

Estimación de los requisitos de riego para maíz dulce (*Zea mays* cv. Suresweet) en la costa sur de Puerto Rico¹

Eladio A. González-Fuentes y Megh R. Goyal²

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue estimar el requisito de riego neto del maíz dulce en la Subestación de Fortuna, Juana Díaz, localizada en la costa sur de Puerto Rico. Las temperaturas medias, máxima, mínima y diaria se tomaron para estimar la evapotranspiración potencial (ETP) usando el modelo de Hargreaves y Samani, los valores de ETP y el coeficiente de cosecha para estimar el uso consuntivo (UC) del maíz dulce. El requisito de riego neto fue 35.7 cm. desde el 10 de diciembre de 1985 hasta el 10 de marzo de 1986. El consumo de agua fue 4.0, 11.6, 15.4 y 8.0 cm. en las distintas etapas de crecimiento: inicio, crecimiento vegetativo, madurez y período tardío, respectivamente.

INTRODUCCION

Los requisitos de riego de las plantas se estiman usando las medidas de evapotranspiración ET y de lluvia. En Puerto Rico, aunque la información básica en datos meteorológicos está disponible, no se han hecho estimados de ET para determinar los requisitos de riego. Como resultado hay el problema de que a los árboles frutales se les mantiene con poco riego, mientras que a las hortalizas se les riega en exceso.

Para determinar la necesidad de riego se pueden usar varios modelos (2). Entre los más sencillos está observar indicadores en el cultivo, como cambios de color y ángulo de las hojas. Sin embargo, estos síntomas generalmente aparecen muy tarde, cuando no es posible evitar que la cosecha merme en rendimiento y pierda calidad (4). Otros métodos incluyen estimar el potencial o tensión del agua en la planta y el suelo.

Vázquez (14) estimó que en Lajas el maíz utilizó 47 cm. de agua en 125 días. No obtuvo respuesta del riego cuando cayeron 510 mm. de

¹Manuscrito sometido a la Junta Editora el 2 de septiembre de 1987. Este estudio se llevó a cabo con una asignación especial del CSRS Núm. 85-CSRS-2-26643, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, y con la supervisión del proyecto CBAG-23: "Irrigation requirement estimation in Puerto Rico". Este estudio se fundamenta en la tesis para Maestro de Ciencia de Eladio A. González. Los autores agradecen las sugerencias de James Beaver y Héctor Lugo.

²Agrónomo Ayudante e Ingeniero Agrícola Asociado, Estación Experimental Agrícola, Recinto de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, P. R.

lluvia bien distribuida durante la época de crecimiento. Downey (3) encontró que el maíz tiene un uso consuntivo total de 40 a 60 cm. de agua. El total de agua usada varía con el clima, suelo y prácticas de riego. Ritter y cols. (12,13) indican que en áreas regadas usaron 86 mm. o 51% más de agua, desde que la décimocuarta hoja comenzó a salir, para producir el rendimiento adicional al área sin regar. Concluyen que es necesario aplicar 645 mm. de agua cuando el punto máximo de evapotranspiración es de 0.8 cm./día, en plantas de maíz de 120 días. Morey y cols. (10) indican que para relacionar una respuesta en rendimiento a las condiciones de humedad del suelo es necesario usar los datos de clima de un largo período. Musick y Dusek (11) encontraron que no es práctico limitarle el riego al maíz en un sitio donde la transpiración sea alta si se tiene en cuenta que el maíz es sensitivo al déficit hídrico.

Actualmente hay modelos computadorizados los cuales pueden estimar los requisitos de riego de los cultivos y predecir adecuadamente el contenido de agua del suelo. Cassel y cols. (1) y Hook y cols. indican que el consumo medio anual estimado por el modelo de Lambert (modelo de ET de Jensen-Haise modificado) fue de 285 mm. y de 237 mm. por el tensiómetro. Según los trabajos, el modelo de Lambert puede estimar los requisitos de agua del maíz y predecir el contenido de agua del suelo con una eficiencia similar a la de programar el riego con tensiómetros. Ambas técnicas para programar el riego mejoraron los rendimientos en años con baja precipitación. La media de agua aplicada a base de tensiómetro fue de 400 mm.

Considerando los factores antes mencionados, se llevó a cabo este estudio para estimar los requisitos de riego del maíz dulce en la zona sur de Puerto Rico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar los requisitos de riego del maíz dulce en la Subestación de Fortuna, Juana Díaz, P. R. se usó la información de clima disponible (fig. 1) en el puesto meteorológico del Negociado del Tiempo localizado en Fortuna, Juana Díaz.

Para estimar la ETP se usó la ecuación /1/ dada por Hargreaves y Samani (7,8) ya que la fórmula es sencilla y práctica; usa solamente los datos de temperatura y provee resultados confiables. Esta ecuación nos presenta la siguiente relación:

$$ETP = 0.0023 \times Ra (T + 17.8) \times (T_{max} - T_{min})^{0.5} \quad /1/$$

de donde;

ETP = evapotranspiración potencial, mm./día

Ra = radiación extraterrestre., mm./día

T = temperatura media, °C

Tmax = temperatura máxima, °C

Tmin = temperatura mínima, °C

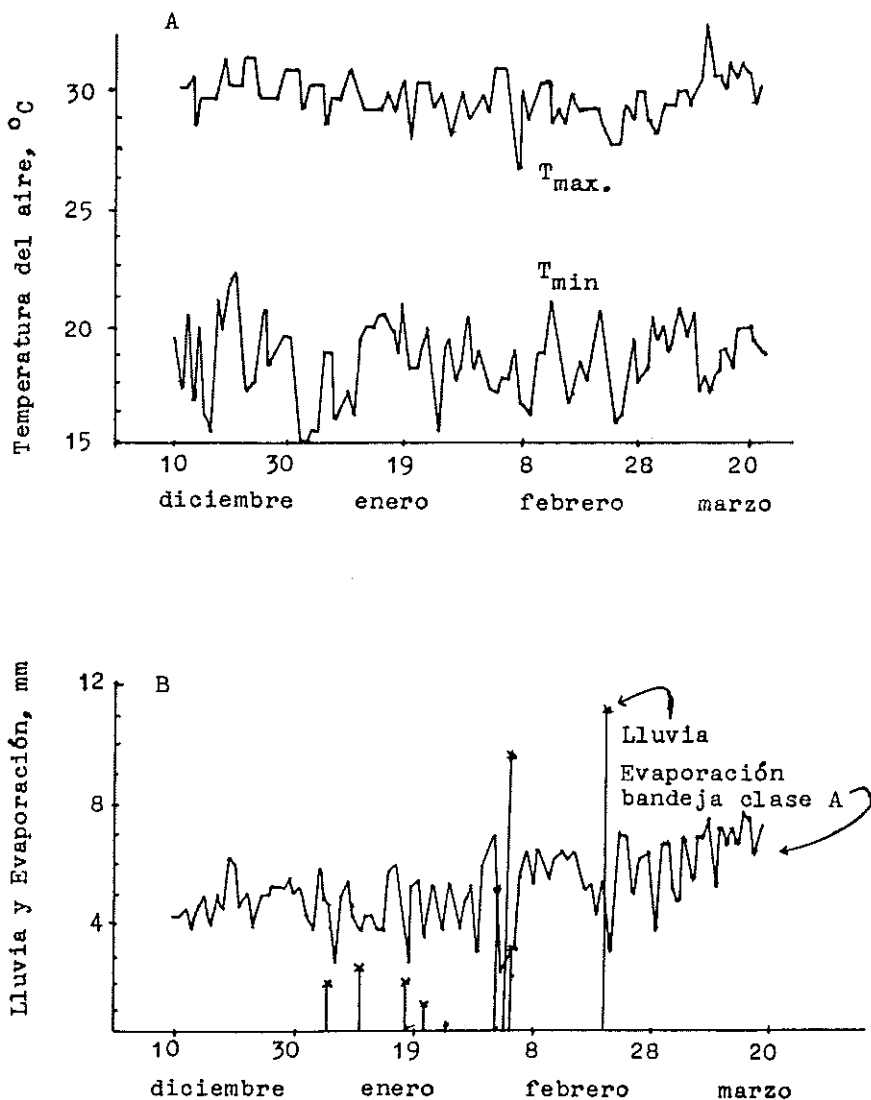


FIG. 1.—Temperatura máxima y mínima, lluvia y evaporación durante la cosecha de maíz dulce, 1985-86.

Se usaron los valores de Ra 11.29, 11.68, 13.02 y 14.65 para los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, respectivamente, obtenidos por Goyal (6). Para estimar el uso consuntivo del maíz dulce se usó el coeficiente de cosecha (fig. 2) y la ETP según la ecuación 1/ (2,7), El UC se estimó mediante la siguiente relación:

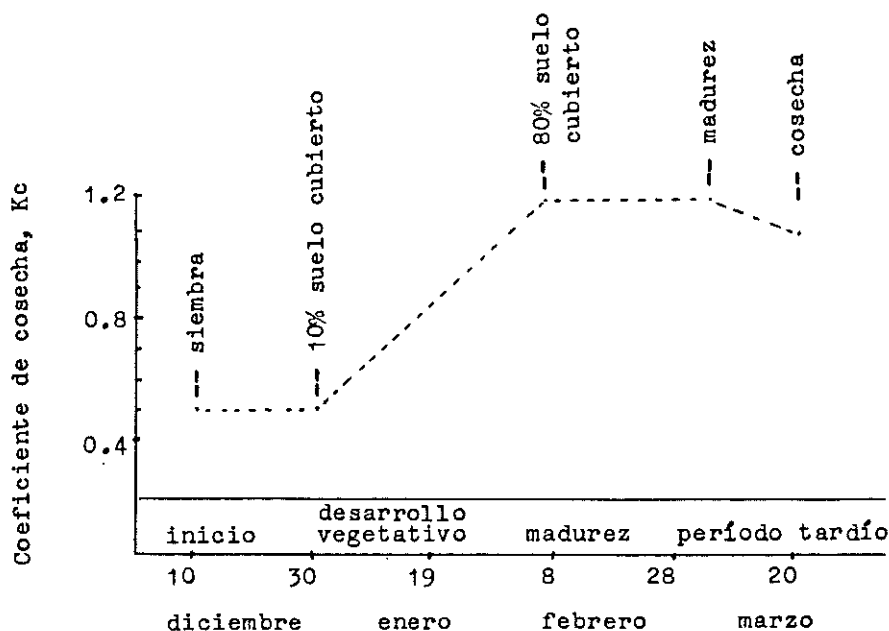


FIG. 2.—Coeficiente de cosecha utilizada para la estimación del uso consuntivo del maíz.

$$UC = Kc \times ETP \text{ ----- } /2/$$

de donde,

UC = uso consuntivo o ET máxima, mm./día

Kc = coeficiente de cosecha

EPT = evapotranspiración potencial dada por la ecuación /1/

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El UC total estimado del maíz dulce para un período de 100 días fue de 39.4 cm de agua. El consumo de agua fue 4.0, 11.6, 15.4 y 8.0 cm, en las distintas etapas de crecimiento, inicio, desarrollo vegetativo, madurez y período tardío, respectivamente.

La lluvia total para la época de la siembra del maíz dulce fue de 3.7 cm. El UC estimado fue 39.4 cm. Por lo tanto, el requisito de riego fue $39.4 - 3.7 = 35.7$ cm. Si utilizamos el sistema de riego por goteo con un 80% de eficiencia, el requisito de riego estimada sería 44.6 cm. ($= 35.7 / .80$).

La figura 3A muestra la ETP estimada por día, la cual proviene del uso de la fórmula de Hargreaves y Samani (8). Si colocamos la figura 3A sobre la figura 3B se observa que durante los primeros 42 días después de la siembra el UC fue menor que la ETP, mientras que después de los 50 días fue mayor. Esta forma de la curva del UC obedece a la forma de la curva del coeficiente de cosecha (fig. 2) el cual se desarrolló experimen-

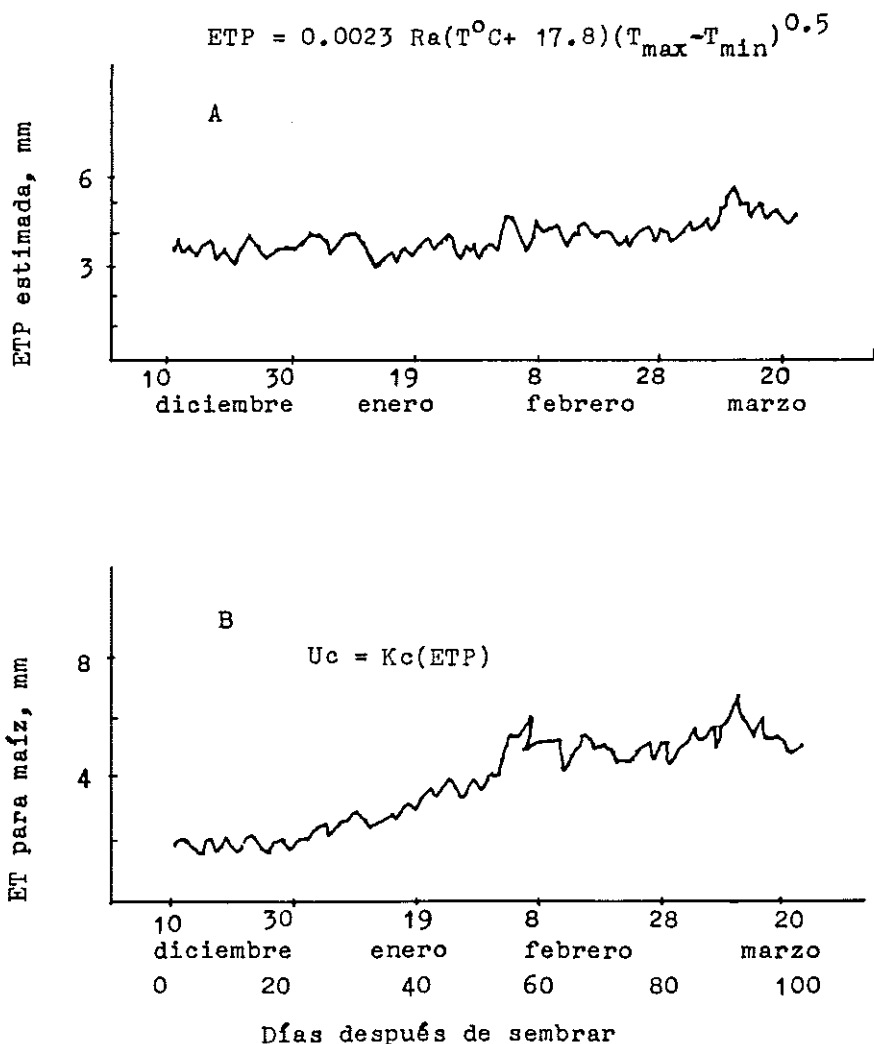


FIG. 3.—Estimación de la evapotranspiración para maíz dulce.

talmente e incluye la ET de la cosecha y la ET de referencia (ETP) medidas al mismo tiempo. La ET acumulativa estimada (fig. 4) del maíz dulce durante las distintas etapas de crecimiento proviene de la suma de los valores de la figura 3B.

Durante la etapa inicial y el desarrollo vegetativo del maíz dulce el UC estimado (fig. 3B) se mantuvo más bajo que la evaporación (figura 1B), pero al llegar a la etapa de madurez, cuando el 80% de la superficie del suelo estuvo cubierta por la cosecha, el uso consuntivo sobrepasó la

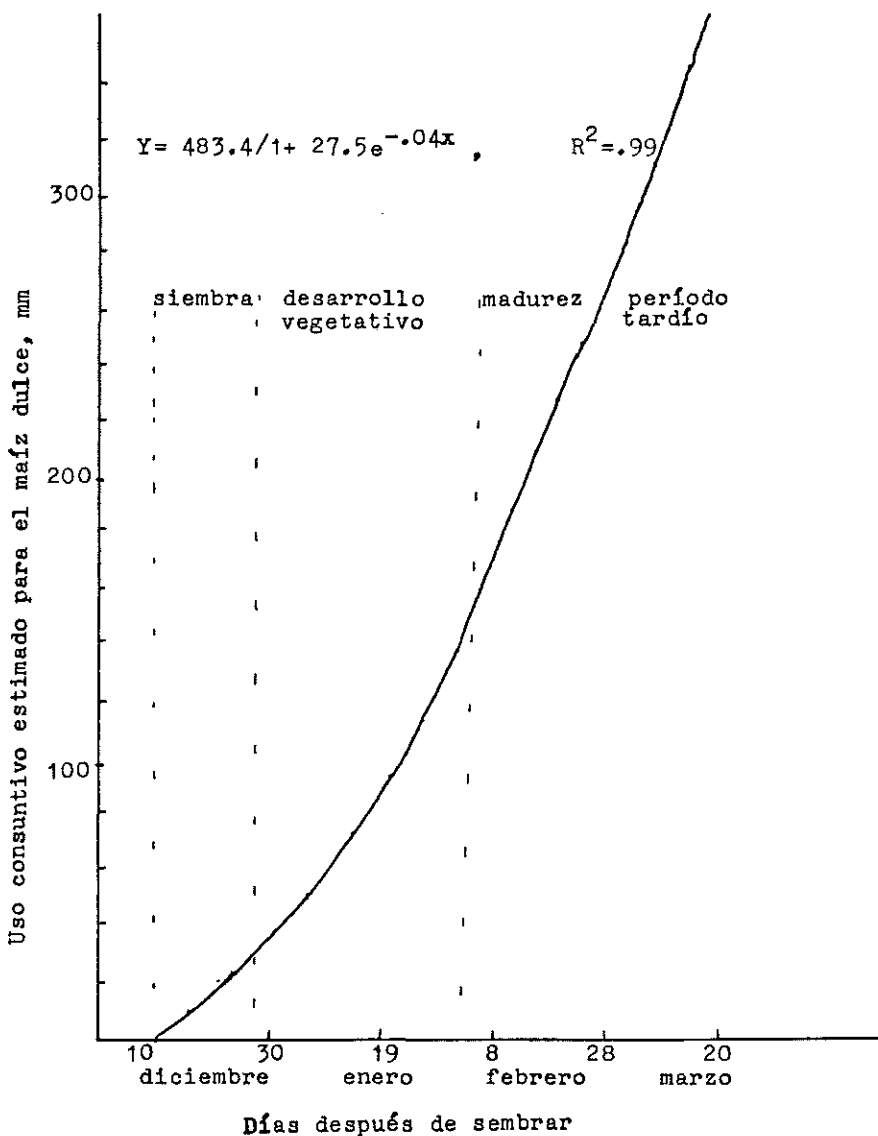


FIG. 4.—Relación entre uso consuntivo del maíz y días después de sembrar.

curva de evaporación. Esto indica que la transpiración del cultivo fue el factor principal del agotamiento del agua del suelo durante la etapa de madurez, mientras que en las etapas iniciales del cultivo la evaporación de la superficie del suelo fue mayor que la transpiración porque en esa etapa el cultivo tan solo cubría alrededor de un 10% del suelo.

Al comparar el requisito de agua estimado mediante la ecuación con un experimento de campo hecho por González y cols. (5) encontramos que ésta estimó un 90% del riego aplicado a base de tensiómetro. La efectividad de esta ecuación compara con las evaluaciones de Doorembos y Pruitt (2) y Hargreaves y Samani (7), y ecuaciones de Penman, Blaney-Criddle y Bandeja de Evaporación Clase A las cuales tienen un margen de error entre 10 y 20%. Estas ecuaciones ofrecen estimados precisos y confiables, pero su utilidad depende de la disponibilidad de los datos climatológicos. La ecuación de Penman, dada por Doorembos y Pruitt (2) es una de las más precisas, pero usa muchos datos de clima que no los hay en la isla y habría que estimarlos. Esta situación podría conducir a errores y a falta de confiabilidad de los estimados. El método de Blaney-Criddle (2) es relativamente fácil de usar, y los datos necesarios están disponibles, pero la ecuación no se puede aplicar a Puerto Rico, ya que la fórmula relaciona radiación solar y temperatura, y en una isla como Puerto Rico no hay una relación directa entre la radiación y la temperatura.

ABSTRACT

Estimation of Irrigation Requirements for Sweet Corn (*Zea mays* cv. Suresweet) In the South Coast of Puerto Rico

Average maximum, minimum, and average daily temperatures were used to estimate potential evapotranspiration (PET) with Hargreaves and Samani's PET model. Estimated PET values and crop coefficients were used to estimate consumptive use (CU) from sweet corn. Net irrigation requirement for sweet corn from 10 December to 10 March 1986 were calculated with CU and rainfall data. Net irrigation requirement was estimated to be 35.7 cm. The CU was 4.0, 11.6, 15.4, and 8.0 cm for initial growth maturity, and senescence stages, respectively.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cassel, D. K., C. K. Martin and J. R. Lambert, 1985. Corn irrigation scheduling in humid regions on sandy soils with tillage pans. *Agron. J.* 77 (6): 851-55.
2. Doorembos, J. and W. O. Pruitt, 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 24, FAO, Rome, p. 156.
3. Downey, L. A., 1971. Effect of gypsum and drought stress on maize (*Zea mays* L.), II Consumptive use of water. *Agron. J.* 63 (4): 597-600.
4. Fischer, K. S. and A. F. E. Palmer, 1984. Tropical maize, *In*/The Physiology of Tropical Fields Crops by P. R. Goldsworthy and N. M. Fischer. John Wiley and Sons Ltd. Chap. 6, p. 213-42.
5. González, E. A., M. R. Goyal and C. Chao de Báez, 1988. Efecto de tres niveles de riego sobre el crecimiento y rendimiento del maíz dulce (*Zea mays* cv. Suresweet) regado por goteo. Sometido para publicarse.
6. Goyal, M. R., 1988. Potential evapotranspiration of the south coast of Puerto Rico with the Hargreaves and Samani technique. *J. Agric. Univ. P. R.* 72 (1): 00.
7. Hargreaves, G. H. and Z. A. Samani, 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *J. Appl. Eng. Agric.* 1 (2): 96-9.

8. —, —, 1986. World Water for Agriculture-Precipitation Management, Intern. Irrig. Center, Dept. Agric. Irrig. Eng. Utah State University p. 27.
9. Hook, J. E., and E. D. Threadgill and J. R. Lambert, 1984. Corn irrigation scheduled by tensionmeter and the Lambert model in the humid southeast. *Agron. J.* 76 (4): 695-700.
10. Morey, R. V., J. R. Gilley, F. C. Bergsrud and L. R. Dirkwager, 1980. Yield response of corn related to soil moisture. *Trans. ASAE* 23 (5): 1165-70.
11. Musick, J. T. and D. A. Dusek, 1980. Irrigated corn yield response to water. *Trans. ASAE* 23 (1): 92-8.
12. Ritter, W. F., T. H. Williams and R. P. Eastburn, 1978. Estimating evapotranspiration rates for corn in Delaware. Am. Soc. of Agric. Eng., St. Joseph, MI. ASAE paper No. 78-2029.
13. —, — and R. W. Scarborough, 1985. Water requirements for corn and soybeans on the Delmar Peninsula. In/Advances in Evapotranspiration. ASAE, St. Joseph, MI. p. 282-89.
14. Vázquez, R., 1961. Effects of irrigation at different growth stages and nitrogen levels on corn yields in Lajas Valley. *J. Agric. Univ. P. R.* 45: 85-105.