

PROGRAMACIÓN Y MANEJO DEL RIEGO LOCALIZADO EN INVERNADERO MEDIANTE TRES MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN EN EL CULTIVO DE PIMENTÓN (*Capsicum annuum* L.)

Programming and management of trickle irrigation for a bell pepper crop (*Capsicum annuum* L.) in Greenhouse, using three methods for the estimation of evapotranspiration.

Valera V., Carolina¹; Rázuri R., Luis¹; Rosales D., José¹; Jaimez, Ramón², Proaño S., Jaime³; Mora Argenis⁴.

¹CIDIAT-ULA, Apartado postal 219 Mérida. carolbeth14@gmail.com; razuri@ula.ve; rjose@ula.ve; ²ULA, rjaimez@ula.ve; ³UAE, Guayaquil, jaimeluisproano@gmail.com; ⁴Universidad EARTH, Costa Rica, armora@earth.ac.cr.

La investigación se inicia en noviembre 2011 y finalizó en octubre 2012.

RESUMEN

Se realizó esta investigación para evaluar la programación y manejo del riego localizado en invernadero, en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.) utilizando tres métodos de estimación de la evapotranspiración. Los métodos evaluados fueron: Tina de evaporación Tipo A; Balance de agua y Radiación. El material utilizado fueron los híbridos: Red Jewel F1 y P1216 por ser resistentes y/o tolerantes a enfermedades. El ensayo en invernadero fue realizado bajo un diseño experimental en parcelas divididas en bloques con arreglo completamente aleatorizado con submuestreo y tres réplicas. La parcela principal fue destinada a los dos híbridos y la parcela secundaria a los tres métodos de estimación de la evapotranspiración del cultivo (Etc). Los resultados del trabajo indican que con el método de Radiación, la evapotranspiración obtenida y la cantidad de agua aplicada fueron mayores que las obtenidas por los métodos de Tina y Balance en más del 30 %; mientras que los métodos de Tina y Balance no difieren en gran porcentaje. Se obtuvo la curva característica del Kc medido del cultivo de pimentón en invernadero, la cual se ajustó muy bien a la curva del Kc-simulado. El mayor rendimiento lo obtuvo el método de Radiación; sin embargo, no fue significativo con respecto a los rendimientos obtenidos por los métodos de Tina y Balance, es decir, que a pesar del incremento de la lámina de riego los rendimientos obtenidos son similares. Los métodos de la Tina y Balance fueron los que obtuvieron mejor relación en el uso eficiente del agua (EUA).

Palabras clave: Programación, manejo, riego, evapotranspiración, pimentón, invernadero, eficiencia, agua.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the programming and management of trickle irrigation for a bell pepper crop (*Capsicum annuum* L.) in a greenhouse, considering three methods for the estimation of evapotranspiration. The evaluated methods were: pan evapotranspiration, radiation and the water balance in the root zone. Two disease resistance varieties: Red Jewel F1 and P1216 were used in the experiment. The greenhouse trial was carried out under an experimental design in a split-plot arrangement with randomized blocks and three repetitions. The main plot was used for the two hybrids and the secondary plot was used for the three methods of estimation of crop evapotranspiration. The results indicated that with the method of radiation, both the crop evapotranspiration and the amount of applied water were more than 30% larger than those obtained by the pan and water balance methods. The results obtained from the pan and water balance methods were really similar. A crop coefficient (Kc) curve for bell pepper in the greenhouse was developed from the measurements and it was satisfactorily adjusted to a simulated Kc curve. The best crop yield was obtained in the treatment where the method of radiation was used to estimate evapotranspiration but the difference was not significant with regard to the treatments under the pan and balance methods; this fact showed a non-significant crop yield difference to the increase of applied water. The pan and balance methods obtained the best values in water use efficiency (UEW).

Key words: Programming, management, irrigation, evapotranspiration, pepper, greenhouse, efficiency, water.

INTRODUCCIÓN

La evapotranspiración es la combinación conjunta de dos procesos diferentes, es decir la suma del agua que se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y la que se pierde mediante la transpiración de la planta.

La relación de evaporación y transpiración en un cultivo varía según las etapas de desarrollo y crecimiento del mismo, siendo los requerimientos hídricos y la tasa de transpiración diferentes en cuantía para cada cultivo; esta relación también depende de condiciones climáticas, entre otros, las cuales pueden afectar estas necesidades. Para la programación y manejo del riego existen diferentes metodologías, las cuales permiten predecir cuándo y en qué momento aplicar el agua para suplir estas necesidades hídricas, ya que un exceso de agua puede originar asfixia en la zona radical, lavado de fertilizante y por otro lado un aporte por debajo de la necesidad hídrica puede provocar un déficit de agua lo cual origina un descenso en la producción.

Entre las metodologías para la estimación de este proceso, que requiere de un buen control de lo anteriormente mencionado (clima, suelo, cultivo), se encuentran el método basado en el balance hídrico del suelo, método del balance de energía y los métodos estimativos.

Existen pocos estudios realizados en la estimación de las necesidades hídricas de cultivos bajo invernadero; sin embargo Fernández (2001) y colaboradores, han venido realizando ensayos de diferentes dosis de riego de acuerdo a las exigencias de los cultivos, utilizando diferentes modelos de estimación de Eto, donde cada uno se estudió con precisión. De acuerdo a sus resultados el modelo de radiación mostró una alta precisión en condiciones de cultivo, por ello propusieron un modelo de estimación de la Eto para condiciones de invernadero.

En el país, la producción agrícola bajo invernadero inicia a mediados de los años 80 y aún no se tiene claro cómo influyen los parámetros microclimáticos dentro este ambiente, sobre las necesidades hídricas de los cultivos; no existiendo ningún estudio sobre las necesidades hídricas de cultivos bajo invernadero. Debido a la falta de información se llevó a cabo éste estudio, con la finalidad de contribuir al desarrollo de información que permita una mayor y mejor organización del sistema de producción de cultivos bajo invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en un invernadero de 162 m², en terrenos del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IIAP), de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de los Andes, ubicada en la localidad de Santa Rosa en el estado Mérida, entre las coordenadas 8° 37' 37,34" N y 71° 09' 18,53" O, a una altura de 1936 msnm. Éste se realizó entre los meses Noviembre 2011 y Octubre 2012.

Para la programación y el manejo del agua en el cultivo de pimentón (*Capsicum annum L.*), se consideraron los métodos de la Tina de Evaporación, Radiación para condiciones de invernadero (Fernández *et al.*, 2001) y Balance de agua, utilizando riego por goteo.

Para la estimación de la evapotranspiración del cultivo de referencia por el Método de Radiación en invernaderos, se utilizó el modelo propuesto por Fernández *et al.* (2001):

$$\text{Si DDA} < 220 \\ Eto = (0,288 + 0,0019 * DDA) * Rs_{inv}$$

$$\text{Si DDA} > 220 \\ Eto = (1,339 - 0,00288 * DDA) * Rs_{inv}$$

donde:

DDA es el día del año. 1^{er} de enero día 1 y el 31 de diciembre el día 365.

Rs_{inv} , es la radiación solar dentro de invernadero expresada en mm/día.

Para el cálculo del coeficiente del cultivo se utilizó el método propuesto por Fernández *et al.* (2001) el cual consiste en trabajar con el tiempo térmico acumulado (TTA), obtenido con temperaturas máximas y mínimas diarias y de tres valores de temperatura, característicos del cultivo.

En el método de Balance de agua con los valores medidos, se obtuvo directamente la Etc. La evapotranspiración se calculó mediante el balance de agua, a través de la siguiente ecuación:

$$Etc = (W_{t0} - W_{t1}) + R - L$$

donde :

$(W_{t0} - W_{t1})$ es la variación en el contenido de agua en cada planta entre los tiempos t_0 y t_1 (ml).

R es el riego aplicado con una frecuencia diaria (ml).

L es el lixiviado que se medirá diariamente (ml).

Se trabajó con dos híbridos de pimentón: Red Jewel F1 y RPP1216.

El diseño de la investigación, fue en parcelas divididas en bloques con arreglo completamente aleatorizado, con submuestreos y tres réplicas para los niveles ubicados en parcelas principales destinadas a los dos híbridos. La parcela secundaria destinada a los tres métodos de estimación de la evapotranspiración del cultivo (Etc), representada por las líneas de riego. Para el esquema básico se incorporó un tercer efecto de tiempo. El modelo apropiado para analizar esta estructura de datos es el modelo lineal mixto, donde los efectos aleatorios son: efecto réplica, híbrido dentro de réplica y tratamiento dentro de híbrido y cada réplica, de tal manera que cada efecto sea evaluado con diferentes errores experimentales.

Todos los análisis de datos se realizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA), utilizando el software libre R. Cada análisis se realizó al 5% de nivel de significancia. Las variables que presentaron diferencia estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$), fueron sometidas a prueba de diferencia mínima significativa (LSD), por días desde el transplante (DDT), para esto se realizó un ANOVA en forma detallada a lo largo de los periodos de observación con la finalidad de determinar si hubo o no diferencia significativa entre los factores.

Las dimensiones de la parcela principal fueron de 16,5 m de largo por 1,40 m de ancho, para un área total por parcela de 23,1 m²; las parcelas secundarias (hileras de riego por método de evapotranspiración) fueron separadas a 0,7 m entre sí. (Figura 1). Las submuestras, fueron seleccionadas al azar, en un total de 5 plantas por cada parcela secundaria. El total de plantas para muestrear fue de 90, las cuales se le realizaron las observaciones correspondientes.

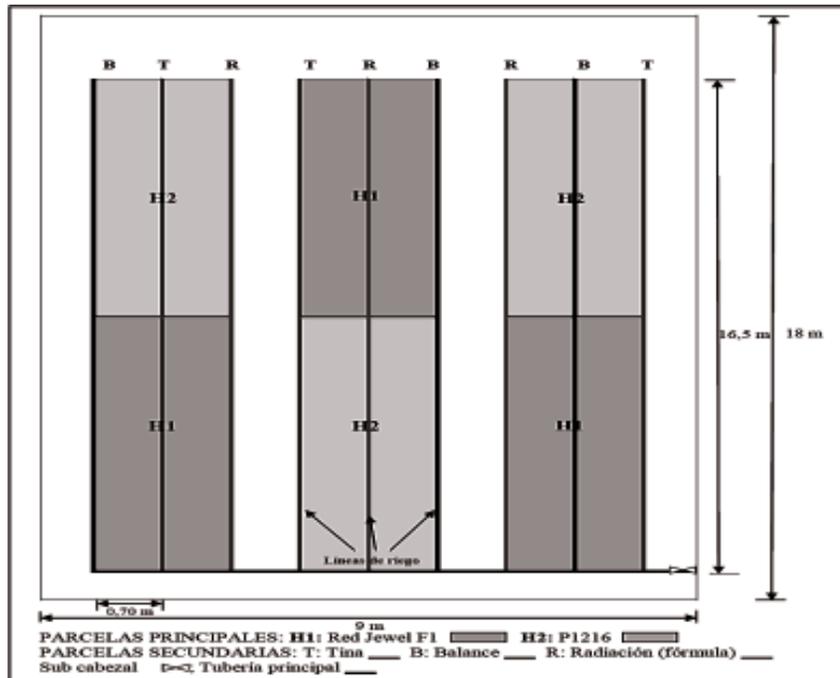


Figura 1. Esquema de distribución experimental en invernadero las parcelas principales y secundarias.

Para el sistema de riego se utilizaron tuberías de PEBD de 4 bar y 16 mm de diámetro, en la cual se insertaron goteros autocompensados antidrenante de 4 l/h, con 4 salidas, con separación entre ellos de 0,30 m. Al inicio de cada lateral fueron colocadas llaves plásticas de 16 mm con la finalidad de aislar cada tratamiento y controlar el tiempo de riego. La estrategia del riego consistió en instalar dentro del invernadero una Tina de Evaporación tipo A, una estación micrometeorológica con sensores de temperatura, radiación y humedad relativa; igualmente se seleccionaron 4 plantas sobre una base elaborada de hierro y debajo de ella una bandeja, ésta última con la finalidad de obtener datos de entrada y salida de agua para el método de balance de agua.

Las lecturas para cuantificar la evapotranspiración y la lámina de riego se realizaron diariamente. Otro factor que se consideró fue el Kc del cultivo, éste se estimó con base a la metodología presentada por Fernández *et al.* (2001).

Los tiempos de riego se calcularon en función de la demanda evapotranspiratoria diaria y del equipo de riego utilizado. Este tiempo de riego calculado se dividió en cuatro tiempos de aplicación de agua, los cuales se realizaron a las 8:30 am; 10:00 am; 2:30 pm y 4:00 pm. La aplicación de los fertilizantes en el

cultivo, se realizó conjuntamente con el agua, “fertirrigación” y de acuerdo a cada etapa fenológica del cultivo de pimentón.

La cosecha se realizó semanalmente considerando cada tratamiento, híbrido y réplica. Dentro del invernadero se instaló un Evaporímetro con la finalidad de correlacionar los valores medidos en éste, con los de la Tina de evaporación, y para poder considerar un instrumento más sencillo de medición de evaporación dentro del invernadero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables climáticas se muestran en la Tabla 1; el promedio de temperatura diaria máxima, media y mínima en el invernadero, durante el periodo de investigación fue 25,42 °C; 18,09 °C y 13,30 °C respectivamente, la humedad relativa 81,92 % y la radiación total 3,89 mm/d.

La Figura 2 muestra el comportamiento de la evaporación de la Tina Tipo A instalada dentro del invernadero; también se midieron los valores en el Evaporímetro, con la finalidad de obtener una correlación con valores obtenidos mediante la Tina Tipo A. Se puede observar que los valores del Evaporímetro son mayores a los obtenidos por la Tina Tipo A; sin embargo, tienen el mismo comportamiento a lo largo del tiempo.

En la Figura 3 se muestra la correlación de tipo lineal, entre estas dos medidas, dando un valor de 0,78. Este resultado es de gran utilidad para el productor ya que el Evaporímetro es un equipo de fácil acceso y manejo pudiendo utilizarse para determinar las necesidades hídricas del cultivo bajo invernadero.

Tabla 1. Valores máximos y mínimos medios mensuales de temperatura, valores medios mensuales de humedad relativa y radiación total, obtenidos durante el periodo del cultivo de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en invernadero.

MES	Temperatura máxima (°C)	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Radiación total (mm/d)
Noviembre	24,14	17,71	14,85	90,97	2,29
Diciembre	23,40	17,36	13,25	86,70	2,34
Enero	23,64	16,76	11,53	81,94	3,51
Febrero	24,36	16,98	11,19	78,23	4,54
Marzo	24,54	17,48	12,89	84,42	4,01
Abril	24,69	18,03	14,08	87,52	3,62
Mayo	26,02	18,78	14,01	82,43	4,34
Junio	27,07	18,87	13,37	76,79	4,62
Julio	27,09	18,87	13,64	79,42	4,39
Agosto	26,62	18,80	13,71	78,97	4,24
Septiembre	28,03	19,31	13,72	73,78	4,91
Promedio	25,42	18,09	13,30	81,92	3,89

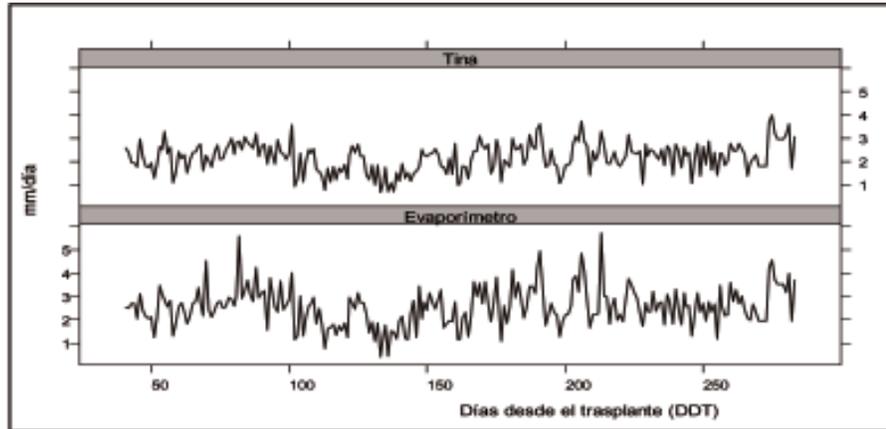


Figura 2. Evaporación de la Tina tipo A y del Evaporímetro medidos dentro del invernadero, expresado en mm/día.

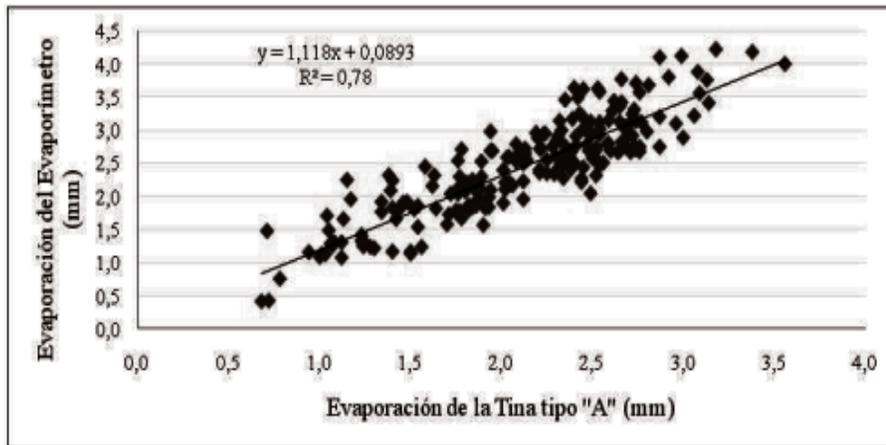


Figura 3. Correlación entre la evaporación obtenida mediante la Tina tipo A y la obtenida mediante el Evaporímetro, medidas en invernadero.

Los valores de la Eto para los diferentes métodos se muestran en la Figura 4, donde se observa que a lo largo del ciclo su comportamiento fue el mismo; sin embargo, los valores de Radiación fueron mayores en comparación con los valores de la Tina y Balance. Para el trabajo de investigación se tomó un coeficiente de la tina Kp de 0,65, utilizando como referencia datos presentados por la FAO-56. El valor de Kp, se estudió en forma más detallada, correlacionando valores obtenidos de Eto por medio del Balance de agua con valores obtenidos de Eto por medio de la Tina tipo A, encontrándose un valor aproximado de 0,6533; el cual es cercano al valor estimado inicialmente., la Figura 5 muestra la correlación obtenida.

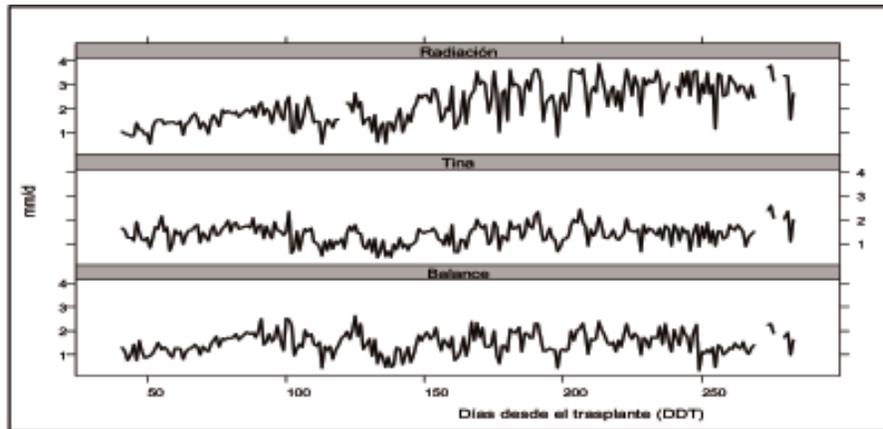


Figura 4. Evapotranspiración del cultivo de referencia para cada uno de los métodos estudiados.

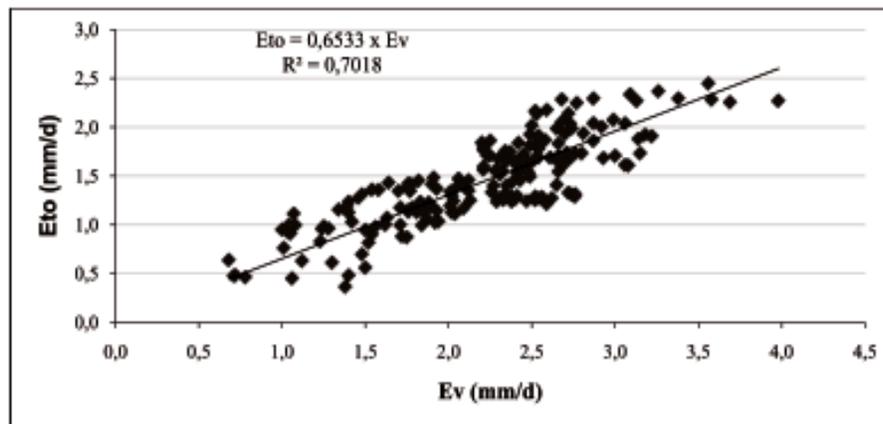


Figura 5. Relación entre la evaporación obtenida mediante la Tina tipo A y la evapotranspiración de referencia obtenida mediante el balance de agua, medidas en invernadero.

El coeficiente del cultivo (K_c), se estimó con base a la metodología presentada por Fernández *et al.* (2001). También se determinaron valores de K_c , mediante valores obtenidos de E_{tc} por medio del Balance de agua entre valores de E_{to} obtenidos a través de la Tina de Evaporación. Estos valores fueron ajustados mediante una regresión polinómica de tercer orden, donde se obtuvo la curva característica de K_c para el cultivo de pimentón bajo invernadero. La Figura 6 muestra los resultados obtenidos de K_c simulado, ajustado y medido. En la curva del K_c -simulado se consideró que el valor de $K_{c\text{máx}}$ fuera constante hasta el final del ciclo, mientras que en la curva del K_c -simulado ajustado; el K_c comienza a disminuir a

partir del día 169 DDT hasta alcanzar valores de 0,9 los cuales fueron constantes hasta el final del ciclo. Se puede observar que el Kc-medido se ajusta al Kc obtenido por medio de la metodología propuesta por Fernández *et al.* (2001) sin embargo, el Kc medido comenzó a caer a partir del día 132.

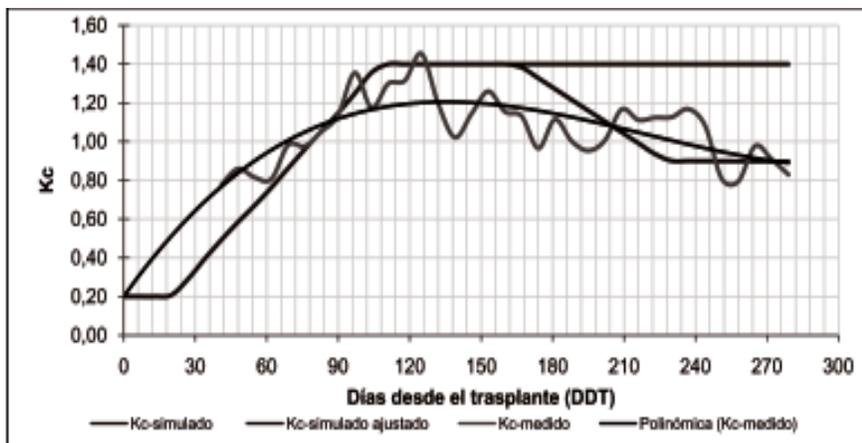


Figura 6. Coeficiente del cultivo de pimentón, medido y simulado.

La Figura 7 muestra el comportamiento de la Etc obtenida para cada uno de los métodos durante el período de investigación, donde estos valores fueron calculados diariamente. Los valores promedios obtenidos fueron de 2,90 mm/d por el método de Radiación; 1,76 mm/d por el método de Tina instalada en el invernadero y 1,48 mm/día por el método de Balance. Los primeros 180 días los métodos tuvieron el mismo comportamiento, siendo Radiación el método con valores mayores de Etc.

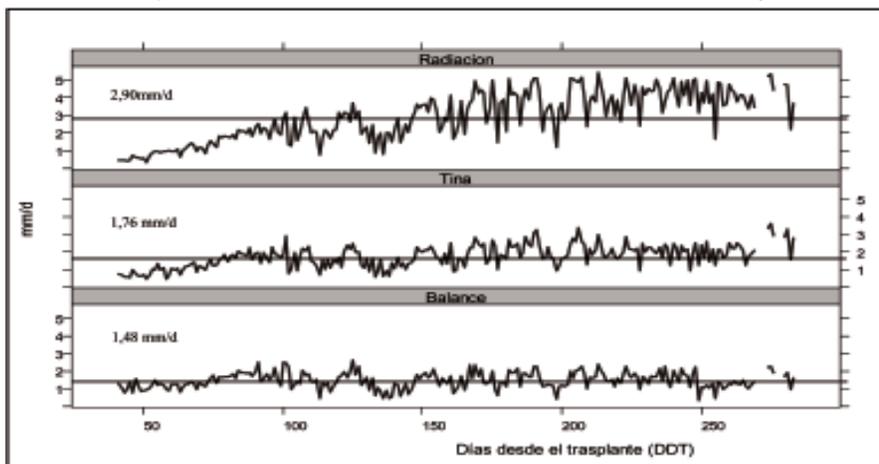


Figura 7. Evapotranspiración del cultivo de pimentón para cada uno de los métodos estudiados.

Para el manejo y la programación del riego se considera el tiempo de riego, el cual se calculó diariamente, éste fue dividido en 4 riegos diarios fraccionados a la 8:30 am; 10 am; 2:30 pm y 4:00 pm. La Figura 8, muestra el comportamiento de los tiempos de riego diarios para cada uno de los métodos, donde claramente refleja valores mayores por el método de Radiación. Los tiempos de riego para los métodos de Tina y Balance fueron bastante parecidos, esto se corresponde con la demanda de agua que tiene cada método considerado. Para los 126 a los 131 DDT se adicionó 30 min para cada método con la finalidad de realizar un lavado de sales. El tiempo de riego promedio para cada uno de los métodos de estimación fueron: Balance: 24,24 min; Tina: 24,94 min y Radiación (fórmula para invernadero): 37,43 min.

El volumen aplicado por unidad de área se muestra en la Figura 9, donde en el método de radiación se aplicaron 327,300 l/m², Tina una cantidad de 336,75 l/m² y Radiación 505,300 l/m². El volumen aplicado por el método de Radiación fue 30 % mayor, comparado con los volúmenes aplicados por los métodos de Tina y Balance, mientras que la diferencia entre los volúmenes aplicados por Tina y Balance fue del 3 %.

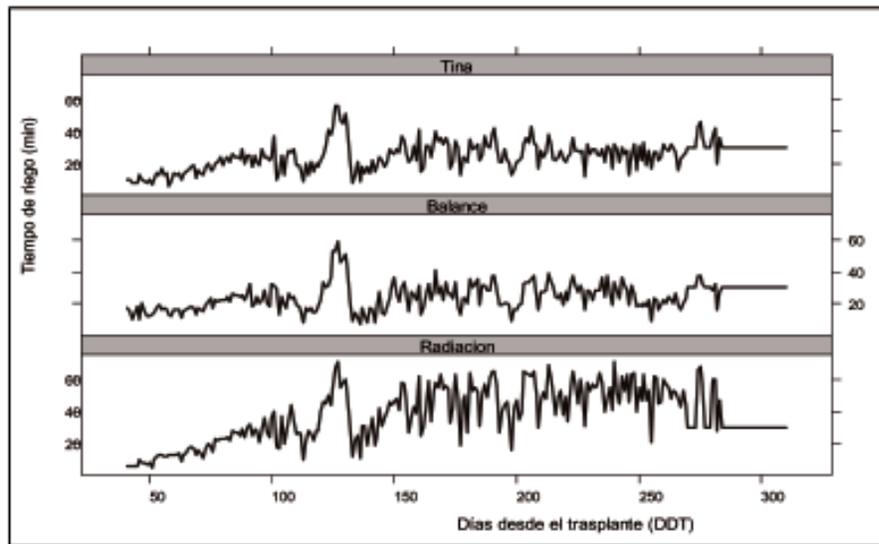


Figura 8. Tiempos de riego en minutos.

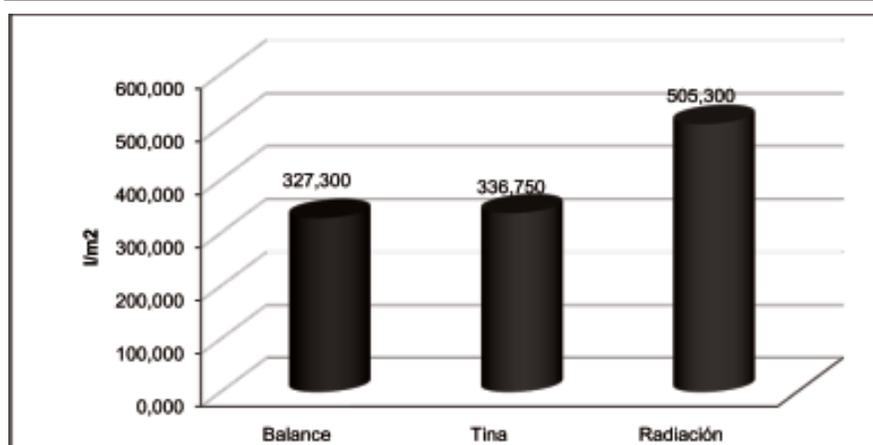


Figura 9. Volumen total aplicado por unidad de área.

Los rendimientos obtenidos se muestran en la Figura 10, en ella se observa que el mejor rendimiento lo obtuvo el método de Radiación para el híbrido P1216, con un valor de 9,07 kg/m², siendo mayor en 9 % con relación a la Tina y un 14,38 % en relación con el método de Balance; sin embargo estadísticamente no fue significativo.

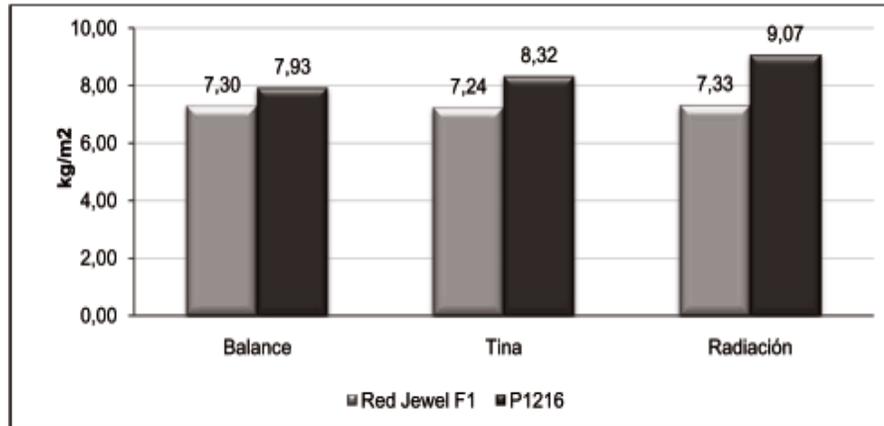


Figura 10. Comportamiento de la producción promedio por híbridos y tratamientos, expresado en kg/m² de invernadero.

Igualmente se realizó un análisis de productividad de agua o uso eficiente de agua presentados en la Tabla 2, donde los valores oscilaron entre 14,51 y 22,30 kg/m³ en el Red Jewel F1 y entre 17,95 y 24,71 kg/m³ en el P1216, pudiendo observarse que la eficiencia del uso del agua fue mayor en los tratamientos de Tina y Balance, debido a los menores aportes de agua en comparación con el método de

Radicación y a que sus producciones fueron muy similares. Estudios realizados por Fernández *et al.*, 2012, señalan que los valores de eficiencia del uso del agua en pimentón bajo invernadero son: Otoño-Invierno 21,0 kg/m³ y Otoño-Primavera 16,9 kg/m³.

Rodríguez (2010) obtuvo valores en el cultivo de pimentón en campo abierto, de 12,01 kg /m³, para frecuencias de riego de 1 día. Este valor es menor a los obtenidos dentro del invernadero, lo que corrobora lo expresado por Gallardo *et al.*, (2007) que dice que la productividad del agua de los cultivos hortícolas es considerablemente más elevada que las de los cultivos al aire libre debido al clima dentro del invernadero que reduce la demanda evaporativa y a sus mayores rendimientos.

Tabla 2. Relación del uso eficiente del agua en kg/m³.

Método	Red Jewel F1	P1216
Tina	21,50	24,71
Balance	22,30	24,23
Radiación	14,51	17,95

CONCLUSIONES

Los tres métodos de estimación de la evapotranspiración fueron adecuados para el manejo del riego; sin embargo, dieron resultados diferentes en lo que respecta a la demanda de agua.

Existe buena correlación entre la evaporación medida por medio de la Tina clase "A" y la evaporación medida por medio del Evaporímetro, ubicados dentro del invernadero.

El modelo Kc, propuesto por Fernández *et al.* (2010) resultó apropiado para la estimación del Kc de pimentón en condiciones de invernadero.

La evapotranspiración promedio del cultivo para el método de Balance, fue de 1,48 mm/d; para el método de la Tina de 1,76 mm/d y para el método de Radiación de 2,90 mm/d.

Al relacionar la Eto y Etc para obtener Kc se logró una curva característica para el cultivo de pimentón en condiciones de invernadero, ajustándose muy bien a la curva del Kc obtenida por el modelo propuesto por Fernández *et al.* (2010).

La relación entre la evapotranspiración de referencia (Eto) y la evaporación medida desde la Tina tipo A, en invernadero, con un valor de Kp de 0,6533 y R² igual a 0,7018, es aceptable.

El tiempo de riego promedio para cada uno de los métodos de estimación fueron: Balance: 24,24 min; Tina: 24,94 min y Radiación (fórmula para invernadero): 37,43 min.

El volumen aplicado por unidad de área para cada tratamiento fue: Tina: 336.750 litros/m²; Balance: 327.300 litros/m² y Radiación: 505.300 litros/m².

El método de Radiación fue mayor a los métodos de Tina y Balance en más del 30 % de la evapotranspiración obtenida y la cantidad de agua aplicada.

Los métodos de Tina y Balance presentaron mejor relación en el uso eficiente del agua (kg/m³). Para el híbrido Red Jewel F1 el método de la Tina obtuvo un valor de: 21,74 kg/m³ y para el método de Balance fue de: 22,27 kg/m³; mientras que para el híbrido P1216 el valor obtenido por el método de la Tina fue de: 24,68 kg/m³ y por el método de Balance fue: 24,20 kg/m³. Valores similares a los reportados por Fernández *et al.*, 2012, en pimentón bajo invernadero y mayores a los reportados por Rodríguez (2010) con pimentón a campo abierto.

De acuerdo con Gallardo *et al.* (2007) dentro del invernadero el uso eficiente del agua del cultivo es mayor que la del cultivo al aire libre. Debido a que dentro del invernadero las cantidades de agua aplicadas al cultivo son menores y sus rendimientos son mayores.

El método de Radiación fue el que dio mejor respuesta en producción; sin embargo, estadísticamente no es significativo con respecto a la producción obtenida por los métodos de Tina y Balance.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico CDCHT-ULA, por el aporte financiero prestado al proyecto bajo el código VA-07-12-01-EM.

REFERENCIAS

- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guía para la determinación de los requerimientos de agua en los cultivos. Publicación de la FAO-56 (Español). Serie de Riego y Drenaje. Roma, Italia. 7 - 84 pp.
- Fernández, M.D. 2000. Necesidades hídricas y programación de riegos en cultivos hortícolas en invernadero y suelo enarenado de Almería. Tesis Doctoral, universidad de Almería. España.
- Fernández, M.D.; Orgaz, F.; Fereres, E.; López, J.C.; Céspedes, Pérez, J.; Bonachela, S.; Gallardo, M. 2001. Programación del riego de cultivos hortícolas bajo invernadero en el sudeste español. Editorial (Caja Rural de Almería y Málaga). 71 pp.
- Fernández, M. D.; Thompson, R. B.; Bonachela, S.; Gallardo, M.; Granados, M. R. 2012. Uso del agua de riego en los cultivos de invernadero. Cuaderno de estudios agroalimentarios (CEA03). Fundación Cajamar y Universidad de Almería. 120 p.
- Gallardo, M.; Fernández, M. D.; Thompson, R.B.; Magán, J. J. 2007. Productividad

del agua en cultivos bajo invernadero en la costa mediterránea. Universidad de Almería. Estación experimental de la fundación Cajamar, Almería. Vida Rural N° 259: 48-51.

Hisao, T. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Of Plant Physiol. 24:519-570.

Jaimez, R. E.; Cedeño, L.; Alba, A.; Añez, B.; Espinoza, W.; Rodríguez, V. 2010. Pimentón en invernadero. Primera Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. 11 p.

Jensen, M. E.; Robb, D. C. N.; Franzoy, C. E. 1970. Scheduling irrigations using climate.crop.soil data. Journal of the Irrigation and drainage division. Proceedings of the American Society of Civil Engineers. 159 (IRI): 25-27, 31, 32 pp.

Kuehl, R. O. 2001. Diseños de experimentos. 2da Edición. Editorial Thompson Learning. 473, 480 pp.

Rodríguez, P. R. A. 2010. Efecto del riego deficitario controlado en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum L.*), bajo riego localizado en la localidad de San Juan de Lagunillas, Mérida, Estado Mérida. Tesis de Maestría. Centro Interamericano de Desarrollo Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida, Venezuela. 103, 113 pp.

Rversion (2.15.1). 2012. R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R.projec.org>.

Valera, C. 2013. Programación y Manejo del Riego Localizado, en el cultivo de pimentón (*Capsicum annuum L.*) mediante tres métodos de estimación de la evapotranspiración en condiciones de invernadero, Santa Rosa, Mérida, Venezuela. Tesis de Maestría. Centro Interamericano de Desarrollo Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida, Venezuela.