cosecha para los tratamientos regados y en base a 82000 plantas por hectárea para secano T: Tratamiento CV: Coeficiente de Variación (%).

En las tablas 3 y 4 se muestran los análisis de varianza de la materia seca total y la producción de granos respectivamente.

Tabla 3: Análisis de varianza de la materia seca total

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P-Valor
Tratamiento	34955962,91666600	3	11651987,63888860	1,85	0,2160
Error	50329241,33333390	8	6291155,16666675		
Total	85285204,25000000	11			

Tabla 4: Análisis de varianza de la Producción de Grano

Fuente de Variación	Suma Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	P-Valor
Tratamiento	77800930,83333430	3	11651987,63888860	6,19	0,0038
Error	83762106,99999900	20	6291155,16666675		
Total	161563037,83333300	23			

El análisis estadístico de la producción de grano y componentes de rendimiento obtenido en los diferentes tratamientos se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Análisis estadístico de la producción (Rendimiento promedio, coeficiente de variación (CV) y diferencia mínima significativa (DMS)

	TRATAMIENTOS			
	SIN RIEGO	CON RIEGO		
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Producción de granos	13699 a	18186 b	18026 b	16557 ab
	C.V.= 16.47	C.V.= 11.58	C.V.= 8.49	C.V.= 13.34
	C.V.= 12.31		D.M.S. = 3307.1	
Nº de granos por m ²	3329.5 a	4255.5 b	4257.2 b	3802.8 ab
	C.V.= 17.52	C.V.= 8.24	C.V.= 5.52	C.V.= 7.30
	C.V.= 9.867		D.M.S. = 623.63	
Peso promedio mil granos (g)	414.33 a	426.83 a	423 a	434.17 a
	C.V.= 10.65	C.V.= 7.37	C.V.= 5.39	C.V.= 7.40
	C.V.= 7.906		D.M.S. = 54.243	
Valores con la misma letra no presentan diferencia significativa al 0,05 según test de Tukey				

Durante el ciclo, la cantidad de agua aplicada a los distintos tratamientos varió entre 25 y 50 mm. La lluvia total fue de 767 mm y la lluvia efectiva fue de 643,55 mm. Según el balance hídrico, el agua total consumida en el ciclo del cultivo fue de 592,14 mm para el T1 y T2, 572,95 mm para el T3 y de 531,60 mm para T4.

La eficiencia del uso del agua (EUA) se muestra en el Tabla 6.

Tabla 6: Eficiencia del uso del agua, evapotranspiración del cultivo y rendimiento promedio de materia seca, para cada uno de los tratamientos

Tratamientos	ETc (m)	EUAg (Kg.m ⁻³)	EUAMS (Kg.m ⁻³)
1	0,592	3.07 a	4,38 a
2	0,592	3.04 a	4,11 a
3	0,572	2.89 a	4,16 a
4	0,531	2.58 a	3,98 a
		DMS =0.5837	DMS =1,1423

Letras diferentes indican diferencia significativa (p<0,05)

Tukey: alfa= 0,05

DMS: Diferencia Mínima Significativa.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En las etapas fenológicas (Tabla 1) se observaron retrasos en el tratamiento sin riego solamente en el período de llenado de granos, (R1 a R4), coincidiendo con Rivetti, (2004), donde el tratamiento sin riego mostró demora en las fases reproductivas alcanzando madurez fisiológica en la misma cantidad de días. Por otra parte, Uhart y Andrade (1995) también observaron demoras de alrededor de 9 días en los estadios vegetativos y 11 días en polinización en cultivos de maíz con riego. Si bien se mencionan ciertos retrasos en las fases del cultivo, el ciclo se cumple en igual cantidad de días debido a que el tratamiento sin riego, en esta campaña, tuvo buena provisión de agua por las lluvias.

El promedio de MS (Tabla 2) de los tratamientos regados fue de 24.738,98 Kg de MS.ha⁻¹, superando en 16,6% al testigo (21.205,29 Kg de MS.ha⁻¹).

Contreras et al., (2004) obtuvieron un incremento del 54,7% en los tratamientos regados respecto al testigo sin riego; esto se debió a que las precipitaciones en ese ensayo fueron escasas, por lo tanto generaron estrés en el tratamiento testigo.

El análisis de varianza de la variable materia seca total en R6, resultó no significativo a un nivel del 5% (P>0,05) (Tabla 3), indicando que no existe efecto del riego sobre la variable.

Este resultado se debió a que el tratamiento testigo tuvo similar producción que los tratamientos regados debido a que la condición hídrica del cultivo no fue limitante, ya que las precipitaciones fueron abundantes durante todo el ciclo (643,55 mm de lluvia efectiva). Estos resultados difieren de los obtenidos por Rivetti (2004) y Contreras et al., (2004) quienes obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos regados y sin riego.

En cuanto a producción de grano, el rendimiento promedio del testigo, sin riego, fue de 13.699 kg.ha⁻¹, un 22% menor que el promedio de los diferentes tratamientos bajo

riego. Los valores correspondientes a los tratamientos bajo riego variaron entre 16.557 kg.ha⁻¹ y 18.186 kg.ha⁻¹.

El análisis estadístico correspondiente a la producción de grano (Tabla 4 y 5) mostró respuesta al riego, ya que hubo diferencia estadística significativa entre el tratamiento sin riego y los tratamientos regados, salvo el tratamiento T3 en que si bien hubo una diferencia de 2.858 kg.ha⁻¹ no alcanzó a registrarse significancia estadística.

La EUAms promedio de los tratamientos regados fue de 4,21 kg.m⁻³, valor ubicado dentro del rango encontrado por diferentes autores, que obtuvieron 5,7 kg.m⁻³, 3,1 kg.m⁻³ y 3,9 kg.m⁻³ (Rivetti, 2004, Tolk et al., 1998 y Karam et al., 2003) respectivamente. La EUA del tratamiento sin riego fue de 3,98 kg.m⁻³, valor similar al de 2,7 kg.m⁻³ encontrado por Contreras et al., (2004). Mientras que, en relación a la EUAg se obtuvo un promedio de 3.0 kg.m⁻³ en los tratamientos regados y 2,58 kg.m⁻³ en el tratamiento sin riego. Valores similares a los obtenidos por Rivetti (2004) con el mismo híbrido y en la misma localidad.

Como conclusión podemos manifestar que bajo las condiciones climáticas ocurridas durante la campaña:

- Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas de producción de materia seca total, debido a las precipitaciones ocurridas durante el ciclo las cuales fueron superiores a las medias normales de la zona.
- Al no haber diferencia estadísticamente significativa, dentro de los tratamientos regados, en la producción de materia seca total del cultivo ni en la producción de granos, se puede decir que, el T3 es el más conveniente de llevar a cabo, porque genera ahorro de agua de riego.
- La eficiencia del uso del agua en este ciclo no presentó diferencia significativa entre los tratamientos.
- El rendimiento en grano y sus componentes en el cultivo de maíz muestra respuesta al riego complementario.

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., A. CIRILO, S. UHART y M. OTEGUI. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Ed. La Barrosa. Balcarce. Buenos Aires. Argentina. 292 pp.

BARBIERI, P. A., H. R. SAÍNZ ROZAS, H. E. ECHEVERRÍA y F. H. ANDRADE. 2001. Reducción de la distancia entre hilera en maíz bajo siembra directa. Estación Experimental Balcarce. INTA Balcarce. Buenos Aires. Argentina.

CONTRERAS, M., E. ZINI y H. M. CURRIE. 2004. Los rendimientos de cultivo de maíz en dos sistemas de riego y algunos indicadores de productividad. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas y tecnológicas 2004. Corrientes. Argentina.

FARRÉ, I., M. VAN OIJEM, P. A. LEFFELAAR y J. M. FACI. 2000. Analysis of maize growth for different irrigation strategies in northeastern Spain. European Journal of Agronomy 12: 225-238.

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

KARAM, F., BREIDY, J., STEPHAN, C. and J. ROUPHAEL. 2003. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of drip irrigated corn in the Bekae Valley of Lebanon. *Agricultural Water Management*. 63:125-137.

MARTELLOTTI E., A. SALINAS, J. P. GIUBERGIA, V. CAPUCCINO, P. SALAS, E. LOVERA, J. PAPPALARDO y J. GORGAS. 2002. Riego Suplementario en Cultivos Extensivos en la Provincia de Córdoba. Proyecto Regional de Agricultura Sustentable e Impacto Ambiental INTA EEA Manfredi. Córdoba. Argentina.

NICOSIA, M. G. y G. O. MARTIN (h). 1998. Cultivos: Producción de Maíz. Algunos aspectos relevantes (parte III). Cátedra de Forrajes y Cereales. Facultad de Agronomía y Zootecnia. U.N.T. Tucumán. Argentina.

PUIATTI J.M., CRESPI R.J., RIVETTI A.R., CANTERO A. y E. BONADEO. 1985. Respuesta del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) al riego y a la fertilización en la zona de Río Cuarto. XII Congreso Nacional del Agua. Tomo II (b): 15-32. Mendoza. Argentina.

RITCHIE S. W. y J. J. HANWAY. 1993. How a corn plant develops. Special Report N° 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service Ames, Iowa. USA.

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.

RIVETTI, A. R. 2004. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto – Córdoba – Argentina. Tesis: Magíster Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. 92 pags.

ROBUTTI, J. L. 2004. Calidad y usos del maíz. *Idia XXI Año IV*. N° 6: 100-104.

S.A.S. System for Window. Release 6.12. 1989-1996. S.A.S. Institute Inc. USA. (Versión en CD).

SAGyA. 2005. Resultados campaña 2004/2005. Ministerio de Producción y Trabajo, Secretaría de agricultura, Ganadería y Alimento, Subsecretaría de Agricultura. UPIIA. Córdoba. Argentina.

SALINAS, A., E. LOVERA, E. MARTELLOTTI, J. GIUBERGIA, S. LINGUA, C. ALVAREZ y H. SALAS. 2006. Riego suplementario en la provincia de Córdoba. Situación actual. Área de Recursos Naturales y Agronomía E.E.A. Manfredi. Córdoba Argentina.

SEILER, R. A., R. A. FABRICIUS, V. H. ROTONDO y M. G. VINO CUR. 1995. Agroclimatología de Río Cuarto - 1974/1993. Vol I. FAV.UNRC. Río Cuarto. Córdoba. Argentina.

TOLK, J.A., HOWELL, T.A. and S.R. EVETT. 1998. Evapotranspiration and yield of corn grown on three high Plains soils. *Agronomy Journal*. 90:447-454.

UHART, S.A. and F.H. ANDRADE. 1995. Nitrogen deficiency in maize: effects on crop growth, development, dry matter partitioning and kernel set. *Crop Science*. 35:1376-1383.