

DEPRESION EN EL RENDIMIENTO DEL MAIZ CAUSADO POR ALTAS CONCENTRACIONES DE N RESIDUAL EN EL SUELO

C. Pozo (*), C. Cruces (**), J. M. Ramos (***),
L. F. García del Moral (****)

(*) C. I. D. A. Dpto. Suelos y Riegos. Apto. 2027. 18080. Granada.

(**) Dpto. Química Analítica. Facultad de Ciencias. 18001. Granada.

(***) Dpto. Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias: 18001. Granada.

RESUMEN

Se estudia la respuesta de la producción de grano de maíz (*Zea mays* L.) a dosis crecientes de fertilizante nitrogenado (desde 0 a 400 kg N ha⁻¹) aplicados en una, dos o tres veces durante tres campañas de cultivo (1988, 89 y 90) en la Vega de Granada. No se obtuvieron aumentos significativos en la producción de grano ante dosis crecientes de nitrógeno, e incluso se observó una depresión en los rendimientos al suministrar los tratamientos con máximas cantidades de fertilizante.

El estudio de los contenidos de N-NO₃⁻ en el perfil de suelo en la siembra y la cosecha, mostró la existencia de elevadas cantidades de este elemento, así como de proporcionalidad entre el fertilizante aplicado y el N-NO₃⁻ residual en el suelo.

Palabras clave: *Zea mays* L. Producción. Nitrógeno en suelo. Contaminación.

SUMMARY

REDUCTION IN CORN YIELD DUE TO HIGH CONCENTRATION RESIDUAL N IN THE SOIL

A field experiment was conducted over 3 years (1988, 89, 90) in Granada (Spain) to evaluate the response of maize (*Zea mays* L.) to the rate of N (0 to 400 kg N ha⁻¹) and time of application. Corn yields were not significantly increased by the application of N and depletion was observed at the high rate.

The N-NO₃⁻ contents in the soil profile at sowing and harvest, reflected the high amount of this element and its proportionality to the level of fertilizer-N applied.

Key words: *Zea mays* L. Nitrogen. Soil nitrogen. Contamination.

INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo bastante exigente en N durante su desarrollo. Sin embargo, las aplicaciones de éste en la Vega de Granada no están basadas en necesidades reales, sino en usos y costumbres del agricultor de la zona. Las curvas de respuesta de los cul-

tivos ante el N aplicado pueden construirse para todos los cultivos en un gran rango de tipos de suelos y condiciones climáticas. Un óptimo nivel de fertilizante nitrogenado puede ser aquel por encima del cual la aplicación de más fertilizante disminuiría los rendimientos desde el óptimo.

La aplicación del fertilizante nitrogenado en las fases en las que la demanda de N por parte de la planta es normalmente la máxima, aumenta la producción de grano, ya que el cultivo presenta un adecuado sistema radicular (Jordan *et al.*, 1951; Hanway, 1962 b). Sin embargo, las aportaciones de nitrógeno en canti-

dades superiores a las necesidades reales de un cultivo, contribuyen a aumentar el N residual y la contaminación de aguas subterráneas por lixiviación del N aportado y no consumido por la planta (Blackmer, 1987; Foster *et al.*, 1986; MacLean, 1977; Simonis, 1988).

En este trabajo se estudia la respuesta del cultivo (en términos de producción) a dosis crecientes y fechas de aplicación del fertilizante nitrogenado, así como la evolución del contenido de $N-NO_3^-$ en el perfil del suelo (desde 0-180 cm de profundidad).

MATERIAL Y METODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en los terrenos del Centro de Investigación y Desarrollo Agrario de Granada localizados en la Vega de Granada. Estos terrenos se riegan con agua procedente de la Acequia Gorda del Genil y del propio pozo de la finca. El suelo es un Typic Xerofluvent y tiene una textura franca. Se utilizaron parcelas adyacentes una de otra en los tres años de estudio. Las características físico-químicas del perfil de suelo se muestran en la Tabla 1. En 1988 solamente se determinó el $N-NO_3^-$ en las dos primeras profundidades.

Durante los tres años de estudio se sembró la variedad G-4507, híbrido simple de ciclo semitardío (ciclo 700, FAO, 1952) a una densidad de 70000 plantas ha^{-1} . Las parcelas elementales constaron de 8 surcos de 12 m de longitud sembrados a 0.70 m. Las fechas de siembra, floración

y cosecha fueron las siguientes: 5/5, 28/7 y 20/9 para 1988; 4/5, 24/7 y 4/10 para 1989; 2/5, 1/8 y 25/9 para 1990.

La aplicación del fertilizante nitrogenado (urea del 46 % N) se realizó en siembra y en una, dos o tres aportaciones en cobertura durante 1988 y 1989 y en siembra y una sola aportación en cobertura durante 1990. El diseño experimental fue el de bloques al azar con 4 repeticiones. Las fechas de aportación del fertilizante y dosis totales de nitrógeno se muestran en la Tabla 2.

La cosecha se realizó a mano, tomando los 4 surcos centrales de cada parcela, recogiendo las mazorcas existentes, desgranando y secando el grano en estufa a 70 °C hasta peso seco.

En la floración (50 % de las plantas de cada parcela con las sedas visibles) (Ritchie *et al.*, 1989) se reco-

TABLA 1

Características físico-químicas del perfil de suelo en cada año de estudio.

Profundidad	(%)			pH	1988			1989			1990			
	Arena	Limo	Arcilla		M.O.	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0 - 30	47.9	42.2	9.9	1.55	7.9	20	37	95	24	34	105	19	49	77
30 - 60	51.5	41.6	6.9	1.30	8.0	36	26	57	25	30	94	23	23	74
60 - 90	46.1	43.6	9.8	0.90	8.0		32	40	18	20	73	31	23	50
90 - 120	44.2	46.0	9.8	0.70	7.9		15	35	21	12	45	43	24	45
120 - 150	42.1	46.8	9.8	0.70	7.8		14	40	40	10	42	66	25	54
150 - 180	42.1	46.8	11.1	0.70	7.8		14	40	47	8	37	26	28	50

TABLA 2
Tratamientos, dosis y fechas de aplicación de fertilizante. Ensayos 1988, 89 y 90.

Trat. 1988	Fertilizante nitrogenado (kg N ha ⁻¹)														
	Fondo 23/6	1.º Cob 15/7	2.º Cob 8/8	3.º Cob 8/8	Total	Trat. 1989	Fondo 14/6	1.ª Cob 29/6	2.ª Cob 13/7	3.ª Cob 13/7	Total	Trat. 1990	Fondo 25/5	1.º Cob. 4/7	Total
N-1-1	62	138			200	N-0	0	0	0	0	0	N-0			0
N-1-2	62	69	69		200	N-1-1	64	36			100	N-150	64	86	150
N-1-3	62	46	46	46	200	N-1-2	64	18	18		100	N-300	64	236	300
N-2-1	62	238			300	N-1-3	64	12	12	12	100				
N-2-2	62	119	119		300	N-2-1	64	86			100				
N-2-3	62	79	79	79	300	N-2-2	64	43	43		150				
N-3-1	62	338			400	N-2-3	64	29	29	29	200				
N-3-2	62	169	169		400	N-3-1	64	136			200				
N-3-3	62	112	112	112	400	N-3-2	64	68	68		200				
						N-3-3	64	45	45	45	200				

Xª Cob. aplicación de fertilizante en cobertera.

gió la hoja opuesta e inferior a la hoja de la mazorca para determinar el nivel de nitrógeno. La determinación de nitrógeno (previa preparación, mineralización y solución) estuvo basada en la transformación del nitrógeno presente en la muestra en sulfato amónico mediante el ataque con ácido sulfúrico concentrado.

Tanto en la siembra como en la cosecha se determinó el nivel de $N-NO_3^-$ en el perfil del suelo (Bremner, 1965), mediante tomamuestras Veihmeyer cada 30 cm de profundidad hasta 180 cm. El muestreo de

siembra se realizó antes de la aportación del fertilizante de sementera. Cada muestra se mantuvo en cámara frigorífica a 4 °C hasta su análisis.

La extracción del $N-NO_3^-$ se realizó mediante una solución de sulfato de plata y sulfato de cobre, precipitando estos compuestos por la adición de $Ca(OH)_2$ y $MgCO_3$. La determinación se realizó por colorimetría con ácido fenoldisulfónico a 420 nm.

Los métodos estadísticos utilizados estuvieron basados en análisis de varianza y correlación lineal (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 3 se recogen los datos medios mensuales de T^a máxima y mínima, así como los datos de precipitación durante los tres años de ensayo.

En la Tabla 4 se muestran las producciones de grano seco (Y , $t\ ha^{-1}$), así como los valores de los componentes del rendimiento (YP: cosecha planta, NMS: número de mazor-

TABLA 3

Valores climáticos mensuales. Años 1988, 89 y 90.

	1988			1989			1990		
	T^a max	T^a min	Prec. (mm)	T^a max	T^a min	Prec. (mm)	T^a max	T^a min	Prec. (mm)
E	12.4	2.7	48.0	13.1	-1.2	26.9	12.6	0.1	38.7
F	14.5	1.6	19.0	15.6	1.7	36.6	20.6	1.4	0.0
M	19.9	1.6	11.7	20.1	3.7	36.1	20.2	4.8	37.1
A	20.8	6.3	48.7	18.4	4.8	36.7	19.2	5.0	85.8
Ma	24.2	9.2	32.4	25.5	8.7	27.5	25.9	9.7	15.9
J	26.9	11.0	9.8	31.1	12.7	25.9	31.8	12.6	0.4
J1	35.0	14.7	0.5	36.6	16.7	0.0	35.2	16.0	1.8
Ag	35.9	15.0	0.0	35.3	16.1	0.5	34.9	15.3	3.0
S	31.3	11.9	0.0	28.6	13.0	61.5	30.9	15.2	22.2
O	23.7	9.0	65.8	24.7	9.5	33.5	21.1	9.3	92.1
N	17.7	6.2	41.4	17.5	6.9	87.1	16.7	6.7	39.1
D	13.2	4.9	12.0	15.0	5.8	98.5	11.5	1.1	58.9

TABLA 4

Valores medios de producción y componentes. Ensayos 1988, 89 y 90.

1988 Tratamiento	Y	NMS	YP	NGM	PMG
N-1-1	10.6	7.0	194.3	597.9	307.6
N-1-2	10.4	6.7	194.8	642.1	304.3
N-1-3	10.8	7.2	175.2	636.8	273.4
N-2-1	9.9	6.2	176.7	657.2	274.9
N-2-2	10.8	6.9	193.6	631.2	306.6
N-2-3	10.6	7.2	193.6	639.2	303.6
N-3-1	10.4	6.9	170.2	638.6	269.0
N-3-2	10.9	6.8	186.6	623.6	305.4
N-3-3	9.4	6.5	189.4	622.5	301.1
X	10.4	6.8	186.0	634.5	294.0
D. S.	1.1	0.2	29.5	28.9	13.0
1989					
Tratamiento					
N-0	13.0	6.4	228.2	703.5	324.2
N-1-1	12.9	6.4	228.2	721.8	318.2
N-1-2	13.3	6.4	224.6	716.0	312.8
N-1-3	13.0	6.8	218.4	703.6	310.7
N-2-1	13.6	6.6	231.2	726.6	323.4
N-2-2	11.7	6.6	207.5	659.4	308.1
N-2-3	13.2	6.6	231.9	715.9	323.0
N-3-1	13.4	6.6	229.4	717.3	320.7
N-3-2	12.3	6.8	202.9	670.8	305.4
N-3-3	12.6	6.5	232.2	722.7	321.1
X	12.9	6.6	223.5	704.5	316.8
D. S.	0.8	0.6	17.0	35.3	12.8
1990					
Tratamiento					
N-0	13.2a	6.7a	217.4a	674.3a	322.0a
N-150	11.8b	6.3b	204.2b	645.8ab	315.9b
N-300	11.7b	6.4ab	212.0ab	668.0b	318.2ab
X	12.2	6.5	211.2	662.7	318.7
D. S.	0.8	0.1	6.6	14.9	3.0

Y = Cosecha grano ($t\ ha^{-1}$), YP = Cosecha planta (g/planta).
 NMS = Mazorcas m^2 . NGM = Granos mazorca. PMG = Peso 1000 granos (g).

cas por unidad de superficie, NGM: número de granos por mazorca y PMG: peso medio del grano), en cada uno de los años y tratamientos.

Durante 1988 y 1989 no hubo diferencias en la producción con significación en ninguno de los tratamientos. Pearson y Jacobs (1987) indicaron en sus trabajos, que la aportación del N antes de la flora-

ción afectaba al rendimiento a través del NGM, mientras que la aplicación después de la floración afectaba a la calidad del grano. Durante estos dos años de estudio, ni el NGM ni la concentración de N en el grano se vió afectado por la fecha de aportación del N.

En 1990 sí existieron diferencias estadísticamente significativas

TABLA 5

*Valores de medias de cuadrados para Y, YP, y componentes.
Ensayos 1988, 1989 y 1990.*

Ensayo F. V.	1988 G. L.	M. C.				
		Y	NMS	YP	NGM	PMG
Tratamiento . .	8	1016900	0.427	362.85	306.94	1070.95
Rp	3	1494188	0.082	1262.61	1666.87	1530.73
Error.	24	2664179	0.250	873.73	834.99	1472.82
Total.	35					
Ensayo F. V.	1989 G. L.	M. C.				
		Y	NMS	YP	NGM	PMG
Tratamiento . .	9	1263209	0.096	443.95	1752.03	11.68
Rp	3	1606969	0.432	1188.03	5290.03	19.09
Error.	27	723492	0.188	287.96	1248.03	10.30
Total.	39					
Ensayo F. V.	1990 G. L.	M. C.				
		Y	NMS	YP	NGM	PMG
Tratamiento	2	17226753**	1.166**	1573.20*	7429.83*	337.10*
Rp	3	3336704	0.129	403.12	1664.05	139.48
Error.	6	802559	0.150	335.14	1847.20	152.28
Total.	11					

*, **. Nivel de probabilidad al 0.05 y 0.01 respectivamente.

($P < 0.05$), correspondiendo a los tratamientos sin N las mayores producciones. En la Tabla 5 se presenta el análisis de varianza de los datos de cada año.

En la Tabla 6 se muestran los valores de N (g kg^{-1} m. s.) en la hoja opuesta e inferior a la hoja de la mazorca en cada una de las campañas estudiadas. Existen numerosos trabajos que recogen la respuesta en la concentración de N en las hojas, ante variaciones en las dosis de fertilizante nitrogenado aportado (Asghari y Hanson, 1984; Bennet *et al.*, 1953; Dirks y Bolton, 1980). En nuestro estudio, no existieron diferencias significativas en el contenido de N entre los tratamientos durante 1988 y 1989, mientras que en 1990 el tratamiento testigo de N presentó el valor más bajo. Cabe destacar el hecho de que tanto en 1988, 1989 y en los tratamientos con N durante

1990, la concentración de N fue bastante superior a la indicada como óptimo (30.2 g N kg^{-1} m. s.) en la bibliografía consultada (Tyner, 1947; Bennet *et al.*, 1953; Dumenil, 1961).

En la siembra y en la recolección de las campañas 1989 y 1990 se evaluó el nivel de N-NO_3^- en el perfil de suelo. Los contenidos (en mg kg^{-1}) para cada año y tratamiento, en cada ocasión de muestreo, se recogen en la Tabla 7.

La cantidad de N-NO_3^- en el suelo al inicio del ciclo fue alta. Considerando que la densidad aparente del suelo fue 1.4 kg cm^{-3} y la profundidad de las muestras cada 30 cm, la cantidad de N-NO_3^- disponible para el cultivo, fue de 741 y 875 kg ha^{-1} en 1989 y 1990, respectivamente. En 1990 los contenidos de N-NO_3^- aumentaron desde la siembra a la cosecha en los tratamientos que recibieron fertilizante nitrogenado corres-

TABLA 6

Valores de N (g kg^{-1} m. s.) en hoja en floración.
Ensayos 1988, 89 y 90.

1988		1989		1990	
Tratamiento		Tratamiento		Tratamiento	
N-1-1	36.4	N-0	34.5	N-0	31.3 b
N-1-2	36.3	N-1-1	34.5	N-150	32.1 a
N-1-3	35.7	N-1-2	34.7	N-300	32.6 a
N-2-1	35.4	N-1-3	35.4		
N-2-2	36.9	N-2-1	34.3		
N-2-3	37.2	N-2-2	33.0		
N-3-1	36.9	N-2-3	34.9		
N-3-2	37.0	N-3-1	36.0		
N-3-3	35.7	N-3-2	35.6		
		N-3-3	35.7		
X	36.4		34.7		32.0
D. S.	0.6		0.8		0.6

TABLA 7

Valores (mg kg^{-1}) de N-NO_3 en cada tratamiento en función de la profundidad (cm). Ensayos 1989 y 1990.

1989 Trat.	Siembra	Cosecha				1990 Trat.	Siembra	Cosecha		
		0 N	100 N	150 N	200 N			0 N	150 N	300 N
Prof. 30	19.8	7.6	11.7	13.3	11.5	Prof. 30	19.0	13.3	20.0	35.9
60	31.8	9.9	8.5	9.0	10.3	60	22.9	14.2	26.8	45.9
90	20.3	11.0	9.7	13.4	14.3	90	30.2	15.2	35.4	48.0
120	24.8	8.4	19.4	18.0	20.7	120	43.6	15.9	44.2	70.0
150	47.6	29.4	21.4	17.5	19.8	150	66.2	9.9	45.5	52.5
180	39.2	22.7	16.8	11.6	11.8	180	26.4	13.0	25.7	38.0
Total perfil:	179.1	99.0	87.5	82.8	88.4	208.3	81.5	197.5	290.3	

pondiendo al tratamiento 300 N los valores más altos de N residual al final de la estación. En 1989, los contenidos de N-NO₃⁻ disminuyeron desde la siembra hasta la cosecha. No existió efecto residual en suelo del fertilizante aplicado, presentando todos los tratamientos una distribución similar en el perfil del suelo al final de la estación. En este año y justo antes de la cosecha, se registraron intensas lluvias que provocaron inundación de las parcelas y lavado del perfil y de aquí, la existencia de similares contenidos de nitrógeno en todos los tratamientos.

En la Tabla 8 se muestran los balances de nitrógeno (en kg ha⁻¹) para 1989 y 1990, realizados con los aportes efectuados durante la estación (fertilizante y nitrógeno en el agua de riego) y el consumo por parte del cultivo. En estos balances, la suma del nitrógeno presente en el suelo en el momento de la siembra (N_{ss}), el nitrógeno aportado por el

fertilizante (N_f) y el presente con el agua de riego (N_{ag}) es la cantidad disponible, mientras que el extraído por el cultivo (N_c) y el presente en el suelo en la cosecha (N_{sc}), corresponden al segundo término; en éste también se incluye el nitrógeno considerado como pérdida (N pérdida) (producto de la lixiviación, erosión y/o volatilización) existente pero no medido en nuestro trabajo.

Así la expresión del balance sería:

$$N_{ss} + N_f + N_{ag} = N_c + N_{sc} + N_{p\acute{e}rda}.$$

La acumulación de N-NO₃⁻ en suelo, en los tratamientos que recibieron fertilizante nitrogenado (en 1990), indicó que el nitrógeno existente en el suelo al inicio del ciclo fue suficiente para los requerimientos del cultivo e incluso determinaron una depresión en los rendimientos. La aplicación de N "extra" con el fertilizante nitrogenado se tradujo

TABLA 8

Balances de nitrógeno. Ensayos 1989 y 1990.

Tratamiento	N _{ss}	+	N _f	+	N _{ag}	-	(N _c	+	N _{sc}	+	N pér.)
1989											
N-0	741	+	0	+	109	-	(290	+	375	+	184)
N-100	741	+	100	+	109	-	(305	+	367	+	277)
N-150	741	+	150	+	109	-	(299	+	350	+	350)
N-200	741	+	200	+	109	-	(307	+	371	+	371)
1990											
N-0	875	+	0	+	40	-	(215	+	350	+	350)
N-150	875	+	150	+	40	-	(227	+	829	+	17)
N-300	875	+	300	+	40	-	(228	+	987	+	1)

Los valores de cada término estan expresados en kg ha⁻¹.

en su acumulación en el perfil. Este N estaría sujeto a pérdidas a capas profundas, y en condiciones anormales de precipitación (como

fueron las presentes en 1989) podría lixiviarse hasta el acuífero con el consiguiente riesgo de contaminación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que el cultivo dispuso del suficiente N al inicio del ciclo, no observándose diferencias en el NGM entre tratamientos, componente que determina las variaciones en las cosechas de maíz (Vig, 1989; Pearson y Jacobs, 1987). Las depresiones en los rendimientos observadas en los tratamientos con fertilizante nitrogenado durante 1990 y la falta de respuesta positiva durante 1988 y 1989, indicaron el efecto negativo

del exceso de N en el desarrollo normal del cultivo, así como la incidencia del nitrógeno no consumido por el cultivo en el nivel de contaminación del medio.

El uso irracional del fertilizante nitrogenado en zonas agrícolas en las que los niveles de nitrógeno residual en el suelo son elevados contribuyen a aumentar los riesgos de contaminación por nitratos del acuífero, sin ningún beneficio para los cultivos.

BIBLIOGRAFIA

- ASGHARI, M. and HANSON, R. G., 1984. Climate management and N effect on corn leaf N, yield and grain N. *Agron. J.*, 76: 911-916.
- BENNET, W. F., STANFORD, G. and DUMENIL, L., 1953. Nitrogen, phosphorus and potassium content of corn, leaf and grain as related to nitrogen fertilization and yield. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 17: 252-258.
- BLACKMER, A. M., 1987. Losses and transport of nitrogen from soils. In: *Rural groundwater contamination*. D'Itri, M. F. and Wolfson, L. G. (Eds.). Lewis publisher, Inc., Chelsea, Mich.
- BREMMER, J. M., 1965. Inorganic forms of nitrogen. In *methods of Soil Analysis*, Part 2. *Agronomy*, 9: 1179-1237. Am. Soc. of Agron. Inc, Madison. Wis.
- DIRKS, V. A. and BOLTON, E. F., 1980. Regression analysis of grain yield of corn. Level of leaf NPK and soil conditions in a long-term rotation experiment on Brookston clay. *Can. J. Soil Sci.*, 60: 599-611.
- DUMENIL, L. L., 1961. Nitrogen and phosphorus composition of corn leaves and corn yields in relation to critical levels and nutrient balance. *Soil Sci. Soc. Proc.*, 295-298.
- FOSTER, S. S., BRIDGE, L. R., GEAKE, A. K., LAWRENCE, A. R. and PARKER, J. M., 1986. The groundwater nitrate problem: A summary of research on the impact of agricultural land-use practices on the groundwater quality between 1976 and 1985. *Hydrogeol. Rep. Br. Geol. Surv.*, n: 86/2.

- HANWAY, J. J., 1962 b. Corn growth and composition in relation to soil fertility. II. Uptake of N, P, and K and their distribution in different plant parts during the growing season. *Agron. J.*, 54: 217-222.
- JORDAN, H. V., LAIRD, K. D. and FERGUSON, D. D., 1951. Growth rates and nutrition uptake by corn in a fertilizer spacing experiment. *Agron. J.*, 42: 261-68.
- MACLEAN, A. J., 1977. Movement of nitrate nitrogen with different cropping systems in two soils. *Can. J. Soil Sci.*, 57: 27-33.
- PEARSON, C. J. and JACOBS, B. C., 1987. Yield components and nitrogen partitioning of maize in response to nitrogen before and after anthesis. *Aust. J. Agric. Res.*, 38: 1001-1009.
- RITCHIE, S. W., HANWAY, J. J. and BENSON, G. O., 1989. How a corn plant develops. Iowa State Univ. of Sci. and Tech. Co. Ext. Service Ames, Iowa. Report 48.
- SIMONIS, A. D., 1988. Studies on nitrogen use efficiency in cereals. In: Nitrogen efficiency in agricultural soils. Jenkinson, D. S. and Smith K. A. (Eds.). C. E. C.
- STEEL, R. G. D. and TORRIE, J. H. 1985. *Bioestadística: principios y procedimientos*. McGraw-Hill, Ed., Bogotá).
- TYNER, E. H., 1947. The relation of corn yields to leaf nitrogen, phosphorus and potassium content. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 11: 317.
- VIG, J. C., 1989. Effects of nitrogen application time on ear components of maize. *J. Agron. and Crop Sci.*, 162: 320-324.

Recibido: 2-3-92.

Aceptado: 8-7-92.