

NECESIDAD DE AGUA PARA EL CULTIVO DE ESTEVIA (*Stevia rebaudiana*, Bert.), CALCULADO SOBRE LA BASE DE LECTURA DE MICROLISÍMETRO¹

Raúl Emilio González Caballero ²

Julio Renán Paniagua Alcaraz ³

Edgar Mayeregger ⁴

ABSTRACT

To determine the crop coefficient (Kc) of *Stevia rebaudiana*, Bert., water consumption of the crop was registered by microlisimeters and evapotranspiration values were obtained with Class A evaporimeter tank. The Kc values were determined at different vegetative stages. Four levels of dropping irrigation were applied, consisting of 60, 80, 100 and 120% of the observed values in the microlisimeter, to verify the effect of the different quantities of water on the crop productivity. The experimental design used was band, and samples were taken at each irrigation level. The variables analyzed were plant height, green and dry matter weight. The results of the experiment showed that: (1) The values of Kc were 0,25; 0,56 and 0,82 for the periods between the leveling cut until 20 days later; between 21 and 46 days, 47 and 70 days after the cut, respectively; (2) The evapotranspiration values can be measured by microlisimeters, to obtain an efficient irrigation; (3) The irrigation automation by the microlisimeter use is a promissory alternative to obtain increments in *Stevia* dry matter. (4) Plant height is a good estimator of green and dry matter.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el coeficiente de cultivo (Kc) fue registrado el consumo de agua de la estevia por medio de microlisímetros y se obtuvieron valores de la evapotranspiración del cultivo de referencia por medio del tanque evaporímetro Clase A. Con estos datos se determinó el valor del Kc en diferentes etapas del crecimiento vegetal. Fueron aplicados 4 niveles de riego por goteo, correspondientes a 60, 80, 100 y 120% del valor observado en el microlisímetro, para verificar el efecto de diferentes cantidades de agua en la productividad del cultivo. Se utilizó un experimento en fajas, donde se realizó un muestreo dentro de cada nivel de riego. Las variables analizadas fueron altura de plantas, masa verde y masa seca. Los resultados obtenidos en las condiciones del presente experimento permiten concluir que: (1) Los valores del Kc fueron de 0,25; 0,56 y 0,82 para los periodos comprendidos entre el corte de uniformidad hasta los 20 días después de este; entre los 21 y 46 y entre los 47 y 70 días después de dicho corte, respectivamente; (2) Los valores de la evapotranspiración pueden ser medidos por los microlisímetros, para obtener eficiencia en la irrigación; (3) La automatización del riego por medio del microlisímetro es una alternativa promissoria para obtener aumentos en la masa seca de la estevia. (4) La altura de la planta puede ser utilizado como un estimador de la masa verde y seca del cultivo.

KEY WORDS: *Stevia rebaudiana*, evapotranspiration, microlisimeter.

PALABRAS CLAVE: *Stevia rebaudiana*, evapotranspiración, microlisímetro.

¹ Parte de un Estudio de Casos presentado en la Orientación Ingeniería Agrícola de la FCA-UNA.

² Ing. Agr., Egresado de la FCA-UNA, Promoción 2000.

³ Ing. Agr., M. Sc., Docente-Investigador del Departamento de Suelos y Ordenamiento Territorial de la FCA-UNA.

⁴ Ing. Agr., M. Sc., Docente-Investigador del Instituto Agronómico Nacional. Ministerio de Agricultura y Ganadería . Paraguay.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en donde el crecimiento poblacional es elevado y la demanda alimenticia aumenta, tanto cuantitativa como cualitativamente, el desafío de producir más y con mejor calidad en áreas menores o áreas declaradas marginales hacen evolucionar la tecnología aplicada por el hombre.

Una de estas tecnologías es el riego por goteo, que se ha convertido en una práctica indispensable en los cultivos hortícolas, ya que además de obtener cantidad y calidad, puede condicionar el ciclo biológico de las plantas.

En la literatura se encuentran varios autores que analizan el consumo de agua, el Kc y otros factores relacionados con la evapotranspiración real de varias especies vegetales, sin embargo en la estevia (*Stevia rebaudiana*, Bert.) no se han encontrado datos en estas latitudes. Así en otros cultivos se pueden citar a los que se encuentran a continuación.

PEREIRA et al. (1995), afirman que las necesidades de agua del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) fueron aumentando de 1,66 a 3,48 mm.día⁻¹ cuando el cultivo pasó de la fase de brotación al inicio de formación de tubérculos, respectivamente, posteriormente descendió a 2,24 mm.día⁻¹ al final del ciclo de la planta coincidente con la etapa de maduración y cosecha, y concluyen, coincidiendo con BROUWER y HEIBLOEM (1987), que las necesidades de agua dependen de las etapas fenológicas del cultivo, duración del ciclo y de las condiciones climáticas predominantes. ENCARNÇÃO (1987), trabajando con lisímetros de nivel freático constante, en las condiciones de Piracicaba — São Paulo, obtuvo una demanda de 271,3 mm de agua para todo el ciclo de la papa con un consumo medio de 1,7 mm en la germinación, 2,3 mm en la fase vegetativa y 3,1 mm.día⁻¹ en la fase de formación de tubérculos.

FRANKE y KONIG (1994), por el método de balance hídrico, en las condiciones edafoclimáticas de Santa María — Rio Grande do Sul, obtuvieron un consumo hídrico de 524,9 mm durante el ciclo de la papa y el consumo medio de 2,54; 7,28; 9,41; 3,78 y 6,36 mm a los 14, 23, 35, 53 y 91 días después de la emergencia, respectivamente.

MIRANDA et al. (1999), trabajando en condiciones de precipitación media anual de 998 mm, temperatura de 26,7 °C, humedad relativa del aire de 71% y velocidad del viento de 2,9 m.s⁻¹, concluyeron que el consumo de agua del melón (*Cucumis melo* L.) fue de 251 mm con un consumo medio de 1,2, 3,9, 6,4 y 5,3 mm.día⁻¹ en las fases inicial, de crecimiento, intermedia y final, respectivamente.

KLOSOWSKI et al. (1999), trabajando con calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en Botucatú, São Paulo, observa-

ron que el consumo de agua fue de 231,52 mm, en el ciclo de 72 días, con una media de 3,31 mm.día⁻¹ y concluyen que el período de mayor consumo fue registrado en el inicio de la floración hasta el inicio de cosecha.

PETRY et al (1999) observaron que el consumo total y medio de agua del sorgo (*Sorghum sp.*) fue de 124 mm y 2,72 mm.día⁻¹, respectivamente.

BEZERRA et al. (1999) reportan valores de consumo máximo diario, en la etapa de floración y llenado de granos, de 5,25; 6,65 y 6,47 mm día⁻¹ para tres variedades de poroto (*Vigna unguiculata*, L.).

Para MEGALE (1998), el agua de lluvia constituye uno de los medios disponibles para satisfacer el consumo de la mayoría de las especies. En pruebas realizadas en cultivo de melón, concluye que no toda el agua de lluvia se encuentra disponible al cultivo, y que dependiendo de las condiciones físicas del terreno, ocurre escurrimiento superficial, percolación profunda y evaporación.

Conforme a BROUWER y HEIBLOEM (1987), el agua de riego debe ser suministrada una vez conocida la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o), el Kc, la necesidad de agua del cultivo (ET_c) y la precipitación efectiva, a excepción de algunos cultivos como el arroz de riego que necesita una lámina de agua constante para cumplir su ciclo.

De acuerdo a OMETTO (1985) el coeficiente del cultivo es la relación entre la evapotranspiración real o del cultivo y la evapotranspiración potencial observadas en un período de tiempo. Según BERTOLACCI y MEGALE (1998), adjuntando al microlisímetro un pluviómetro y un sistema de detección de evapotranspiración potencial es posible determinar los coeficientes del cultivo. En pruebas efectuadas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) por más de un año se obtuvieron valores diferentes del Kc y de los relativos límites de significación a causa de la variabilidad de los fenómenos que influyen en la evapotranspiración.

BROUWER y HEIBLOEM (1987), en pruebas realizadas en arroz de ciclos distintos, demostraron que el cultivo que permanece en el campo mayor tiempo, con un ciclo más largo, necesita en total mayor cantidad de agua, que otro de ciclo más corto. Las necesidades en sus períodos de máximo consumo pueden presentar el mismo Kc, pero el cultivo de ciclo más largo utilizará ese Kc durante un período de tiempo más prolongado. Estos mismos autores definen 4 estadios de crecimiento del vegetal de acuerdo al porcentaje de cobertura del suelo y que son: inicial (hasta 10% de cobertura vegetal), máximo crecimiento (hasta 70 a 80% de cobertura), intermedio (hasta la madurez) y final (hasta la cosecha). Para cada uno de estos períodos del cultivo, calcularon valores de Kc de 0,35 a 0,50; de 0,60 a 0,80;

de 0,90 a 1,15; y de 0,30 a 1,05 mm día⁻¹, en 34 cultivos, respectivamente, sin encontrarse entre ellos la estevia.

La escasez de informaciones sobre la utilización de microlisímetros en la aplicación del riego, ha generado la preocupación de varios investigadores, motivo por el cual se llevó a cabo la presente investigación. El objetivo de este trabajo fue determinar el Kc y la cantidad necesaria de agua para el cultivo de la estevia sobre la base de la lectura de un microlisímetro y evaluar el efecto del agua en la productividad del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue instalado en el Campo Experimental del Departamento de Ingeniería Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, ubicado en San Lorenzo, Departamento Central, Paraguay a 25° 21' de latitud Sur, 57° 11' de longitud al Oeste de Greenwich y a 125 metros sobre el nivel del mar. En el período estudiado, comprendido entre el 11 de noviembre de 1999 al 21 de enero del 2000, se observó una temperatura mínima media de 21,1°C, una temperatura máxima media de 35°C y una precipitación total de 207 mm. El suelo está clasificado como Rhodic Paleudult, de la familia francosa gruesa, con paisaje de lomadas, rocosidad y pedregosidad nulas. Fue utilizada una parcela de 400 m², la cual fue arada y rastreada para la preparación inicial del suelo. Fueron instalados dos microlisímetros con sus pluviómetros de acuerdo a las indicaciones técnicas del fabricante, un reservorio de agua para la alimentación de los microlisímetros, constituido por un tubo de PVC de cuatro pulgadas de diámetro y cinco metros de altura, ubicado entre los microlisímetros; y un tanque evaporímetro «Clase A», sobre una pradera de cobertura completa.

Fue instalado un sistema de riego por goteo, compuesto de una bomba de agua de 1 HP con su correspondiente manómetro, filtro de malla y llave principal, que bombeaba el agua hacia una tubería principal de 1 ¼ pulgada, la que a su vez estaba conectada a seis secundarias de una pulgada, a las cuales estaban conectadas las cintas de riego. Fueron utilizadas seis llaves secundarias para la dosificación del agua de riego. Fue realizada la cobertura de la parcela completa con bagazo de caña de azúcar, con tres centímetros de altura, para evitar la proliferación de malezas.

El experimento en fajas fue utilizado para el delineamiento del trabajo. En el fueron colocadas 5 fajas de riego, dentro de las cuales fueron marcadas tres repeticiones para la colecta de datos. Los tratamientos en estudio fueron las diferentes láminas de agua aplicadas, las que correspondieron al 0, 60, 80, 100 y 120% del consumo de agua registrado por los microlisímetros. Un tratamiento consistió en la provisión por los microlisímetros del 100% de agua al cultivo, en el momento en que se producía la evapotranspiración. En los

otros casos el riego fue realizado a intervalos de 24 a 48 horas, en una sola aplicación.

Se registraron los datos aportados por los contadores del interior de la caja de alimentación y medida de cada microlisímetro, a intervalos de 24 a 48 horas. Fue realizada la lectura del tornillo micrométrico del tanque «Clase A» a intervalos iguales a las lecturas de los microlisímetros. Fue realizada la lectura de los pluviómetros siempre que se registraron precipitaciones pluviométricas en el área del experimento. Fue utilizado un anemómetro para la medición de la velocidad del viento.

Los datos de humedad relativa y temperaturas (mínima y máxima) fueron obtenidos en la estación meteorológica más próxima, situada a ocho kilómetros del local del experimento.

En el momento de la cosecha fue medida la altura de las plantas de cuatro plantas tomadas al azar dentro del área de muestreo por medio de una cinta métrica, desde el cuello hasta el ápice de la rama más alta. Fue cosechada cada unidad experimental de las fajas de riego, compuesta de tres metros de la hilera central de cada tratamiento y de las plantas que se encontraban dentro del microlisímetro, por medio de una tijera de podar. Los datos obtenidos fueron la masa verde y la masa seca de la estevia, pesadas en balanza con una precisión de un gramo.

Fue obtenida la constante del tanque (Kt) a partir de los datos de humedad y velocidad del viento de acuerdo al Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores de Kt para diferentes niveles de humedad relativa y velocidad del viento.

Velocidad del viento (m.s ⁻¹)	Humedad Relativa (%)		
	<40 (B)	40-70 (M)	>70 (A)
<2(D)	0,7	0,8	0,85
2-5 (M)	0,65	0,75	0,8
5-8(F)	0,6	0,65	0,7
>8(MF)	0,5	0,6	0,65

Fueron obtenidos los valores de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET₀), evapotranspiración de la estevia (ET_c) y el Kc por las fórmulas 1, 2 y 3, respectivamente.

$$ET_0 = K_t \times E_v \quad (1)$$

$$ET_c = A(C_1 Va_1 + C_2 Va_2) / 2Am \quad (2)$$

$$K_c = ET_c / ET_0 \quad (3)$$

donde: El resultado de ET₀ y ET_c en mm; E_v es la evaporación determinada por el tanque evaporímetro «Clase A»; Va₁ es el volumen de agua vertido por la

cupeta de alimentación del microlisímetro 00198, igual a 0,061 mm; V_{a_2} es el volumen de agua vertido por la cubeta de alimentación del microlisímetro 00298, igual a 0,062 mm; A_m es el área de los microlisímetros, igual a 1,2 m²; A es igual a 1 m² y C_1 y C_2 son los datos obtenidos por los contadores de los microlisímetros.

Se consideró lluvia útil a la cantidad de precipitación almacenada del lisímetro, estimada en base a coeficientes de utilización que tienen en cuenta la capacidad hídrica del terreno (C_t), su humedad media (K_u) y la lluvia en relación a su intensidad y la tipología del cultivo (K_{cp}). Como capacidad hídrica del terreno fueron consideradas precipitaciones hasta 16 mm. El K_u y el K_{cp} son iguales a la unidad. Por consiguiente las precipitaciones hasta 16 mm fueron sumadas a la E_{tc} , por considerarse que fueron consumidas por el cultivo y evaporadas de la superficie del suelo.

Los periodos inicial, máximo crecimiento e intermedio fueron calculados por el promedio de los cultivos que presentan ciclos de alrededor de 70 días.

Fueron comparadas estadísticamente a través de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, el efecto de las diferentes cantidades de agua proveídas por los tratamientos sobre la altura de planta, masa verde y masa seca de la estevia para identificar la mejor dosis de riego a ser recomendada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se presentan los datos de E_{To} , consumo medio y la cantidad de lluvias caídas en el período del cultivo. El consumo total de agua observado fue de 157,6 mm, valor inferior al obtenido por ENCARNAÇÃO (1987) y FRANKIE y KONIG (1994) para el cultivo de la papa, y al de MIRANDA et al. (1999), para melón, KLOSOWSKI et al. (1999) para calabacita y superior al de PETRY et al. (1999) para sorgo. Estas diferencias se deben a que los trabajos se realizaron bajo condiciones climáticas y edáficas, además de los cultivos y sus ciclos, diferentes y por consiguiente los valores deben ser diferentes.

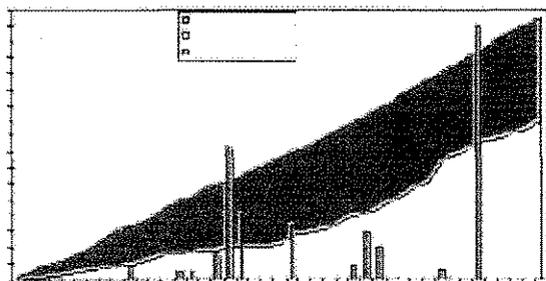


Figura 1 - Consumo medio de agua de la estevia, evapotranspiración del cultivo de referencia y precipitación durante el ciclo del cultivo.

En el Cuadro 2 se encuentran los valores del consumo medio diario y del K_c para cada periodo del cultivo.

Cuadro 2. Consumo medio diario (mm/día) del cultivo de la estevia por cada período.

Periodo del cultivo	Consumo medio diario (mm día ⁻¹)	K_c
Inicial ($C^* - 20$ DDC ^{**})	1,78	0,25
Máximo crecimiento (21 - 46 DDC)	2,10	0,56
Intermediario (47 - 70 DDC)	6,30	0,82

*C - corte de uniformidad; ** DDC - días después del corte.

Se observó que el consumo aumentó hasta alcanzar un valor máximo en el periodo intermediario. Los valores mínimos observados en el periodo inicial son inferiores a los observados por ENCARNAÇÃO (1987), FRANKIE & KONIG (1994), PEREIRA et al. (1995) para el cultivo de la papa, sin embargo es mayor al observado por MIRANDA et al. (1999) en melón. El consumo medio diario máximo se registró en el período denominado Intermediario, en el momento en que el cultivo presentó el máximo índice de cobertura de suelo. Este período coincide con el período de inicio de floración y la cosecha. El valor observado fue de 6,30 mm día⁻¹, el cual es superior al obtenido por ENCARNAÇÃO (1987), PEREIRA et al. (1995) en papa y MIRANDA et al. (1999) en melón; y semejante al observado por FRANKIE & KONIG (1994) en papa.

La determinación del valor del K_c es importante porque se utiliza como factor de conversión para la dosificación del riego a partir de los datos obtenidos en el tanque evaporímetro. El valor mínimo observado es superior al encontrado por MIRANDA et al. (1999) para el melón, y es inferior a los observados por BROUWER & HEIBLOIM (1987) para 34 cultivos, BEZERRA et al. (1999) para poroto y KLOSOWSKI et al. (1999) para la calabacita. El valor máximo del K_c observado en el presente trabajo es superior al encontrado por BEZERRA et al. (1999) para el poroto e inferior al rango presentado por BROUWER & HEIBLOEM (1987), KLOSOWSKI et al. (1999) en calabacita y MIRANDA et al. (1999) en melón. En general, los valores del K_c observados en el experimento fueron inferiores a los observados por la mayoría de los autores citados, debido a que fue utilizada una cobertura de bagazo que disminuyó la evaporación del agua del suelo y a las diferencias de condiciones climáticas, edáficas, de cultivo y ciclo.

En el Cuadro 2 se encuentra el K_c medio diario para el cultivo de la estevia. Se puede observar que los datos se ajustan a una ecuación curvilínea de segundo grado con un r^2 igual a 0,60. El K_c aumentó a medida que el cultivo acercaba a la fase de inicio de floración. A partir de ahí este parámetro tiende a estabilizarse hasta la cosecha.

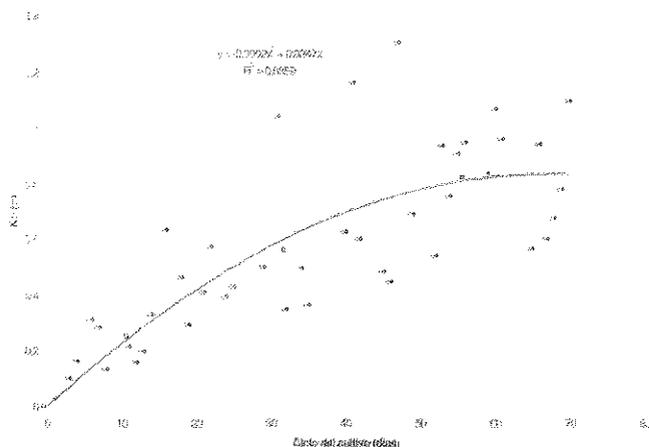


Figura 2 - Coeficiente medio diario del cultivo (Kc) durante el periodo estudiado.

El efecto de los diferentes niveles de riego por goteo en la altura de las plantas, masa verde y masa seca fue significativo. En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias de las variables analizadas y se observa que los mayores valores se verificaron en las plantas que se encontraban en el interior del microlisímetro seguido de los tratamientos que recibieron agua y entre los cuales no se verificó diferencia estadística para ninguna de las variables analizadas. La parcela que no recibió riego fue inferior en todos los casos. La adición de agua produjo aumentos en la altura y el rendimiento del cultivo y aún mayores fueron estos aumentos cuando el agua fue proveída poco después de que era consumida, como fue observado en el interior de los microlisímetros. La necesidad de agua de los cultivos no solo responde a una cantidad, sino que también a la oportunidad de su aplicación, conforme fue observado en los datos presentados en este estudio y por algunos estudios realizados por BERTOLACCI y MEGALE (1998). Sin embargo, FRONZA et al. (2001), observaron los mejores rendimientos cuando la provisión de agua fue de 117% de lo evapotranspirado por la estevia.

Cuadro 3. Comparación de medias de altura de plantas bajo diferentes niveles de riego por goteo.

Proporción de agua suministrada de acuerdo a la lectura del microlisímetro (%)	Altura de la planta (cm)	Masa verde (kg.ha ⁻¹)	Masa seca (kg.ha ⁻¹)
120	40.42 b*	3.276 bc	595.5 bc
100	49.67 b	5.436 b	993.3 b
80	41.42 b	3.349 bc	671.1 bc
60	38.42 bc	3.287 bc	653.3 bc
0	27.67 c	1.184 c	237.7 c
Microlisímetro	68.87 a	11.410 a	2.029.0 a
CV (%)	9.32	16.82	16.87

*Medias con igual letra minúscula en la columna no difieren entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la Figura 3 se presenta la relación existente entre los valores medios de la masa verde y masa seca de la estevia.

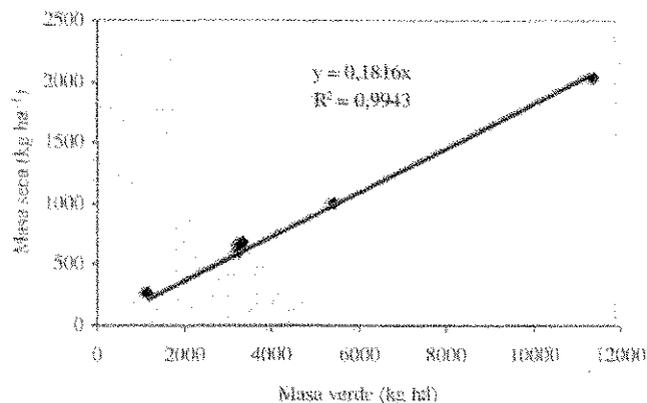


Figura 3 - Relación entre los valores medios de la masa verde y seca de la estevia.

Se puede observar que la masa seca representa el 18% de la masa verde. Este valor es inferior a los encontrados por ESCOBAR (2000), quien obtuvo un valor de 28% para esta relación. Estas diferencias se pueden deber a que en este trabajo, fueron utilizadas solo las hojas secas sin las ramas, en cambio en el trabajo de ESCOBAR (2000) el pesaje para la obtención de la masa seca fue realizado sin descontar las ramas.

En la Figura 4 se presenta la relación entre la altura y los valores de masa verde y seca de la estevia. Se puede observar que por cada centímetro de aumento en la altura de las plantas se incrementa 1.391 y 254 kg ha⁻¹ en la masa verde y seca, respectivamente. Los valores encontrados en las Figuras 3 y 4 pueden ser utilizados por los productores de estevia para calcular el rendimiento del cultivo en masa seca, ya sea con la masa verde cosechada como también teniendo en cuenta la altura de la planta.

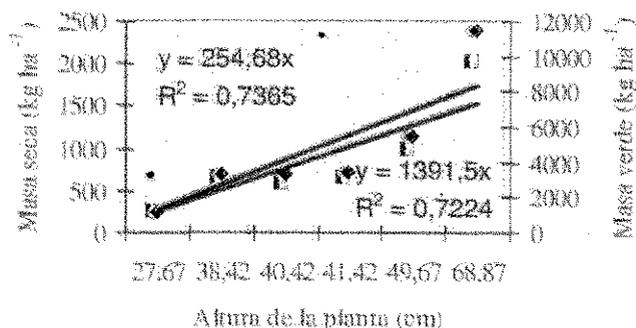


Figura 4 - Relación entre la altura de la planta y la masa verde y seca de la estevia.

CONCLUSIONES

En las condiciones del presente experimento se puede concluir que:

1. Los valores del Kc fueron de 0,25; 0,56 y 0,82 para los periodos comprendidos entre el corte de uniformidad hasta los 20 días después de este; entre los 21 y 46 y entre los 47 y 70 días después de dicho corte, respectivamente.
2. Los valores de la evapotranspiración pueden ser medidos por los microlisímetros, para obtener eficiencia en la irrigación.
3. La automatización del riego por medio del microlisímetro es una alternativa satisfactoria para obtener aumentos en la masa seca de la estevia.
4. La altura de la planta es un estimador promisorio de la masa verde y seca del cultivo.

LITERATURA CITADA

- BERTOLACCI, M.; MEGALE, P. G. 1998. Microlisimetría per la stima del fabbisogno irriguo. Pisa. 8 p.
- BEZERRA, F. M. L.; ARARIPE, M. A. E.; OLIVEIRA, O. H. O. DE. 1999. Coeficientes de cultura de tres cultivares de caupi en Fortaleza - CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. A Engenharia Agrícola tendencias e inovações. Pelotas: Nordeste Digital Line.
- BROUWER, O.; HEIBLOEM, M. 1987. Necesidades de agua de los cultivos. Roma:FAO. 79 p. (Manual de campo, 3).
- ENCARNAÇÃO, O. R. F. 1987. Estudo da demanda de água do feijoeiro. Piracicaba. 62p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo.
- ESCOBAR S., M. R. 2000. Rendimiento del ka'a he'e (*Stevia rebaudiana*, Bertoni) bajo diferentes coberturas de suelo y riego por goteo. San Lorenzo. 32 p. Estudio de Caso (Ing. Agr.) - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- FRANKE, A. E.; KONIG, O. 1994. Determinação do coeficiente da cultura (Kc) da batata (*Solanum tuberosum*, L.) nas condições edafoclimáticas de Santa Maria, RS. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 29, (4): 625-630.
- FRONZA, D.; FOLEGATTI, M. V.; MEGALE, P. G.; BERTOLACCI, M.; PEREZ P., J. E.; SOLINAS, I. 2001. Resposta da estévia (*Stevia rebaudiana*, Bert.) a diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, 2001. A Engenharia Agrícola frente ao desenvolvimento agroindustrial e o mercado globalizado. Foz do Iguaçu.
- KLOSOWSKI, E. S.; CURY LUNARDI, D. M.; SANDANIELLO, A.; GALVANI, E. 1999. Consumo de água pela cultura de abóbora (*Cucurbita pepo*, L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. A Engenharia Agrícola tendencias e inovações. Pelotas: Nordeste Digital Line.
- MEGALE, P. G. 1998. Riego en la agricultura: el volumen específico de agua. ABC Color, Asunción, 1 / 07 / 98. p. 2.
- MIRANDA, F. R. DE; SOUZA, F. DE; RIBEIRO, R. 5. F.; MONTENEGRO, A. A. T. 1999. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo para a cultura do melão na região litorânea do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. A Engenharia Agrícola tendencias e inovações. Pelotas: Nordeste Digital Line.
- OMETTO, J. O. 1981. Bioclimatología vegetal. São Paulo: Ceres. Cap. 13, p. 279-317: Evapotranspiración potencial.
- PEREIRA, A. B.; CURY, D. M.; PEDRAS, J. F.; VILLA NOVA, N. A. , 1995. Uso de lisímetros com lençol freático para avaliação da evapotranspiração da cultura da batata (*Solanum tuberosum*, L.). Científica, 23, (2): 265 - 278.
- PETRY, M. I.; CARLESSO, R.; WOLSCHICK, D.; ALMEIDA, M. Z. 1999. Consumo de água e rendimento de grãos do sorgo granífero cultivado em diferentes classes de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, Pelotas, 1999. A Engenharia Agrícola tendencias e inovações. Pelotas: Nordeste Digital Line.