

RIEGO SUPLEMENTARIO EN EL CENTRO DE SANTA FE: MAÍZ PARA SILAJE II- PARTICIÓN DE LA MATERIA SECA PRODUCIDA¹

PILATTI, M. A.²; GIAVENO, C. D.¹³ & MARANO, R. P.⁴

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto en la partición de la materia seca en maíces para silaje con aplicación de riego suplementario en el centro de la provincia de Santa Fe, se realizó un ensayo con tres épocas de siembra, dos condiciones de agua -riego y secano- y dos híbridos de maíz en cada época. Se evaluaron los principales componentes de la biomasa cosechada: peso de tallos, hojas verdes y senescentes y espigas. Fue analizada la evolución del crecimiento diario y una adaptación del factor de respuesta al estrés hídrico. El riego suplementario cambió la partición de manera significativa, induciendo a un aumento en la participación porcentual de las espigas y una disminución en la de tallos. Fueron observadas diferencias importantes entre los crecimientos diarios medidos con riego suplementario en relación a los de secano. La disminución del rendimiento y de la biomasa total por estrés hídrico fue evaluada a través del coeficiente K_y propuesto por la FAO.

Palabras clave: maíz, silaje, riego suplementario, partición biomasa, estrés hídrico.

SUMMARY

Supplementary irrigation the central area of Santa Fe: Maize for silage. II.- Dry matter partition.

The objective of this work was to evaluate the effect of the strategic supplementary irrigation on the dry matter partition of maize cultivated in the central area of Santa Fe. The experiment was conducted using three sowing dates, two catering of water -irrigation and no irrigation- and two maize hybrids in each sowing date. The following components of the harvested biomass were evaluated: weight of stem, green leaf, senescent leaf and ears. The evolution of the dairy growth and an adaptation of the water stress response coefficient were analyzed. The supplementary irrigation significantly changed the dry matter partition, increasing the ear proportion and decreasing the stem proportion. Important differences between dairy growth measured under irrigation and no irrigation were observed. The decrease in the total biomass production and yield, induced by water stress, was evaluated throughout the coefficient K_y proposed by FAO.

Key words: maize, silage, supplementary irrigation, dry matter partition, water stress.

1.- Riego suplementario en el centro de Santa Fe: maíz para silaje. I.- Respuesta productiva en diferentes épocas de siembra. Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias 1 (2): 15-23. 2002.

2.- Cátedra de Edafología. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe. Telefax: (03496) 426400. E-mail: mpilatti@fca.unl.edu.ar

3.- Cátedra de Mejoramiento genético vegetal y animal. FCA (UNL)

4.- Diagnóstico y Tecnología de aguas. FCA (UNL).

Manuscrito recibido el 14 de agosto de 2002 y aceptado para su publicación el 15 de febrero de 2003.

INTRODUCCIÓN

La cuenca lechera santafecina es la principal región productora de leche del país, se caracteriza por basar la alimentación de los rodeos en la producción de pasturas y verdeos (Thomas *et al.* 1999).

En esta Región, la productividad de los cultivos se encuentra muchas veces limitada por deficiencias hídricas, las que ocurren con mayor frecuencia en los meses de invierno y verano (INTA, 1991). La presencia de periodos de estrés hídrico en invierno afecta mucho la producción porque sus efectos se combinan con las bajas temperaturas que naturalmente reducen las tasas de crecimiento. Esa situación adversa puede minimizarse mediante la utilización de reservas forrajeras generadas con el excedente producido en el período primavero-estival. Históricamente, los productores de la Región utilizaron heno y granos como principales fuentes de reservas forrajeras y en los últimos años, se incorporó el silaje de maíz (Thomas *et al.* 1999). Esta práctica presenta la ventaja de proveer un material voluminoso de buena calidad pero con inestabilidad productiva causada por sequías estivales. Para paliar esos efectos el riego suplementario combinado con adecuadas dosis de abonos, surge como alternativa interesante para asegurar y aumentar la producción de maíces destinados a silaje.

Hasta principio de los años '90 no había en la Región antecedentes sobre la respuesta de maíces para silaje a la aplicación de riego y abonos. Por ello desde la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral, se iniciaron experiencias cuyos primeros resultados fueron comunicados por Marano *et al.* (1996); Castignani *et al.* (1996); Marano *et al.* (1997); Pecorari *et al.* (1997); Pilatti *et al.* (1997); Giaveno *et al.* (2002). En Pergamino, Argentina, fueron realizados

experimentos en maíz para silaje bajo riego y secano evaluando densidad de siembra y diferentes ciclos vegetativos, aunque con una única fecha de siembra (Scheneiter *et al.* 1996; Rimieri *et al.* 1997).

El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia del riego suplementario sobre la partición de materia seca en diferentes híbridos y épocas de siembra, y cuantificar la magnitud del efecto del estrés hídrico sobre la producción durante el ciclo del cultivo a través de la determinación del coeficiente K_y , propuesto por Doorembos & Kasan (1979).

MATERIALES Y MÉTODO

Este ensayo fue realizado en el establecimiento San José ubicado en la localidad de Llambi Campbell, provincia de Santa Fe, Argentina. Se efectuaron tres épocas de siembra: temprana (18 de setiembre), intermedia (19 de octubre) y tardía (1° de diciembre) con una única densidad de siembra de 80.000 semillas ha^{-1} , usándose los híbridos Dekalb 752, Nidera 845 en la primera época y Dekalb 762, Nidera 950 en la segunda.

En presembrado se aplicaron 3,0 L ha^{-1} de atrazina 50; 1,6 L ha^{-1} de acetoclor 84 y 100 ml ha^{-1} de cipermetrina 25; aplicándose además 140 kg ha^{-1} de superfosfato triple (0-46-0) y 160 kg ha^{-1} de urea (46-0-0). Se utilizó un pivote central móvil, con una superficie irrigada de 23,8 ha y un caudal de bombeo de 100 $m^3 h^{-1}$. El agua, de origen subterráneo, tiene conductividad eléctrica de 0,9 $dS m^{-1}$, pH de 6,8 y relación de adsorción de sodio de 6, clasificándose como C3S1 (Richards, 1954).

El riego comenzó a aplicarse desde una semana antes de la floración hasta tres semanas después de finalizada; manteniendo

el contenido hídrico del Ap dentro del intervalo de agua fácilmente utilizable, según el criterio propuesto por Norero (1974). Se consideró seco al sector del lote -cuya forma es rectangular- que se encontraba fuera del círculo de riego.

La toma de muestra se realizó en cuatro momentos: estado vegetativo al momento de cierre de surco, prefloración, inicio de llenado de granos y previo al picado. Cada estado fue identificado siguiendo la escala de fonología BBCH propuesta por Bleiholder *et al.* (1991). Se efectuaron 5 repeticiones de 1 m², para lo cual se establecieron al azar parcelas de 1,42 m de largo por 0,70 m de ancho.

Las plantas fueron cortadas a la altura del cuello, coincidiendo con el punto de inserción de raíces adventicias y posteriormente se procedió a la separación y pesaje de sus principales componentes. De esa forma, se dividió la biomasa aérea cosechada (BAC) en tallos (T), hojas verdes (HV), hojas senescentes (HS) y espigas (E). Para cada fracción se obtuvo una alícuota representativa, la que fue colocada en estufa hasta peso constante para calcular el porcentaje de materia seca.

Los datos fueron analizados siguiendo

un diseño jerárquico (Montgomery, 1991) con dos condiciones de disponibilidad de agua (riego y seco) dentro de cada época de siembra y los diferentes híbridos dentro de cada época y disponibilidad de agua. No se estudiaron las diferencias en producción entre estadios fenológicos. El resultado de los análisis estadísticos (SAS, 1991) del Cuadro 1 está referido únicamente a la producción de materia seca por órgano en el último mues-treo.

La tasa de crecimiento diario media (CD) entre estadios se calculó como la diferencia de biomasa entre fin y principio del estadio dividido por la duración en días del lapso.

La evolución de la producción de materia seca, tanto en riego como en seco, fue utilizada junto con la evapotranspiración actual y potencial para calcular la magnitud del coeficiente de disminución del rendimiento por estrés hídrico (Ky) durante el desarrollo del cultivo. Ky se calculó según el procedimiento propuesto por Doorembos & Kasan (1979) que relaciona la disminución relativa de producción con el déficit relativo

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = ky \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right)$$

donde Y_a es el rendimiento actual (kg materia seca ha⁻¹), Y_m es el rendimiento poten-

Cuadro 1. Valores de F y del grado de significación estadística obtenidos para las variables tallo (T), hojas verdes (HV), hojas senescentes (HS) y espigas (E).

	FV	GL	T	HV	HS	E
EPOCAS		2	30.04 ***	70.11 ***	6.51 ***	1.70 ^{NS}
AGUA (EPOCA)		2	2.90 *	5.65 **	3.14 **	96.38 ***
HÍBRIDO (AGUA EPOCA)		5	0.65 ^{NS}	8.07 ***	0.59 ^{NS}	0.97 ^{NS}
ERROR		37				
CV			28.5	29.5	27.6	21.8

*, **, ***, diferencias significativas para niveles de probabilidad de 0,05, 0,01 y 0,001 respectivamente y NS diferencias no significativas.

CV, coeficiente de variación experimental.

cial, ET_a es la evapotranspiración actual en todo el ciclo (mm) y ET_m es la evapotranspiración máxima para todo el ciclo (mm). El factor de respuesta K_y es adimensional y puede presentar valores superiores o inferiores a 1 dependiendo de la susceptibilidad del cultivo al estrés hídrico.

Aquí se considera como Y_a y ET_a a los rendimientos y lámina de agua evapotranspirada obtenidos en condiciones de secano e Y_m y ET_m a los respectivos valores correspondientes a riego, procedimiento también utilizado por Çakir (2004).

Fueron calculados los valores de K_y para BAC y para sus principales componentes E y T, para los híbridos de las dos primeras épocas de siembra dado que no pudo cosecharse el tratamiento de secano correspondiente a la tercer época.

Los valores de evapotranspiración en riego y secano, se calcularon a partir de la precipitación efectiva, la lámina de riego y la variación del agua almacenada en la profundidad enraizada. Quincenalmente, se determinó por triplicado el contenido hídrico edáfico hasta una profundidad de 2 metros utilizando el método gravimétrico.

Las profundidades de toma de muestras variaron de acuerdo con los espesores de cada horizonte presentes en el perfil. Para determinar la profundidad hasta la cual las raíces extraían agua se estimó el «plano de flujo cero» (Kirsch, 1993).

En este procedimiento se determina a qué profundidad del perfil cambia el sentido del flujo ascendente y se considera que hasta ese estrato las raíces extrajeron agua. Para ello se estima el potencial hídrico (mátrico más gravitacional) de cada horizonte; el agua se mueve desde zonas de mayor potencial hacia zonas en el suelo con menor potencial. Cuando domina la evapotranspiración el sentido de flujo es hacia arriba ya que la zona más seca es la superficial; en épocas

de aportes hídricos ocurre infiltración y posteriormente redistribución, cambiando el sentido del flujo hacia abajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizar la evolución del crecimiento del cultivo a través de la acumulación de materia seca en diferentes etapas fenológicas y conocer cómo la biomasa producida es particionada entre los diferentes órganos a lo largo del ciclo permite hacer inferencias sobre el proceso productivo en su conjunto y conocer la estrategia utilizada en la determinación de los componentes del rendimiento (Andrade *et al.* 1996).

Tallo: este componente presentó diferencias significativas entre épocas de siembra y niveles de agua. Los híbridos evaluados presentaron un comportamiento muy similar dentro de cada época y en su respuesta al agua no detectándose diferencias significativas entre ellos (Cuadro 1). La evolución de T en relación a BAC (Cuadros 2, 3 y 4), si se analiza como participación porcentual, se observa que para las tres épocas de siembra con riego existe una tendencia a aumentar hasta floración con una disminución bastante marcada hasta el momento del picado debido al proceso de removilización de sustancias de reserva. En secano, hubo mayores variaciones, pero fue posible observar que en la mayoría de los casos, el T presentó una participación mayor en los primeros estadios de crecimiento en detrimento de la producción de HV.

Las diferencias significativas entre épocas de siembra se debieron en gran medida al comportamiento de los híbridos en secano en la fecha intermedia. En este caso, la demanda atmosférica fue muy elevada siendo insuficiente el aporte pluvial (Cuadro 5), limitando la producción de E y por lo tanto

Cuadro 2. Evolución de la biomasa total cosechada (BAC), crecimiento diario (CD) y partición de la materia seca en tallos (T), hojas verdes (HV), hojas senescentes (HS) y espigas (E) bajo riego y secano en la primera época de siembra.

RIEGO							
días de emergido	Híbrido	T kg ha ⁻¹	HV kg ha ⁻¹	HS kg ha ⁻¹	E kg ha ⁻¹	BAC kg ha ⁻¹	CD kg ha ⁻¹ día ⁻¹
24	Nidera 845	28	37	--	--	65	2,7
	Dekalb 752	35	52	--	--	87	3,6
64	Nidera 845	1796	2177	--	--	3973	97,7
	Dekalb 752	2403	2949	--	--	5352	131,6
86	Nidera 845	5666	3139	--	1158	9963	272,3
	Dekalb 752	6866	3455	--	2299	12620	330,4
114	Nidera 845	7207	2539	277	8690	18713	312,5
	Dekalb 752	5914	2650	518	10429	19511	246,1
SECANO							
días de emergido	Híbrido	T kg ha ⁻¹	HV kg ha ⁻¹	HS kg ha ⁻¹	E kg ha ⁻¹	BAC kg ha ⁻¹	CD kg ha ⁻¹ día ⁻¹
24	Nidera 845	11	9	--	--	20	0,83
	Dekalb 752	13	5	--	--	18	0,75
64	Nidera 845	663	1133	--	--	1796	44,4
	Dekalb 752	755	1071	--	--	1826	45,2
86	Nidera 845	3363	1878	--	100	5341	161,1
	Dekalb 752	5199	2873	--	195	8267	292,8
114	Nidera 845	6162	1801	548	3786	12297	248,4
	Dekalb 752	5369	2231	606	4434	12640	156,2

manteniendo alta la participación porcentual del T en la biomasa total. Estos resultados son muy importantes puesto que el componente de la planta que más afecta a la calidad del silaje de maíz es el tallo (Struik, 1984; Hunt et al. 1989; Daccord et al. 1994, Coors et al. 1994), por lo que se podría esperar un aumento importante en la calidad de los silajes realizados con maíces irrigados en relación a los que se desarrollaron bajo condiciones de secano.

Hoja: presentó diferencias significativas entre épocas, disponibilidad de agua e híbridos. En riego la participación porcentual de las HV fotosintetizantes, varió de

aproximadamente un 60 % en el período vegetativo, 30 % en floración y disminuye al 15 % previo al picado, como producto de una intensa removilización de fotoasimilados hacia la espiga. En secano la tendencia es similar, aunque con una menor removilización a partir de floración.

Las diferencias entre híbridos en secano se debió a una tendencia de unos respecto de otros de mantener un porcentaje mayor de HV. Se destaca que los híbridos DK 752 en la primera fecha de siembra y DK762 en la segunda, presentaron los mayores valores de hojas verdes al momento de picado, sig-

Cuadro 3. Evolución de la biomasa total cosechada (BAC), crecimiento diario (CD) y partición de la materia seca en tallos (T), hojas verdes (HV), hojas senescentes (HS) y espigas (E) bajo riego y secano en la segunda época de siembra.

RIEGO							
días de emergido	Híbrido	T kg ha ⁻¹	HV kg ha ⁻¹	HS kg ha ⁻¹	E kg ha ⁻¹	BAC kg ha ⁻¹	CD kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
30	Nidera 950	268	428,6	--	--	697	23,2
	Dekalb 762	294	565,5	--	--	860	28,7
60	Nidera 950	3347,5	2168,9	--	908,4	6425	190,9
	Dekalb 762	3274,1	2296,8	--	894,0	6465	186,8
94	Nidera 950	3521,0	2947,7	219,1	11370,0	18057	342,1
	Dekalb 762	3600,9	3345,6	177,6	12019,5	19143	372,9
SECANO							
días de emergido	Híbrido	T kg ha ⁻¹	HV kg ha ⁻¹	HS kg ha ⁻¹	E kg ha ⁻¹	BAC kg ha ⁻¹	CD kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
30	Nidera 950	268	428,6	--	--	697	23,2
	Dekalb 762	294	565,5	--	--	860	28,7
60	Nidera 950	2659,8	1752,8	--	534,1	4947	141,7
	Dekalb 762	2231,4	1833,4	--	482,0	4547	122,9
94	Nidera 950	2114,8	1682,1	499,7	2777,5	7074	64,8
	Dekalb 762	2183,2	1941,8	430,2	3002,9	7558	89,8

¹ Hasta la toma de muestra no se había realizado ningún riego.

nificando un aumento en relación a los otros híbridos, de 15 y 23% respectivamente.

La proporción de hojas senescentes (HS), también presentó diferencias estadísticamente significativas entre épocas y especialmente entre las distintas disponibilidades de agua. Los híbridos evaluados mostraron un comportamiento muy parecido entre ellos en cada época de siembra y para riego y secano. En general los materiales tuvieron mayor proporción de HS en secano como resultado del estrés hídrico al que estuvieron sometidas las plantas.

Espiga: el peso de E presentó diferencias significativas únicamente para disponibilidad de agua, evidenciando una fuerte capacidad de respuesta de los híbridos al riego suple-

mentario. Debe destacarse que en las diferentes épocas de siembra existieron importantes deficiencias hídricas (Cuadro 5). La mayor respuesta al riego se obtuvo en la segunda fecha de siembra donde la proporción de espigas superó el 50 % de la biomasa aérea producida. Situación semejante, aunque con una participación porcentual algo inferior, ocurrió en la primera época de siembra.

En secano, la menor disponibilidad de agua hizo que la participación porcentual de las espigas en la materia seca total no supere, en ningún caso, el 40%. Esta mayor respuesta de los híbridos evaluados a un mejor estado hídrico es previsible, puesto que son todos materiales seleccionados para producción de grano y no para silaje.

Cuadro 4. Evolución de la biomasa total cosechada (BAC), crecimiento diario (CD) y partición de la materia seca en tallos (T), hojas verdes (HV), hojas senescentes (HS) y espigas (E) bajo riego y secano en la tercera época de siembra.

días de emergido	Híbrido	RIEGO					
		T kg ha ⁻¹	HV kg ha ⁻¹	HS kg ha ⁻¹	E kg ha ⁻¹	BAC kg ha ⁻¹	CD kg ha ⁻¹ día ⁻¹
21	Nidera 845	213,6	385,4	--	--	599	28,5
	Dekalb 821	355,8	628,9	--	--	985	46,9
40	Nidera 845	2712,0	2870,4	--	--	5582	262,3
	Dekalb 821	1577,4	1917,2	--	--	3394	123,6
55	Nidera 845	6220,9	3392,7	--	1071,4	10685	340,2
	Dekalb 821	6714,7	2961,2	86,9	380,2	10143	453,9
104	Nidera 845	5727,7	2562,9	760	6426,8	15477	97,8
	Dekalb 821	5092,9	2593,2	880,2	8333,8	16900	137,9
SECANO ¹							

¹ No se tomaron muestras de plantas en condiciones de secano porque la deficiencia hídrica durante esta época afectó la germinación, emergencia y posterior densidad de plantas.

Cuadro 5: Riego aplicado y precipitación efectiva total en cada época de siembra de maíz.

Época de siembra	Pe (cm)	R (cm)
Primera	34,5	18,0
Segunda	25,6	17,0
Tercera	26,4	14,8

En función de los resultados presentados en el Cuadro 3, los dos híbridos utilizados en la segunda época de siembra presentaron prácticamente las mismas composiciones porcentuales de T, HV, HS y E al momento de realizado el proceso de ensilado

La respuesta al riego evaluada por medio del crecimiento diario (CD), expresa la acumulación de biomasa en un período determinado y permite establecer el momento fenológico de mayor tasa de acumulación de materia seca. En la primera época de siembra fueron observadas diferencias importantes entre los CD medidos bajo riego en relación a los de secano (Cuadro 2). En ambos casos se estableció que en las primeras etapas los

híbridos presentaron valores de CD muy bajos de materia seca de aproximadamente 3 kg día⁻¹ ha⁻¹ para riego e inferiores a 1 kg día⁻¹ ha⁻¹ para secano. En estadios posteriores se observaron incrementos importantes en el CD hasta aproximadamente floración, con un decaimiento en el período de llenado de granos. En esta época, tanto para riego como para secano, el híbrido Nidera 845 presentó al momento del último muestreo un valor de CD superior al presentado en el muestreo anterior (313 kg día⁻¹ ha⁻¹ y 272 kg día⁻¹ ha⁻¹, respectivamente), siendo ambas tasas elevadas.

Los mayores valores de CD fueron observadas a floración en la tercera fecha de

Cuadro 6. Valores del coeficiente de disminución del rendimiento por estrés hídrico (K_y) para biomasa total cosechada (BAC), peso de espigas (E) y peso de tallos (T).

Época de siembra	Material	Ky (ciclo total)			Ky (floración)	
		BAC	E	T	BAC	E
18/9	Dekalb 752	0,83	1,36	0,21	0,60	0,98
18/9	Nidera 845	0,81	1,33	0,34	0,58	0,96
19/10	Dekalb 762	2,95	3,7	1,92	1,3	1,61
19/10	Nidera 950	2,97	3,7	1,95	1,3	1,62

siembra (Cuadro 4) con valores superiores a los 450 kg día⁻¹ ha⁻¹ para el material tropical Dekalb 821.

La importancia del riego quedó de manifiesto en la última toma de muestra de la segunda fecha de siembra (Cuadro 3) momento en que la demanda climática no fue cubierta por las lluvias ocurridas en ese período. En ese caso, el CD de los dos híbridos con riego superaron los 300 kg día⁻¹, mientras que para el mismo período y en condiciones de secano, esos híbridos no llegaron a los 90 kg día⁻¹ ha⁻¹ de CD.

Los valores observados bajo condiciones de riego son semejantes a los informados por Andrade *et al.* (1996) quienes observaron crecimientos diarios máximos para maíces en Balcarce sin limitaciones hídricas de 400 kg día⁻¹ ha⁻¹.

Respuesta al estrés hídrico (K_y): El factor de respuesta K_y muestra la sensibilidad productiva del maíz (producción de grano) al estrés hídrico y su valor varía durante el ciclo. Según Doorenbos & Kasan (1979), en el período vegetativo presenta valores próximos a 0,4 aumentando en floración y llenado de grano hasta 1,5 ó 2 dado que durante ese estado de crecimiento la producción de granos es altamente influenciada por el estrés hídrico. Coscolluela y Faci (1992) determinaron un valor de K_y para todo el ciclo de maíz –considerando producción de

grano- igual a 1,42, utilizando una fuente lineal de aspersión como método de aplicación diferencial de riego. Çakir (2004) presentó valores de K_y para maíz cultivado en Turquía (41° 42' Lat N y 27° 12' Long E) entre 1,2 y 1,23 -considerando grano- para todo el ciclo, hasta 1, cuando se presentan condiciones ambientales propicias (lluvias abundantes).

Cuando se considera todo el ciclo del cultivo, y durante la primera época de siembra, ambos materiales (valores de K_y para E, Cuadro 6) presentaron valores ligeramente superior a 1,25 determinado por Doorenbos & Kasan (1979) y Çakir (2004). En la segunda época se elevaron significativamente hasta 3,7, manifestando una extrema sensibilidad al estrés hídrico durante este período, evidenciado en las menores precipitaciones (Cuadro 5). No existen referencias de valores de K_y para otros componentes del rendimiento como BAC o T, tal como se presentan en el Cuadro 6, por lo que no es posible su comparación. Un análisis de los valores de K_y para tallo (T) indican una escasa sensibilidad al estrés en la primera época de siembra, para ambos materiales y valores muy superiores en la segunda, acompañando la tendencia de la componente E para el ciclo total y también sin diferencias entre los materiales. La componente BAC tiene similar comportamiento, es decir no

se diferencian los materiales entre si pero sí lo hacen entre épocas de siembra.

Las últimas dos columnas del Cuadro 6 indican los valores de Ky cuando se analiza el estrés hídrico ocurrido durante la floración, momento crítico para la formación del grano. En general puede observarse que decaen los valores de Ky respecto al ciclo total, aspecto que no concuerda con lo esperado (aumento del Ky). Los valores próximos a 1, para ambos híbridos de la primer época de siembra y para E, reflejan una situación de sensibilidad al estrés baja, y para la segunda época se asemeja a las condiciones más propias de este cultivo. Nuevamente puede observarse que no existen diferencias entre híbridos pero sí entre épocas de siembra, siendo la segunda mucho más sensible que la primera. Çakir (2004) halló valores entre 1,2 hasta 1,9 cuando se dejó de regar durante la floración y llenado de grano.

En todos los casos los híbridos presentaron valores muy semejantes entre si cuando se comparan en las mismas condiciones ambientales (Cuadro 6), por lo tanto la respuesta está dada por caracteres altamente conservados que no han sido afectados por el proceso de mejoramiento de esos cultivares.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a La Ramada S.A. por facilitar sus instalaciones para la realización del ensayo y a los Ing. Agr. Pedro Weidmann y Pablo Ghiberto por su colaboración en diversas etapas del trabajo experimental.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE, F. H.; A. G. CIRILO; S. A. UHART & M. E. OTEGUI. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Dekalpress.

Balcarce. 289 pp.

- BLEIHOLDER, H.; T. VAN DER BOOM; P. LANGELUDDEKE & R. STAUB.** 1991. Codificación uniforme para los estados fenológicos de las plantas cultivadas y de las malas hierbas. *Phytoma*, 28:12.
- CASTIGNANI, A. M. C.; M. A. PILATTI; M.T. BEVILAQUA & P. WEIDMANN.** 1996. Riego suplementario en el centro de Santa Fe. Producción de maíz como silaje en producción de leche. Análisis económico y financiero. Actas XX Congreso Argentino de Producción Animal.
- COORS, J.; P. CARTER & R. HUNTER.** 1994. Silage corn. In A. HALLAUER (ed) *Specialty corns*. Ames: Iowa State University Press. 305-339.
- COSCULLUELA, F. & J. M. FACI.** 1992. Obtención de la función de producción del maíz (*Zea mays* L) respecto al agua mediante una fuente lineal de aspersión. *Investigación Agropecuaria*. 7(2): 169-193.
- DACCORD, R.; Y. ARRIGO & R. VOGEL.** 1996. Valeur nutritive de lénsilage de mais. *Revue Suisse Agriculture*. 28(1) :17-21.
- DOOREMBOS, J. & A. H. KASSAM.** 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Serie FAO Riego y drenaje N° 33. Roma.
- ÇAKIR R.** 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Res.* 89: 1-16.
- GIAVENO, C.D.; M.A. PILATTI & R.P. MARANO.** 2002. Riego suplementario en el centro de Santa Fe: maíz para silaje. I Respuesta productiva en diferentes épocas de siembra. *Revista FAVE sección Ciencias Agrarias* 1 (2): 15-23.
- HUNT, C.; W. KEZAR & R. VINDALE.** 1989. Yield, chemical composition and ruminal fermentability of whole plant, ear and stover as affected by maturity. *Journal of Production Agriculture*. 2: 357-361.

- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.** 1991. Carta de suelos de la República Argentina. Hojas 3160-26 y 25. Esperanza-Pilar. 135pp.
- KIRSCH, S.W.** 1993. A field test of a soil-based measure of evapotranspiration. *Soil Science*. 156 (6) : 396-404.
- MARANO, R. P.; M. A. PILATTI; P. WEIDMANN & C. PECORARI.** 1996. Riego suplementario en el centro de Santa Fe. Respuesta productiva del maíz para silaje: resultados del primer año de experiencia. INTA EEA Rafaela, Publ. Misc. 77:11.
- MARANO R. P.; M. A. PILATTI; P. WEIDMANN & C. PECORARI.** 1997. Agua para ensilar maíz. *Forrajes Journal* 2: 41-45.
- MONTGOMERY, D. C.** 1991. Diseño y análisis de experimentos. Ed. Iberoamérica. México. 589 pp.
- NORERO, A. L.** 1974. Concepto dinámico de humedad disponible y su estimación para fines técnicos. V Jornadas Venezolanas de riego. Caracas. Venezuela.
- PECORARI, C.; R. P. MARANO; M.A. PILATTI & P. WEIDMANN.** 1997. Riego suplementario en el centro de la Provincia de Santa Fe. a) Respuesta productiva del maíz para silaje, campaña 1994/95. Información técnica para productores 1995-1996. INTA, EEA Rafaela. 22-24.
- PILATTI M. A.; P. GHIBERTO & P. WEIDMANN.** 1997. Riego suplementario restringido en el centro de Santa Fe. Tres años de experiencia en maíz para silaje. 10pp. Presentado en el Congreso de Maíz; Pergamino, noviembre, 1997
- RICHARDS, L. A.** (Editor), 1954. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura nro.60. Departamento de agricultura de los Estados Unidos de América. Editorial Limusa (México), 174 pp.
- RIMIERI, P.; SCHENEITER, J. O.; J. CARRETE & C. DEVITTO.** 1997. Producción y calidad de maíz para silaje; Efecto de la longitud del ciclo bajo condiciones de riego y secano. *Revista de Tecnología Agropecuaria INTA Pergamino*. II (5): 27-29.
- SCHENEITER, J. O.; J. CARRETE; P. RIMIERI & C. DEVITTO.** 1996. Producción y calidad de maíz para silaje. *Revista de Tecnología Agropecuaria INTA Pergamino*. I (2): 63-66.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE.** SAS/Stat. 1991. Procedure guide for personal computers. 5.ed. Cary: SAS Institute, 1104 pp.
- STRUIK, P.** 1984. An ideotype of forage maize for northwest Europe. *Journal of Agricultural Science*. 32:145-147.
- THOMAS, J. A.; M. A. PAULON; L. DIEZ RODRÍGUEZ & P. WEIDMANN.** 1999. Estrategia de diferenciación de calidad de productos lácteos santafesinos basada en las indicaciones geográficas. I. Análisis de información y factibilidad de implementación. *Revista FAVE*. 13 (2): 61-71.