

Tres Niveles de riego, crecimiento y rendimiento de maíz dulce (*Zea mays* cv. Suresweet) regado por goteo¹

Eladio A. González-Fuentes, Megh R. Goyal y
Carmela Chao de Báez²

RESUMEN

Se estudió cómo tres regímenes de riego por goteo afectan las características de crecimiento y rendimiento de maíz dulce en la subestación de Fortuna, Juana Díaz, P. R. El experimento de campo se estableció con un diseño de bloques completos aleatorizados y repetidos cuatro veces. Se usaron tres intensidades de riego (mojado = T1; húmedo = T2; seco = T3) basados en tensiómetros a 15, 30 y 45 cm. de profundidad, respectivamente.

El rendimiento comercial fue de 6,487.8, 5,034.8 y 3,879.6 kg./ha. en T1, T2 y T3, respectivamente. T1 aumentó significativamente el rendimiento comercial al compararlo con T2 y T3 al 5% de probabilidad. El aumento fue de 28.9 y 67.3% en comparación con T2 y T3, respectivamente. T3 redujo el número de mazorcas por hectárea en 41%. El peso medio y el largo de la mazorca no fueron significativamente diferentes al 5% de probabilidad. Las relaciones entre los parámetros de crecimiento y los días después de sembrar mostraron una relación sigmoide.

ABSTRACT

Effects of three irrigation regimes on growth parameters and yield of drip irrigated sweet corn (*Zea mays* cv. Suresweet)

The objective of this study was to evaluate effects of three irrigation regimes on the growth characteristics and commercial yield of drip-irrigated sweet corn. A field experiment was established in the winter of 1985-86 at the Fortuna substation, Juana Díaz, on the semiarid south coast of Puerto Rico. A randomized complete block design with three irrigation levels (wet = T1, moist = T2, dry = T3) based upon tensiometers at 15-, 30- and 45-cm soil depth, respectively. Treatments were replicated four times. A low pressure biwall drip irrigation system was used. Commercial sweet corn yield was 6487.0, 5034.8 and 3879.6 kg/ha in the T1, T2, and T3 plots, respectively. The wet treatment (T1) yielded significantly more than T2 and T3 at $P=0.05$. Increases were 28.9 and 67.3% compared with T2 and T3, respectively. T3 caused a reduction of 41% in the number

¹Manuscrito sometido a la junta editorial el 2 de septiembre de 1987.

Este estudio se hizo conforme al proyecto S-143 (H-326) "Trickle Irrigation in Humid Regions-Puerto Rico". Esta contribución está parcialmente basada en la tesis de MS sometida por el autor a la Escuela de Estudios Superiores del Recinto Universitario de Mayagüez. El autor agradece las sugerencias de James Beaver y Héctor Lugo.

²Agrónomo Auxiliar, Ingeniero Agrícola Asociado y Estadística Asociada, Estación Experimental Agrícola, Recinto Universitario de Mayagüez, Río Piedras, P. R.

of ears per hectare. The average weight and length of ears were not significantly different at $P=0.05$. Weekly fresh and dry plant weight, fresh and dry total weight, plant height, length of ear versus days after planting relationships were of sigmoidal type. Coefficient of correlation and regression coefficients were significant at $P=0.05$.

INTRODUCCIÓN

La frecuencia y la cantidad de agua que se le aplica a los cultivos depende de las condiciones climatológicas locales, del cultivo, de su estado de crecimiento, de la humedad del suelo y sus características. Si se saben los requisitos de agua de los cultivos, las características de riego del suelo, si los campos se han nivelado correctamente y si se siguen métodos correctos de riego, los rendimientos por unidad de agua pueden aumentar (2,4,12,13).

Safontas y cols. (16) indicaron un 35% de aumento en el rendimiento de maíz regado por goteo con una ganancia adicional de \$460.00/ha. En otros países se han hecho estudios basados en estimados de evapotranspiración (ET) para estimar los requisitos de riego (12,13,16), pero en Puerto Rico no se han hecho. Claassen y Shaw (2) encontraron una reducción de 53% en el rendimiento cuando hubo un déficit hídrico las tres semanas siguientes a la formación de las barbas. Morey y cols. y Ritter y cols. (10,12,13) mostraron diferencias significativas en rendimiento de maíz dulce entre tratamientos con riego y sin riego. Musick y Dusek (11) al someter la planta a un déficit hídrico durante la última fase de crecimiento vegetativo limitaron el potencial de rendimiento y redujeron el largo de la mazorca y el número de granos. Cuando el maíz se ha regado se ha logrado aumentar el peso y el número de granos por mazorca, lo que aumenta los rendimientos (1,4,5,7,14,15,18). Un déficit hídrico desde que se forma la panoja hasta la polinización puede retrasar la formación de las barbas por dos o más semanas y disminuir el número de semillas por la falta de polen viable. Es durante la formación de las barbas y la panoja que el déficit causa la mayor disminución en rendimiento (2,5,14,17,18). Si el agua escasea, la planta no puede aprovechar los abonos que se le aplican. Principalmente se afecta la extracción de fósforo y potasio (8,9,19). Por otro lado, si se riega intensamente algunos elementos podrían perderse por filtración (15).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres regímenes de riego por goteo sobre el desarrollo vegetativo y el rendimiento comercial del maíz dulce (*Zea mays* cv. Suresweet) en la zona sur de Puerto Rico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en la Subestación de Fortuna en Juana Díaz, Puerto Rico en el invierno de 1985 para evaluar el efecto de tres intensidades de riego sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo y el rendimiento del maíz dulce. Se sembró en un suelo Mollisol de la serie

San Antón (Cumulic Haplustolls, de textura arcillosa, fina, mixta, isohipertérmica) con un pH de 7.9.

Se trazaron tres líneas secundarias con los siguientes tratamientos: mojado = T1, húmedo = T2 y seco = T3. Se instalaron tensiómetros a profundidades de 15, 30 y 45 cm. en los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Se regó cuando el tensiómetro marcó una tensión de 50 cbares, y se suspendió cuando la tensión de humedad bajó de 20 cbares (6).

Se usó un diseño de bloques completos aleatorizados con cuatro repeticiones. La siembra se hizo en tresbolillo, en hileras sencillas a ambos lados de la línea lateral a 22.5 cm. (3).

Para estudiar el patrón de crecimiento se escogieron semanalmente dos plantas al azar de cada tratamiento. Las variables estudiadas fueron los pesos fresco y seco de la planta, su altura y el peso y el largo de las mazorcas, y el número, pesos fresco y seco de las mazorcas comerciales. Para obtener el peso seco de las plantas y mazorcas, se cosecharon dos plantas de las hileras del centro de cada parcela. Las mazorcas se dividieron en porciones pequeñas y se colocaron en bolsas de papel previamente identificadas para secarlas al horno a una temperatura de 70° C. por 48 horas. Se cosechó a base del cambio característico en el grano para el tiempo en que estuvo fisiológicamente maduro, esto es, cuando el grano está completamente lleno, pero aún lechoso (3). La cosecha en la cual se midió el rendimiento comercial se hizo el 10 de marzo de 1986.

CUADRO 1.—Efecto del tiempo (días después de sembrar) sobre el peso fresco y seco de las plantas de maíz dulce regado por goteo¹

Días después de sembrar	Peso fresco de la planta	Peso seco de la planta
	g	g
31	12.63	1.40
38	32.63	3.73
45	53.47	6.80
52	175.60	20.70
59	341.00	44.80
66	533.50	77.33
71	409.67	77.57
78	413.50	81.20
85	384.67	83.63
92	352.17	86.83
99	282.83	72.97
Promedios	271.97	50.63
DMS ^{2,3}	168.80	34.35

¹Las respuestas de cada tratamiento son un promedio de los tres regímenes de riego.

²Diferencia mínima significativa.

³No hay diferencias significativas a P=0.05.

$$Y_1 = 478.1/1 + 115089.7e^{-2.95x}, R^2 = 0.57$$

$$Y_2 = 386.2/1 + 4421.3e^{-2.01x}, R^2 = 0.60$$

$$Y_3 = 329.5/1 + 709.2e^{-1.54x}, R^2 = 0.68$$

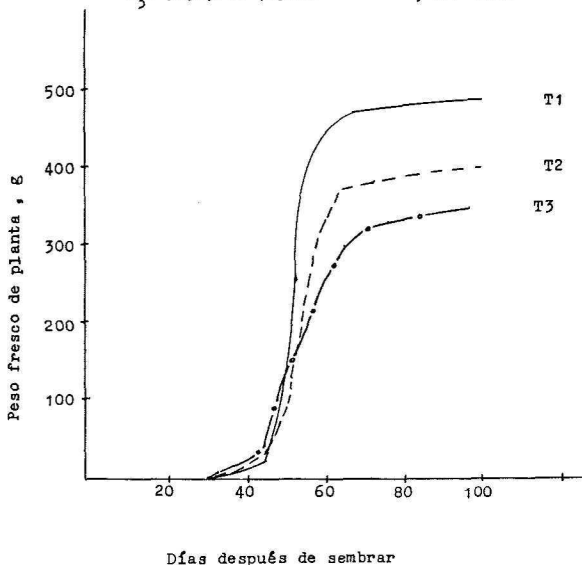


FIG. 1.—Efecto de días después de sembrar sobre el peso fresco de las plantas de maíz.

Para las diferentes variables de crecimiento se usó una curva de tipo Mitscherlich^a y un análisis de regresión exponencial (17). También se hicieron pruebas de diferencias mínimas significativas (DMS) entre los promedios de tratamientos para las características de crecimiento y rendimiento cuando el análisis de varianza resultó significativo.

^a $Y = A/(1 + Be^{-Cx})$, de donde

A, B, C = coeficientes de regresión; X = días después de sembrar;

Y = parámetro de crecimiento; e = exponencial.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los pesos fresco y seco de las plantas aumentaron significativamente ($P = .05$) a medida que transcurrieron los días luego de la siembra (Cuadro 1).

La relación entre pesos fresco y seco de la planta y los días después de sembrar fue de carácter sigmoide (fig. 1 y 2). Los valores para R^2 variaron de 0.57 a 0.68 y de 0.68 a 0.75 para los pesos fresco y seco de la planta, respectivamente.

$$Y_1 = 93.8/1 + 10664.9e^{-2.08x} , R^2 = 0.75$$

$$Y_2 = 82.7/1 + 1226.2e^{-1.46x} , R^2 = 0.68$$

$$Y_3 = 76.3/1 + 236.6e^{-1.02x} , R^2 = 0.70$$

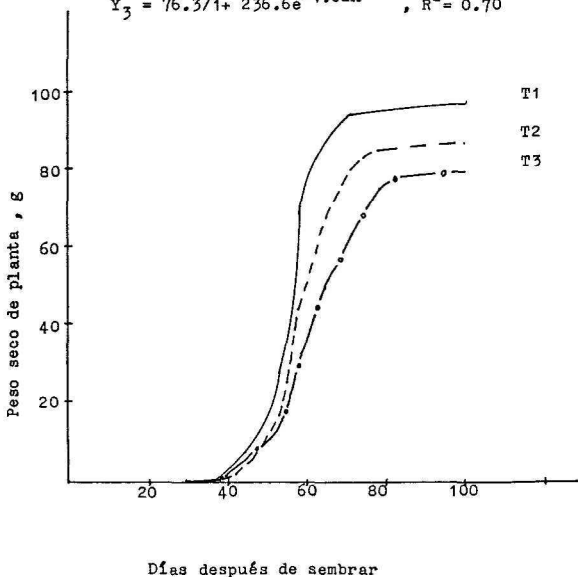


FIG. 2.—Efecto de días después de sembrar sobre el peso seco de las plantas de maíz.

Igualmente, los pesos fresco y seco de la mazorca y los días después de sembrar mostraron una relación sigmoide (figs. 3 y 4). Los valores para R^2 variaron de 0.68 a 0.86 y de 0.83 a 0.97 para los pesos fresco y seco de la mazorca, respectivamente. El peso fresco de las mazorcas no se alteró significativamente por variaciones en o por variación en el número de días después de la siembra. La altura de la planta y el número de días después de sembrar mostraron una curva de carácter sigmoide. Los

$$Y_1 = 213.3/1 + 2.53e^{-0.81} \quad , \quad R^2 = 0.86$$

$$Y_2 = 190.5/1 + 1.08e^{-0.47} \quad , \quad R^2 = 0.68$$

$$Y_3 = 236.3/1 + 1.58e^{-0.36} \quad , \quad R^2 = 0.86$$

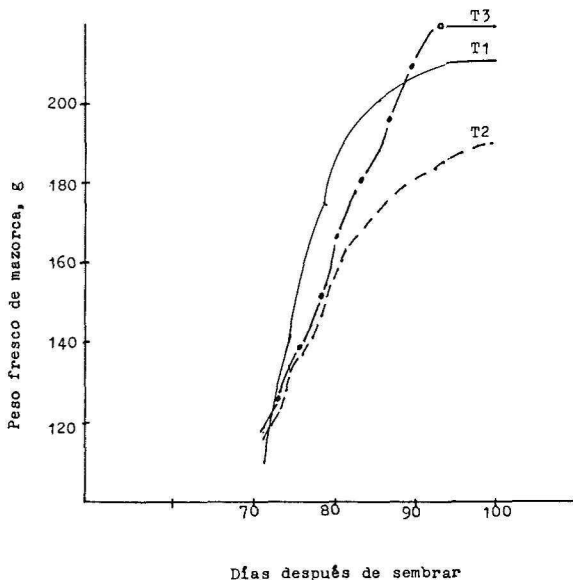


FIG. 3.—Efecto de días después de sembrar sobre el peso fresco de las mazorcas de maíz.

$$Y_1 = 69.3/1 + 6.71e^{-0.52x}, R^2 = 0.97$$

$$Y_2 = 108.3/1 + 10.17e^{-0.36x}, R^2 = 0.83$$

$$Y_3 = 71.9/1 + 7.99e^{-0.58x}, R^2 = 0.84$$

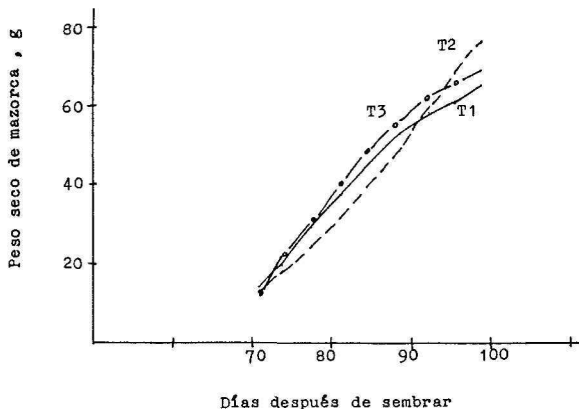


FIG. 4.—Efecto de días después de sembrar sobre el peso seco de las mazorcas de maíz.

valores para R^2 variaron de 0.93 a 0.95 para los tratamientos (fig. 5). No hubo diferencias significativas entre las intensidades o regímenes de riego y la altura de la planta.

El rendimiento comercial fue de 6,487.8, 5,034.8 y 3,879.6 kg./ha. en los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. El número de mazorcas por hectárea fue de 29,537, 24,352 y 17,543 en T1, T2 y T3, respectivamente (cuadro 2). T1 aumentó el rendimiento de maíz en un 29% y 67% sobre T2 y T3, respectivamente, lo cual fue significativo al 5% de probabilidad.

El tratamiento T2 aumentó el rendimiento de maíz un 30% sobre el del T3, pero la diferencia no fue significativa al 5% de probabilidad. La reducción en rendimiento del T3 fue causada principalmente por la reducción en el número de mazorcas por hectárea. El tratamiento no tuvo efecto significativo sobre el peso medio de las mazorcas (cuadro 2).

$$Y_1 = 146.9/1 + 67.4e^{-0.81x} \quad , \quad R^2 = 0.93$$

$$Y_2 = 144.8/1 + 55.9e^{-0.75x} \quad , \quad R^2 = 0.94$$

$$Y_3 = 147.9/1 + 66.7e^{-0.76x} \quad , \quad R^2 = 0.95$$

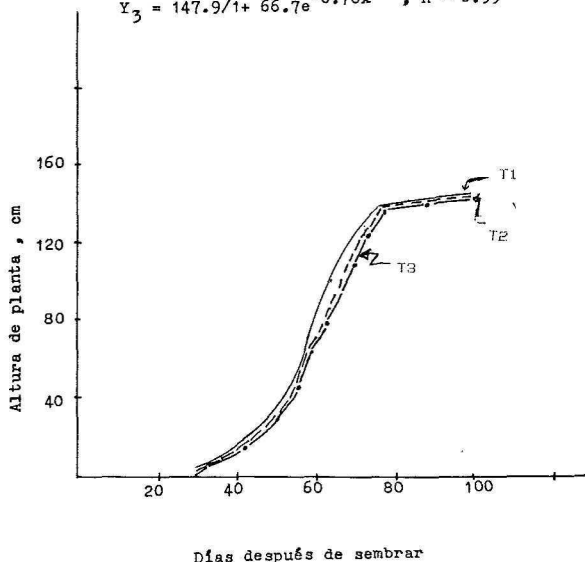


FIG. 5.—Efecto de días después de sembrar sobre la altura de plantas de maíz.

El número de mazorcas comerciales disminuyó al limitar los riegos porque el número de granos por mazorca disminuyó. Esta observación coincide con los resultados de otros investigadores (2,4,5,11,18), quienes indican que someter la planta a un bajo régimen de agua antes o durante la antesis disminuye el número de granos por mazorca, pero si ocurre después de la polinización el peso disminuye.

CUADRO 2.—*Diferencias estadísticas entre diferentes regímenes de humedad para las características del rendimiento de maíz regado por goteo*

Tratamiento ¹	Núm. de mazorcas por ha.	Peso comercial kg./ha.	Peso medio de la mazorca
(T1) Mojado	29536	6487.82	219.8
(T2) Húmedo	24351	5034.82	207.3
(T3)	17592	3879.63	227.3
Premedios	23326	5184.09	
DMS ²	6354	1354.91	NS ³

¹Las respuestas de los tratamientos son un promedio de cuatro repeticiones.

²Diferencia mínima significativa.

³No hay diferencias significativas a $P = 0.05$.

BIBLIOGRAFÍA

- Bauder, J. W. and G. W. Randall, 1982. Regression models for predicting corn yields from climatic data and management practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 46:158-61.
- Claassen, M. M. and R. H. Shaw, 1970. Water deficit effects on corn. II. Grain components. *Agron. J.*: 62 (5):652-5.
- Conjunto tecnológico para la producción de hortalizas, 1979. Publ. 102 (2^a ed.). Esta. Exp. Agríc., Univ. P. R., Río Piedras, P. R.
- Eck, H. V., 1984. Irrigated corn yield response to nitrogen and water. *Agron. J.* 76 (3):421-28.
- El-Forghany, M. and D. J. Makus, 1979. Effects of water stress on seed yield and quality of the sweet corn inbred "Luther Hill". *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 104 (1):102-4.
- Goyal, M. R., J. A. Santaella y L. E. Rivera, 1982. El tensiómetro, su uso, instalación y mantenimiento. Serv. Ext. Agríc., Colegio de Ciencias Agrícolas, R.U.M., Univ. P. R. 18 p. s-2.
- Karlen, D. L. and C. R. Camp, 1985. Row spacing, plant population, and water management effects on corn in the Atlantic coastal plain. *Agron. J.* 77 (3):393-98.
- Mackay, A. D. and S. A. Barber, 1985. Soil moisture effects on root growth and phosphorus uptake by corn. *Agron. J.* 77 (4):519-23.
- _____, 1985. Soil moisture effect on potassium uptake by corn. *Agron. J.* 77 (4):524-27.
- Morey, R. V., J. R. Gilley, F. C. Bergsrud and L. R. Dirlewager, 1980. Yield response of corn related to soil moisture. *Trans. ASAE* 23 (5):1165-70.
- Musick, J. T. and D. A. Dusek, 1980. Irrigated corn yield response to water. *ASAE* 23 (1):92-8.
- Ritter, W. F., T. H. Williams and R. P. Eastburn, 1978. Estimating ET rates for corn in Delaware. *Am. Soc. Agric. Eng.*, St. Joseph, MI. ASAE paper No. 78-2029.
- _____, _____ and R. W. Scarborough, 1985. Water requirements for corn and soybeans on the Delmar peninsula. In *Advances in Evapotranspiration. Am. Soc. Agric. Eng.*: 233-40, St. Joseph, Md.
- Rosenthal, W. D., E. T. Kanemasu, R. J. Ranez and L. R. Stone, 1977. Evaluation of an evapotranspiration model for corn. *Agron. J.* 69:461-64.
- Russelle, M. P., E. J. Deibert, R. D. Hauck, M. Stevanovic and R. A. Olson, 1981. Effects of water and nitrogen management on yield and fertilizer use efficiency of irrigated corn. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45:553-8.

16. Safontas, J. E. and J. C. di Paola, 1985. Drip irrigation of maize. *In* Drip/Trickle Irrigation in Action vol. 2. *ASAE*, St. Joseph MI. p. 575-8.
17. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie, 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed., McGraw Hill Co.
18. Stewart, J. I., R. D. Misra, W. D. Pruitt and R. M. Hagan, 1975. Irrigating corn and grain sorghum with a deficient water supply. *Trans. ASAE* 18 (2):270-80.
19. Tesha, A. J. and P. Eck, 1983. Effects of nitrogen and water stress on growth and water relations of young sweet corn plants. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 108 (6):1049-53.