

RIEGO DEFICITARIO COMBINADO CON RIEGO NO DEFICITARIO PARA USO EFICIENTE DEL AGUA EN EL CULTIVO DE STEVIA

Roberto Villafañe¹, Xander Pacheco¹, Ramón Gorrín¹ y Carmen Basso¹

RESUMEN

A nivel mundial se están haciendo grandes esfuerzos para aumentar la productividad del agua en la agricultura debido a la presión de los otros usuarios y a la incidencia del cambio climático sobre este recurso. El objetivo de este estudio fue evaluar, en el cultivo de stevia una estrategia que logre un aumento de la productividad del agua sin merma en el rendimiento de la planta. Se evaluó el efecto de cuatro tratamientos de riego deficitario: 25, 50, 75 y 100 % de la evapotranspiración del cultivo (ETc) combinados cada uno con riego no deficitario sobre el agotamiento del agua en el suelo, el rendimiento del cultivo y la eficiencia de uso del agua. En el tratamiento de 50 % de la ETc la estrategia evitó estrés hídrico en la planta y permitió un uso eficiente del agua lo que significó un importante ahorro del recurso hídrico.

Palabras clave adicionales: Fertirrigación, programación del riego

ABSTRACT

Deficit irrigation combined with irrigation without deficit to allow an efficient use of water in the culture of stevia

Globally, much effort is being made to increase water productivity in agriculture because water supplies are under pressure from other users and are being affected by climate change. The objective of this study was to evaluate, in the stevia crop, a strategy that achieves an increase in water productivity without reducing the yield of the plant. We evaluated the effect of four treatments of deficit irrigation: 25, 50, 75 and 100 % of the crop evapotranspiration (ETc), combined with irrigation without deficit, on changes in soil water content, crop yield and water use efficiency. In the treatment with 50 % ETc, the strategy prevented plant water stress and permitted an efficient use of water by the crop which implied an important saving of the water resource.

Additional key words: Irrigation scheduling, fertigation

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe la urgente necesidad de aumentar la eficiencia en el uso del agua en la agricultura debido a la creciente escasez del líquido y a la fuerte incidencia del cambio climático sobre este recurso. En el manejo del cultivo de stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni] con riego localizado, dosis inferiores a la evapotranspiración del cultivo condujeron a un ahorro importante del recurso hídrico sin merma importante en el rendimiento cuando los niveles de agotamiento del agua en el suelo no generaron estrés hídrico (Karimi., 2015; García et al, 2015). Además, el manejo adecuado de los tiempos de riego puede asegurar la descarga total de la

solución fertilizante en los emisores más alejados en la red de riego (Villafañe et al., 2016a). Si los tiempos de aplicación son reducidos al implementar el riego deficitario, una estrategia posible para garantizar una adecuada fertilización sería combinar riego deficitario y no deficitario, aplicando la fertirrigación sólo con el riego no deficitario porque en este caso el tiempo de aplicación resultaría suficiente para la descarga completa y uniforme de los fertilizantes en toda la unidad operacional. El objetivo de este estudio fue evaluar si el uso de tal estrategia lograba un aumento de la productividad del agua sin merma en el rendimiento del cultivo de stevia, mediante la utilización de dos tamaños de lisímetros de drenaje para para la obtención de la evapo-

Recibido: Octubre 10, 2017

Aceptado: Febrero, 16

¹Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay. Apdo. 4579. e-mail: r.villafae@gmail.com; xanderpacheco@hotmail.com; gorrinramon@hotmail.com; cabassofiguera@gmail.com

transpiración del cultivo y el monitoreo de la humedad del suelo con muestreos gravimétricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela Núcleo Maracay. Los datos meteorológicos que caracterizan el área, obtenidos de la estación Ceniap-INIA ubicada a un kilómetro del lugar (período 1998-2016) son: 1159,4 mm de precipitación total anual, 1728,3 mm de evaporación total anual y 25,1 °C de temperatura media anual.

Las plantas de stevia fueron cultivadas dentro de un cobertizo con paredes de malla que permitían el intercambio de aire con el exterior. El cobertizo contaba con 14 canteros de 40 cm de ancho, 25 cm de profundidad efectiva y 22 m de largo, separados por calles de 0,7 m de ancho. Las excavaciones de los canteros (fondo y paredes) así como las calles ente ellos fueron recubiertas con plástico negro. Los canteros se llenaron con suelo areno-francoso.

Caracterización física del suelo. Se tomaron dos muestras compuestas del suelo contenido en los canteros para determinación de textura y retención de humedad. Estas muestras cubrieron el espesor del suelo del cantero. La textura se determinó por el método de Bouyoucos y la retención de humedad por el método de cámaras de presión, a las presiones de 33, 100 y 300 kPa dado que los tratamientos de dosis de riego definidos no contemplaban estrés hídrico severo. También se determinó la humedad retenida a 10 kPa en una mesa de tensión. La capacidad máxima de retención de agua del suelo fue determinada en un metro lineal de cantero, en cuatro sitios del cobertizo. Después de la saturación del suelo en esos sitios se cubrió la superficie con plástico para

evitar la evaporación y al día siguiente se tomaron muestras de suelo penetrando el barreno hasta los 15 cm de profundidad para coleccionar los 5 cm inferiores extraídos. Adicionalmente se tomaron muestras no alteradas del suelo con un toma-muestra Uhland para determinar la densidad aparente. Estas muestras se tomaron igualmente entre los 10 y 15 cm de profundidad. En el Cuadro 1 se indican las distintas variables físicas determinadas.

Definición de los intervalos entre riegos utilizados en el ensayo. Se calculó la lámina máxima de agua fácilmente aprovechable (Lfa), utilizando la expresión siguiente:

$$Lfa = (x - y)dea \cdot z$$

donde: x = fracción gravimétrica de humedad del suelo a su capacidad máxima de retención (adimensional), y = fracción gravimétrica de humedad del suelo correspondiente al potencial crítico (adimensional), dea = relación entre la densidad aparente del suelo y la densidad del agua (adimensional) y z = espesor del suelo (mm). Se asumió como potencial crítico -100 kPa de acuerdo con los resultados de García et al. (2015).

Con la Lfa y la evapotranspiración máxima del cultivo (ETc max) tomada de un trabajo anterior realizado en el mismo lugar (Villafañe et al., 2016b) se calculó un intervalo entre riegos (Ir) de referencia haciendo uso de la expresión siguiente:

$$Ir = \frac{Lfa C}{ETc max}$$

donde: C = fracción de área mojada (adimensional). En este caso, la fracción de área mojada fue el cociente entre el ancho del cantero (0,4 m) y la distancia entre ejes de canteros (1,1 m), es decir, un C de 0,36 porque los goteros humedecían todo el cantero a lo largo y ancho. La ETc max considerada fue 2,25 mm día⁻¹. El Ir obtenido resultó de 3 días. Partiendo de este valor, se definieron dos Ir en este estudio: 2 y 3 días para realizar tres riegos por semana.

Cuadro 1. Variables físicas del suelo contenido en los canteros para el cultivo de stevia

Profundidad (cm)	Textura	Densidad aparente Mg·m ⁻³	Capacidad máxima de retención	Fracción gravimétrica de humedad			
				Potencial mátrico (kPa)			
				-10	-33	-100	-300
25	Areno-francosa	1,36	0,14	0,17	0,13	0,09	0,03

Evapotranspiración del cultivo. En los dos canteros centrales se instalaron cuatro lisímetros de drenaje para la determinación de la ETc, dos pequeños y dos grandes. Los pequeños se fabricaron con envases plásticos con forma de cono truncado invertido, de 31 cm de altura y 28 cm de diámetro superior. Estos envases sobresalían 3 cm del suelo. Por encima del fondo de cada envase se colocó un disco plástico perforado a 4 cm de altura para que el espacio dejado entre el fondo del envase y el disco funcionara como cámara de almacenamiento del agua de drenaje. Sobre el disco perforado se colocó un disco de malla plástica tipo mosquitero y sobre él un disco de tela de franela para evitar que el suelo pasara hacia esa cámara. Luego se colocó el suelo, dejando 3 cm de bordura para evitar entrada o salida de agua del lisímetro por escorrentía. Para los lisímetros grandes, en dos sitios de esos mismos canteros se extrajo el suelo de un metro lineal, con 28 cm de profundidad en un extremo y 31 cm en el otro para que el fondo quedara en pendiente. Se cubrió la excavación (fondo y paredes) con plástico negro resistente, se colocó gravilla hasta un espesor de 3 cm en la parte menos profunda y 6 cm en la más profunda; sobre la gravilla se colocó una malla plástica tipo mosquitero y sobre ella tela de franela para evitar el paso de suelo hacia el lecho de gravilla donde se esperaba almacenar el agua de drenaje. Se

repuso el suelo y se fijó el plástico a un marco de madera de 4 cm de altura para evitar entrada y salida de agua del lisímetro por escorrentía.

La profundidad efectiva del suelo en los lisímetros pequeños fue de 23 cm y en los grandes de 25 cm. Los lisímetros pequeños contenían una planta y los grandes cuatro. En ambos tipos de lisímetros se instaló un tubo de servicio de 12 mm de diámetro efectivo que alcanzó la parte más profunda de los mismos. Por ellos se introducía una manguera para extraer por succión el agua de drenaje antes del siguiente riego. La ETc se obtuvo en estos lisímetros por el método del balance hídrico, utilizando la expresión siguiente:

$$ETc = \frac{R - D}{N \cdot MP}$$

donde: R = volumen de riego aplicado al lisímetro (L), D = volumen drenado en el lisímetro (L), N = número de plantas en el lisímetro y MP = área del marco de plantación establecido en el estudio (m²).

Los volúmenes drenados en cada lisímetro se dividieron entre el número de plantas del lisímetro y se compararon utilizando la prueba de Wilcoxon para observaciones apareadas.

Tratamientos de riego. Los tratamientos de riego evaluados fueron: 25; 50; 75 y 100% de la ETc, combinados con riego superior a la ETc. El estudio se condujo en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones (Figura 1).

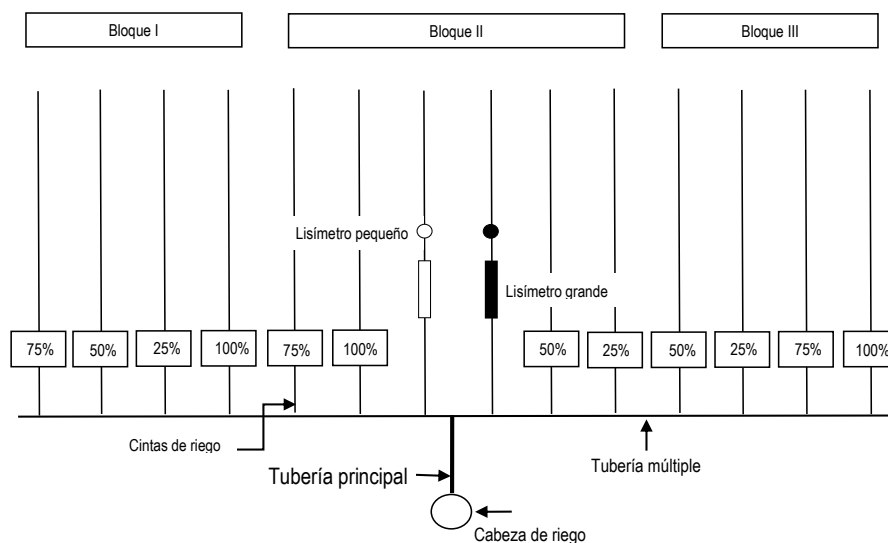


Figura 1. Esquema de distribución de los tratamientos de riego del estudio del cultivo de stevia bajo condiciones parcialmente protegidas y ubicación de los lisímetros

Para registrar la demanda de agua de la atmósfera se instaló dentro del cobertizo un atmómetro ETgage fabricado por la empresa Spectrum Technologies que entrega valores de evapotranspiración de referencia (ET_o) comparables con los que arroja la fórmula de Penman-Monteith (Magliulo et al., 2003; Gavilán y Castillo, 2009; Vásquez et al., 2011). Las lecturas del atmómetro se realizaron antes de cada riego.

El suministro de agua en el área experimental se realizó con un sistema de riego localizado presurizado compuesto de un cabezal de riego, una red de tuberías de conducción-distribución y líneas regantes del tipo cintas de goteo, con goteros de 1 L h⁻¹ separados a 0,3 m. A cada hilera de plantas se le colocaron dos cintas de riego para que cada planta recibiera un caudal de 2 L·h⁻¹.

Cada unidad experimental del estudio estuvo constituida por un cantero donde se trasplantaron esquejes enraizados de dos meses de edad, separados a 30 cm. La separación entre ejes era de 1,1 m, lo que dio una densidad de siembra de 30.303 plantas por hectárea. El trasplante también se realizó en los canteros que contenían los lisímetros.

Gestión del riego y registros de humedad del suelo. Se aplicaron tres riegos por semana (lunes, miércoles y viernes) desde el trasplante hasta el corte o cosecha. Durante las dos primeras semanas después del trasplante se regaron todas las unidades experimentales con una lámina equivalente al 110-120 % de la ET_c para garantizar el establecimiento de las plantas.

Los tratamientos de riego descritos anteriormente se aplicaron a partir de la tercera semana, con una estrategia única de fertirrigación para todo el ensayo; es decir, el día lunes todas las unidades experimentales se fertirrigaban con 110-120% de la ET_c mientras los miércoles y viernes los tratamientos de riego deficitario preestablecidos se regaban por turno y sin fertilización. El caudal del sistema se regulaba según el número de goteros que estuvieran regando en el momento.

El muestreo de humedad del suelo se realizó en cuatro oportunidades: a los 26, 47, 61 y 75 días después del trasplante (ddt). Las muestras se

tomaron entre los 10 y 15 cm de profundidad, un día lunes y antes del fertirriego para precisar el grado de agotamiento a que llegaba el suelo para ese momento. En cada cantero se tomaron dos muestras en las fechas señaladas. Con los valores de humedad del suelo de cada fecha se realizaron comparaciones entre sí para apreciar si existían diferencias entre ellos.

Evaluaciones de las plantas al momento de la cosecha. La cosecha se realizó cuando se observó en el área experimental un 5 % de plantas con flores. Las plantas cosechadas se pesaron, luego se colocaron en bolsas de papel y se colgaron en el cobertizo durante una semana para su secado al aire, se separaron luego las hojas de los tallos para obtener sus pesos secos. Los datos de peso fresco de las plantas cosechadas y pesos secos de tallos y hojas fueron sometidos a comparaciones entre los diferentes tratamientos.

Eficiencia de uso del agua de riego. En cada tratamiento de riego se calculó el cociente entre el peso seco de las hojas (producto comercial) y el volumen de agua aplicado durante el ciclo, lo cual permitió conocer la eficiencia de uso del agua o productividad del agua. El valor obtenido en cada tratamiento fue discutido con los obtenidos en este estudio y con los valores reportados en otros trabajos.

Manejo agronómico del cultivo. El control de maleza fue manual, al menos una vez a la semana. Se realizó control químico de ácaros, áfidos y gusanos cortadores. La fertilización contempló la aplicación a cada planta un total de 813 mg de N, 220 mg de P₂O₅ y 847 mg de K₂O. La aplicación fue fraccionada para suministrar por semana dosis crecientes con el desarrollo del cultivo.

Análisis estadísticos. Las variaciones en la humedad del suelo así como en los pesos finales de las plantas se interpretaron luego de realizar el análisis de la varianza y prueba de medias de Tukey utilizando el programa Statistix 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de los lisímetros. En el Cuadro 2 se muestran parámetros estadísticos de los lisímetros utilizados en el ensayo. De los lisímetros grandes, uno presentó un promedio ligeramente mayor al otro pero sin significancia

estadística cuando se compararon. En los lisímetros pequeños la diferencia resultó mayor aunque tampoco se detectaron diferencias significativas entre ellos, lo que pudo en parte estar asociado a los altos valores encontrados en sus coeficientes de variación. Estos coeficientes se

aprecian altos pero ello era de esperar ya que la variable drenaje comprendió el conjunto de valores obtenidos a lo largo del ciclo del cultivo; a medida que el cultivo crecía se aplicaba más agua de riego y en consecuencia se obtenía mayor volumen de drenaje.

Cuadro 2. Volumen de agua drenado por evento de riego (L/planta) en los lisímetros y significancia estadística de sus diferencias

Variables estadísticas	Lisímetros grandes		Lisímetros pequeños		Grandes (G) vs. pequeños (P)	
	1	2	1	2	G	P
Promedio	0,49	0,44	0,63	0,46	0,46	0,54
C.V. (%)	66,66	66,14	58,42	45,04	62,71	49,51
Significancia (P)	>0,05		>0,05		>0,05	

Prueba de Wilcoxon para observaciones apareadas

En cuanto a la comparación de los lisímetros grandes con los pequeños, el promedio de los grandes resultó menor que el de los pequeños pero tampoco dicha diferencia mostró significancia estadísticas, lo que permitiría suponer que todos los lisímetros mostraron un comportamiento más o menos similar, a pesar de que los grandes tenían un área expuesta por planta mayor que los lisímetros pequeños.

Dinámica de la evapotranspiración a lo largo del ciclo del cultivo. La dinámica de las variables agroclimáticas desde el trasplante (febrero 3) hasta la cosecha del cultivo (abril 18) muestran que la ETo fue de aproximadamente de 4 mm por día, con los altibajos propios de los cambios diarios de los elementos del clima (Figura 2).

Por su parte la ETc inició con valores de 1 mm·día⁻¹ y fue ascendiendo hasta un máximo de 2,5 mm·día⁻¹. Alrededor del día 40 mostró un decaimiento para luego retomar su ascenso. Este comportamiento también se observó en el ensayo 1 de Villafañe et al. (2016b), conducido en condiciones similares de manejo del cultivo. Al parecer esta planta disminuye su tasa transpiratoria antes de iniciar su crecimiento acelerado. Con el inicio de la floración (68 ddt) también ocurrió un decaimiento de la ETc.

Es importante señalar que los valores de la ETc pudieron estar afectados por la densidad de plantación utilizada en nuestro estudio la cual se considera baja de acuerdo con la señalada para este cultivo por Herrera et al. (2012).

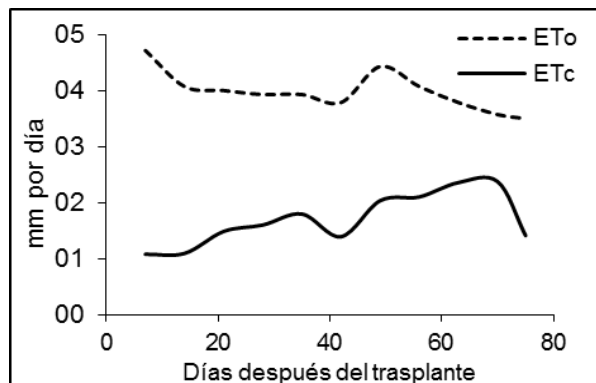


Figura 2. Evapotranspiración de referencia (ETo) y evapotranspiración del cultivo (ETc) en función del tiempo en stevia

Agotamiento de la humedad en el suelo. Se observó una tendencia general a la disminución de la humedad con el tiempo, con ligeros altibajos, en todos los tratamientos para las diferentes fechas de muestreo (Cuadro 3). De igual forma, la humedad resultó menor a medida que la dosis de riego fue más baja, excepto en el primer muestreo donde la humedad promedio del tratamiento de 75 % de la ETc resultó ligeramente menor a la humedad del tratamiento de 50 %.

Cuando se sometieron los datos de cada fecha de muestreo al análisis de varianza, sólo el segundo muestreo (47 ddt) presentó significancia estadística y la prueba de comparación de medias a $P=0,05$ arrojó diferencias del tratamiento de 100 % de la ETc con los tratamientos de 50 y 25 % de la ETc. Los dos últimos muestreos (61 y 75 ddt)

no mostraron diferencias estadísticas aunque sus valores de P estuvieron muy cerca de 0,05.

Retomando las relaciones humedad-potencial, se puede apreciar en el mismo Cuadro 3 que sólo el tratamiento de 25 % de la ETc descendió ligeramente por debajo del potencial de -100 kPa en los dos últimos muestreos y el de 50 % de la ETc sólo en el último; es decir, no se alcanzaron niveles de estrés hídrico importantes. Es oportuno recordar que los valores reportados corresponden a la humedad obtenida antes del fertirriego de los días lunes; es decir, no son niveles de humedad sostenidos sino alcanzados según las dosis de riego establecidas en el estudio.

Dado que durante el fertirriego se aplicó una lámina superior a la ETc la recuperación de la humedad pudo superar la capacidad máxima de retención en el tratamiento de 100 % de la ETc, con posibles pérdidas de agua por percolación y lixiviación de fertilizantes. En el tratamiento de 75 % de la ETc pudo también ocurrir lixiviación de fertilizantes, pero en los dos tratamientos de dosis más deficitarias probablemente el suelo se reabastecía, sin riesgo de lixiviación de fertilizantes debido a las bajas dosis de riego de esos tratamientos.

Evaluaciones de las plantas al momento de la cosecha. El tratamiento de 50 % de la ETc arrojó los mayores pesos de las plantas y se diferenció de manera significativa del tratamiento de 100 % de la ETc, pero no de los otros dos tratamientos (Cuadro 4). Una posible causa de este comportamiento puede ser la estrategia de fertirrigación utilizada que posiblemente promovió la pérdida de fertilizante por lixiviación en el tratamiento de 100% de la ETc y posiblemente en el de 75% de la ETc pero no en los otros dos tratamientos. Aparentemente, las dosis de riego inferiores al 100 % de la ETc combinadas con niveles de fertirriego donde se surta la lámina evapotranspirada habrían permitido un mejor uso de los nutrientes aplicados sin alcanzar niveles de estrés hídrico que puedan incidir en el rendimiento, garantizando de esta manera mayor efectividad en la fertilización y aumento de la productividad del agua.

García et al. (2015) lograron en el mismo lugar pero en condiciones de campo valores de 3,57; 4,93; 6,78 y 7,39 g de peso seco de hojas por

planta para tratamientos de 40, 60, 80 y 100 % de la ETc, respectivamente. En este caso los valores mayores correspondieron a los tratamientos de mayor dosis donde no hubo estrés hídrico; en los otros dos tratamientos el potencial mátrico se aproximó a -300 kPa, lo que probablemente promovió los menores rendimientos.

Eficiencia de uso del agua de riego. En el Cuadro 4 se muestra la eficiencia de uso del agua obtenida en el estudio. El peso seco de hojas aumentó a medida que se reducían las dosis de riego como ya se indicó en el aparte anterior, hasta un momento en que la dosis incidió en el potencial crítico (25 % de la ETc).

Cuadro 3. Niveles de agotamiento de agua en el suelo antes del fertirriego en cada tratamiento de dosis de riego en stevia en diferentes días después de trasplante (ddt). La humedad gravimétrica es 8,87 % a -100 kPa y 3,17 % a -300 kPa

Fecha de muestreo y significancia estadística (P)	Tratamiento	Humedad gravimétrica (%) antes del riego
26 ddt ($P=0,254$)	100% ETc	13,16
	75% ETc	11,12
	50% ETc	11,75
	25% ETc	10,16
C.V. (%)		21,94
47 ddt ($P=0,002$)	100% ETc	12,78 a
	75% ETc	11,25 ab
	50% ETc	9,46 b
	25% ETc	8,70 b
C.V. (%)		15,68
61 ddt ($P=0,065$)	100% ETc	11,87
	75% ETc	9,83
	50% ETc	9,68
	25% ETc	7,83
C.V. (%)		24,40
75 ddt ($P=0,058$)	100% ETc	12,19
	75% ETc	10,06
	50% ETc	8,61
	25% ETc	8,18
C.V. (%)		26,33

Letras diferentes dentro de la columna indican diferencias estadísticas entre medias según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Cuadro 4. Peso al momento de la cosecha y eficiencia en el uso del agua en plantas de stevia sometidas a riego deficitario

Dosis de riego	Peso fresco parte aérea (g/planta)	Peso seco de tallo (g/planta)	Peso seco de hojas (g/planta)	Eficiencia de uso del agua (g · 100 L ⁻¹)	Volumen total de agua aplicada (L/planta)
100 % de la ETc	31,67 b	1,56 b	6,25 b	4,70	132,94
75 % de la ETc	38,25 ab	2,21 ab	7,67 ab	7,69	99,71
50 % de la ETc	55,83 a	3,66 a	10,57 a	15,93	66,47
25 % de la ETc	47,17 ab	3,13 ab	9,39 ab	28,25	33,24
C.V. (%)	26,13	36,69	23,16		

Letras deferentes dentro de la columna indican diferencias estadísticas entre medias según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

La eficiencia de uso del agua en este caso es el resultado de una combinación del aumento del rendimiento con la disminución de la dosis de riego y un aumento de por sí en la eficiencia con la disminución de la dosis de riego. En el trabajo de García et al. (2015), la disminución de la dosis de riego llevó a reducción del rendimiento.

No necesariamente la mayor eficiencia de uso del agua es la más conveniente desde el punto de vista económico. De allí la importancia de evaluar estrategias de manejo del agua y los fertilizantes que garanticen un uso óptimo de ambos recursos además de reducir los impactos ambientales en la agricultura con fertirriego. Además, esta estrategia permite un ahorro en mano de obra destinada a la fertirrigación.

En este estudio el tratamiento más rendidor fue el del 50 % de la ETc pero el mayor valor de eficiencia de uso del agua lo alcanzó el tratamiento de 25% de la ETc. Es posible que un tratamiento intermedio entre 25% y 50 % de la ETc sea lo recomendable para un rendimiento aceptable del cultivo y un uso eficiente del agua de riego, sobre todo en lugares con limitaciones hídricas y/o costos elevados del agua.

CONCLUSIONES

La estrategia de manejo del agua en el cultivo de stevia que combine riego deficitario sin fertirriego con riego no deficitario donde se practique el fertirriego pueden permitir aumento de los rendimientos al garantizar una fertirrigación más efectiva y económica, ahorro del agua de riego y un uso más eficiente de este recurso por parte del cultivo. Asimismo, esta estrategia puede

evitar que se alcancen niveles de estrés hídrico en el cultivo al retrasar el agotamiento del agua en el suelo.

Los lisímetros utilizados resultaron funcionales para el estudio de la evapotranspiración del cultivo y constituyeron una herramienta efectiva y práctica para definir las cantidades de agua a aplicar.

LITERATURA CITADA

- García, E., R. Villafañe, C. Basso y A. Florentino. 2015. Dinámica de la humedad del suelo y su efecto sobre el rendimiento de la stevia. *Venesuelos* 23: 5-10.
- Gavilán, P. y F. Castillo. 2009. Estimating reference evapotranspiration with atmometers in a semiarid environment. *Agricultural Water Management* 96: 465-472.
- Herrera, F., R. Gómez y C. González. 2012. El cultivo de Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en condiciones agroambientales de Nayarit, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico 19. Nayarit, México. 52 p.
- Karimi, M., A. Ahmadi, J. Hashemi, A. Abbasi, S. Tavarini, L. Guglielminetti y L. Angelini. 2015. The effect of soil moisture depletion on stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) grown in greenhouse conditions: Growth, steviol glycosides content, soluble sugars and total antioxidant capacity. *Scientia Horticulturae* 183: 93-99.
- Magliulo, V., R. d'Andrea y G. Rana. 2003.

- Use the modified atmometer to estimate reference evapotranspiration in Mediterranean environments. *Agricultural Water Management* 63: 1-14.
6. Vásquez, R., E. Ventura y J. Acosta. 2011. Habilidad de estimación de los métodos de evapotranspiración para una zona semiárida del centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 399-415.
 7. Villafañe, G., C. Basso y R. Villafañe. 2016b. Evapotranspiración y coeficientes de cultivo (*Kc*) de Stevia [*Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni] bajo condiciones parcialmente protegidas. *Bioagro* 28: 131-136.
 8. Villafañe, R., A. Jaspe, J. D'Lima y C. Basso. 2016a. Comportamiento de la descarga de fertilizantes en goteros cercanos y lejanos al inyector. *Bioagro* 28: 209-214.