

RIEGO Y DRENAJE

ARTÍCULO ORIGINAL

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.35151.89761>

Respuesta del potencial hídrico foliar en cultivos hortícolas bajo diferentes manejos del riego

Leaf water potential under different irrigation management and agricultural crops

Dr.C.Aymara García-López¹, M.Sc.Reinaldo Cun-González¹, Dr.C. Carmen Duarte-Díaz¹, Dr.C. Felicita González-Robaina¹, Dr. Eugenio Montilla¹¹

¹Instituto Investigaciones Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

¹¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

RESUMEN. El presente trabajo evaluó la respuesta del potencial hídrico foliar, determinado con una cámara de presión hidráulica, durante el cultivo del tomate, pimiento y habichuela bajo diferentes manejos del riego. Los experimentos se desarrollaron en condiciones del Organopónico del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) y se emplearon dos tratamientos, el primero fue riego al 100% de la *ETc* (Evapotranspiración del cultivo) y el segundo riego al 75% de *ETc*, aplicados durante el todo el ciclo de crecimiento de las plantas. En las fases vegetativas de floración y fructificación se determinó el potencial hídrico foliar (Ψ_h , MPa) y la humedad volumétrica del sustrato (θ_v , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$). Los resultados evidenciaron diferencias en la respuesta de los cultivos al manejo del riego así como en el comportamiento de las variables evaluadas. Se encontró mayor sensibilidad del Ψ_h en el tratamiento de riego al 75% *ETc* para el tomate y el pimiento; mientras que la habichuela alcanzó mayores valores de Ψ_h mostrando menor sensibilidad al manejo del riego, aunque hubo variaciones en función de la fase de crecimiento del cultivo. Una relación estrecha y directa entre el potencial hídrico foliar y la humedad del sustrato constató que es factible estimar el estado hídrico de las plantas con la cámara de presión hidráulica. Lo anterior indica que la metodología propuesta de evaluación puede contribuir como medio auxiliar para la programación del riego de los cultivos.

Palabras clave: estado hídrico, humedad del suelo, cámara de presión hidráulica

ABSTRACT. The present work summarizes the answer of the foliage water potential, obtained with a camera of hydraulic pressure, during the cultivation of the tomato, pepper and bean under different handlings of the irrigation. The experiments were developed under conditions of the Organoponic of the Institute of Agricultural Engineering Research (IAgric) and two treatments were used, the first one went irrigation to 100% of *ETc* (Evapotranspiration of the crop) and the second to 75% of *ETc*, applied during the whole cycle of growth of the plants. In the vegetative phases of flowering and fructification was determined the foliage water potential (Ψ_h , MPa) and the volumetric humidity of the substratum (θ_v , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$). The results evidenced differences in the answer from the crops to the handling of the irrigation as well as in the behavior of the evaluated variables. Bigger sensibility of Ψ_h were found in the irrigation treatment to 75% of *ETc* for the tomato and the pepper; while the bean reached bigger values of Ψ_h showing smaller sensibility to the handling of the irrigation, although there were variations in function of the phase of growth of the crop. A narrow and direct relationship among the foliage water potential and the humidity of the substratum verified that it is feasible to estimate the water state of the plants with the camera of hydraulic pressure. The above-mentioned indicates that the proposed methodology of evaluation can contribute like an assistant method for the programming of the irrigation of the crops.

Keywords: Water status, soil humidity, camera of hydraulic pressure.

INTRODUCCIÓN

La inestabilidad en el suministro de agua para el riego y la

incidencia de periodos de sequía han afectado de forma negativa la producción de diferentes especies agrícolas. Uno de los efectos inmediatos debido a la poca disponibilidad de agua ha sido la reducción de la humedad en el suelo. Esto trae como consecuencia afectación

en el estado hídrico y crecimiento de las plantas, aspecto de vital importancia para realizar un manejo adecuado del riego (Quintal *et al.*, 2012; Fuentes *et al.*, 2014; Argyrokastritis *et al.*, 2015).

En este contexto se debe considerar la estimación de las necesidades de agua, la cual habitualmente se realiza a través de los balances hídricos del suelo con el uso de sensores de humedad o mediante el cálculo de la evapotranspiración potencial y el coeficiente de cultivo. Por otra parte, se ha recomendado la utilización de sensores en plantas considerando que la función del riego es básicamente mantener un contenido de agua que garantice un correcto crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Existen diferentes variables para estimar el estado hídrico de las plantas como son: la medida de la transpiración, la conductancia estomática, y la temperatura foliar, entre otras (Gálvez *et al.*, 2011). Sin embargo, el estado hídrico se evalúa mayoritariamente a través de lecturas del potencial hídrico foliar, que controla el movimiento del agua en el continuo suelo-planta-atmósfera, así como a nivel de células, tejidos y órganos (Liu *et al.*, 2012). Esta variable es una integración de la demanda evaporativa de la atmósfera y la disponibilidad de agua en el suelo y en este sentido ha sido utilizada como una herramienta en el control del riego de diferentes cultivos (Vila *et al.*, 2011; Gándara *et al.*, 2014).

La cámara presión de vapor, descrita por Scholander *et al.* (1965), ha sido el instrumento más amplio y comúnmente empleado para evaluar el estado hídrico de las plantas. De manera general, este equipo mide la presión hidrostática negativa que se produce en el xilema de una planta debido a la evaporación del agua que ocurre en el tejido de una planta durante el proceso de la transpiración y a las resistencias al movimiento de agua desde el suelo hasta la misma. Dentro de las principales ventajas de este equipo se menciona que permite una lectura rápida y sencilla y se considera además como la mejor técnica disponible en condiciones de campo (Busso, 2008; Gálvez *et al.*, 2011; May-Lara *et al.*, 2011; Gandara *et al.*, 2014). Sin embargo, este equipo para su funcionamiento necesita como fuente externa de presión de gas de nitrógeno comprimido, lo que implica una difícil manipulación y transportación al terreno (Gálvez *et al.*, 2011).

García *et al.* (2009) y García *et al.* (2010), diseñaron y construyeron en Cuba una cámara de presión hidráulica. Ésta

cámara posee como ventaja principal, respecto a la cámara de presión de vapor, su traslado fácil hacia el área experimental ya que no requiere de gas nitrógeno como fuente de presión. Durante la fase de ajuste y calibración inicial del equipo se hicieron determinaciones del estado hídrico en plantas las cuales se correspondieron con las diferentes condiciones de manejo del cultivo.

No obstante, pocos trabajos informan del uso de este equipo por lo que se requiere profundizar en la utilidad práctica del mismo, fundamentalmente con fines de investigación para establecer metodologías de trabajo que puedan ser aplicadas en la producción. Por lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar la respuesta del potencial hídrico foliar en los cultivos tomate, pimiento y habichuela, a través del uso de la cámara de presión hidráulica, sometidos a diferentes manejos de riego con vistas a emplear dicho equipo en la determinación del estado hídrico de las plantas como medio auxiliar para la programación del riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de cultivo y tratamientos

El experimento se realizó en el Organopónico Experimental del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) en La Habana. Se estudiaron los siguientes cultivos: tomate (*Solanum lycopersicum L. Var. Vita*), pimiento (*Capsicum annum L. Var. Lical*), y habichuela (*Vigna unguiculata L. Walp Var. INCA LD*), sembrados en canteros que contenían sustrato compuesto por una mezcla de suelo Ferralítico Rojo compactado (Instituto de Suelos, 1999) y estiércol vacuno previamente descompuesto en una relación de 1:1 v/vc. Las propiedades químicas e hidrofísicas del sustrato así como la conductividad eléctrica y valores de pH del agua para riego, demostraron adecuados parámetros para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, buena capacidad de retención de la humedad y disponibilidad de agua para las plantas (Duarte *et al.*, 2011).

El trasplante del tomate se realizó en enero del 2010, el del pimiento en abril del 2010; mientras que la siembra de la habichuela se hizo en abril de 2012. En todos los casos se sembraron tres canteros por tratamiento y se consideraron las instrucciones técnicas recomendadas para estos cultivos¹ (Cun *et al.*, 2009; Montero *et al.*, 2010; Duarte *et al.*, 2011). Excepto el manejo del riego donde se emplearon dos tratamientos que consistieron en: Riego al 100% de ETc y Riego al 75% de ETc, durante el ciclo de crecimiento.

Las necesidades hídricas de los cultivos se determinaron

según la evapotranspiración de referencia (ETo), obtenida por Solano *et al.* (2003) y los coeficientes de cultivos para cada fase fenológica definidos por Cun *et al.* (2009) y Zamora *et al.* (2014), que se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Coeficientes de cultivo por fases fenológicas en pimiento, tomate y habichuela

Fases fenológicas	Kc		
	Pimiento	Tomate	Habichuela
Siembra-Inicio floración	0.75	0,8	0,45

¹ GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA.: Manual Técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida, pp184., La Habana, 2012.

Inicio floración-Fructificación	1,26	1,32	0,84
Maduración –Cosecha	0,64	0,4	0,72

Se utilizó un sistema de riego localizado con microaspersores separados a 1,0 m y colocados sobre laterales de PEBD de 16 mm de diámetro. Los microaspersores poseen un gasto de 40,65 L·h⁻¹ a una presión de 1,5 kg cm⁻² ($q_{L/h} = 10,83 \cdot H_{mca}^{0.4884}$), con un coeficiente de variación CV=0,016 (Cun *et al.*, 2016).

Se registraron las precipitaciones (mm) en cada periodo de crecimiento de los cultivos seleccionados con el empleo de un pluviómetro ubicado en el área experimental. En el caso del tomate hubo una incidencia de 166,7 mm, en el pimiento con 190,4 mm y para la habichuela fue de 403,1 mm.

Evaluación del potencial hídrico foliar y la humedad volumétrica del sustrato

Para la evaluación del potencial hídrico foliar (Ψ_h) se utilizó una cámara de presión hidráulica calibrada y ajustada según García *et al.* (2009). Las determinaciones se efectuaron en las fases fenológicas: vegetativa, floración y fructificación. En cada momento se muestrearon cuatro plantas por tratamiento y se tomaron tres discos por hoja de 8 mm, para un total de 12 muestras. Se empleó la tercera hoja a partir del ápice y las muestras fueron tomadas en horas bien temprano de la mañana y en clima soleado. Las lecturas del Ψ_h obtenidas en kgf·cm⁻² se expresaron en Megapascuales (MPa), teniendo en cuenta que 10 kgf cm⁻² corresponde a 1 MPa (García *et al.*, 2009; García *et al.*, 2010). Paralelamente la humedad volumétrica θ_v expresada en cm³ cm⁻³ en el sustrato se determinó a una profundidad de 20 cm con una sonda electromagnética del tipo TDR siguiendo la metodología propuesta por López *et al.* (2008).

Diseño experimental y procesamiento de los datos

Para la comparación estadística de los diferentes tratamientos se realizó análisis de varianza y se aplicó la Dócima

tado hídrico en las hojas para la fase vegetativa con -0,15 MPa, en relación con la floración y fructificación donde se obtuvieron valores de -0,22 y -0,25 MPa.

de Tukey al 5% de probabilidad cuando existieron diferencias significativas entre las medias, utilizando el Programa STAT-GRAPHIC Plus sobre Windows versión 5.0 (1994-2000). La relación entre el potencial hídrico foliar y la humedad volumétrica en el sustrato se determinó mediante análisis de correlación y regresión (Espino y Arcia, 2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar tanto el comportamiento del potencial hídrico foliar en los cultivos tomate, pimiento y habichuela, así como de la humedad volumétrica en el sustrato (Figuras 1, 2, y 3), se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos de manejo del riego y las fases de crecimiento y desarrollo.

En tomate, la Figura 1A muestra que para el tratamiento de 100% ETc el potencial hídrico foliar osciló entre -0,27 y -0,36 MPa, donde no se encontraron variaciones entre los valores obtenidos para las fases de floración y fructificación, pero éstos fueron mayores al valor alcanzado en la fase vegetativa. Por el contrario, en el tratamiento 75% ETc, el potencial hídrico foliar presentó valores desde -0,66 hasta -0,88 MPa, con diferencias entre las fases estudiadas y un aumento a medida que avanzó el ciclo de crecimiento del cultivo.

Con relación al pimiento (Figura 2A), el potencial hídrico foliar a 100% ETc fue de -0,25 hasta -0,27 MPa en las tres fases sin diferencias entre los valores; mientras que para 75% ETc se observaron potenciales hídricos foliares similares a -0,82 MPa para las fases vegetativa y floración, diferente del valor obtenido para la fase de fructificación que fue de -0,64 MPa.

El cultivo de la habichuela, según se observa en la Figura 3A, resultó menos sensible a los tratamientos de manejo del riego comparado con el tomate y el pimiento. Éste alcanzó los mayores potenciales hídricos foliares que oscilaron entre -0,54 y -0,56 MPa para el 75% ETc, sin variaciones entre las fases evaluadas. Sin embargo, para 100% ETc, se apreció mayor es-

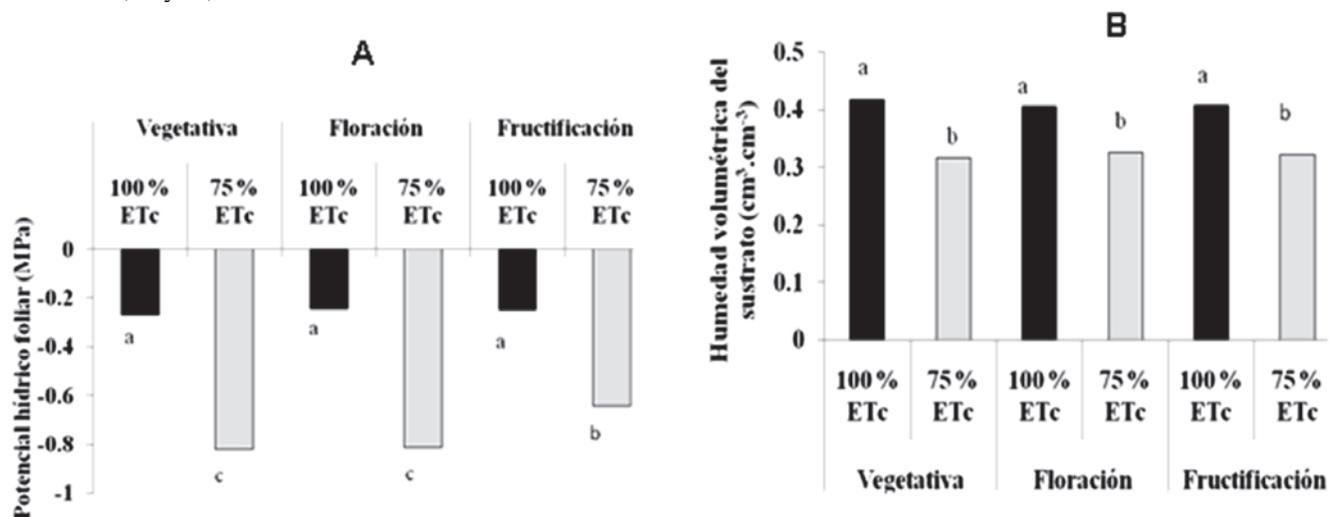


FIGURA 1. Potencial hídrico foliar en plantas tomate cultivadas regímenes de riego de 100 y 75% ETc (A; Esx=0.041***) y humedad volumétrica en el

sustrato (B; $Esx=0.005^{***}$). Los valores corresponden tres momentos de las evaluaciones durante las fases vegetativa, floración y fructificación. Medias con letras iguales no difieren según la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD.

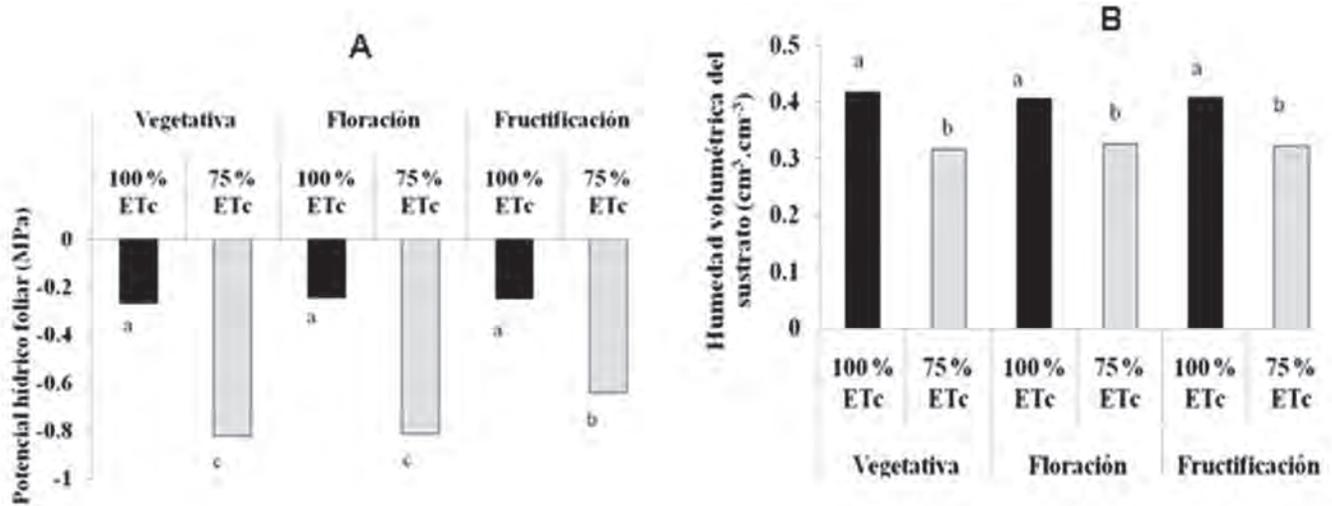


FIGURA 2. Potencial hídrico foliar en plantas pimienta cultivadas regímenes de riego de 100 y 75% ETc (A; $Esx=0.018^{***}$) y humedad volumétrica en el sustrato (B; $Esx=0.006^{***}$). Los valores corresponden tres momentos de las evaluaciones durante las fases vegetativa, floración y fructificación. Medias con letras iguales no difieren según la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD.

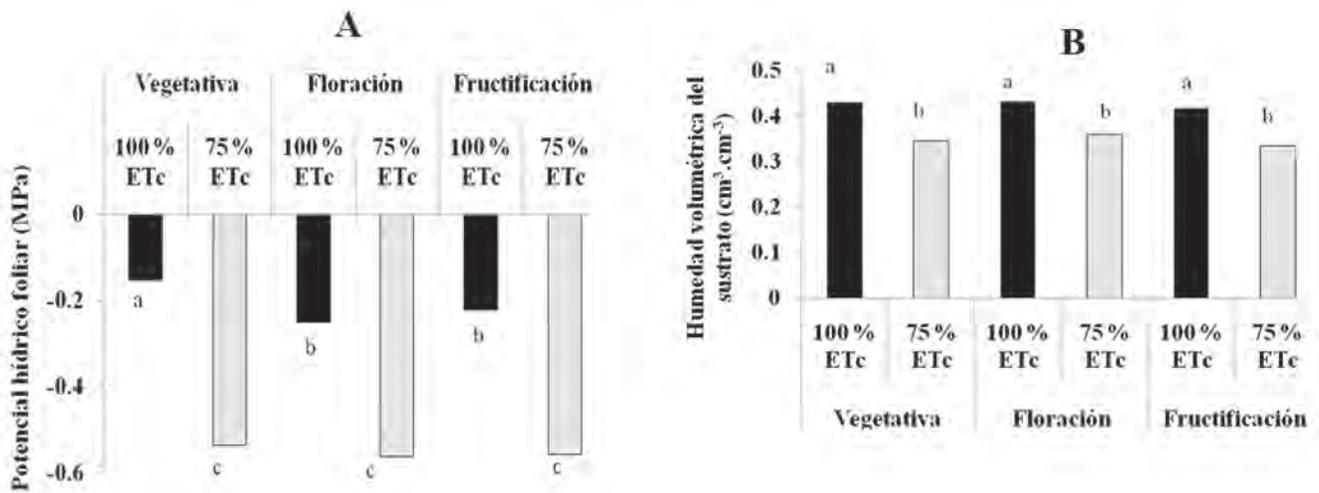


FIGURA 3. Potencial hídrico foliar en plantas de habichuela cultivadas regímenes de riego de 100 y 75% ETc (A; $Esx=0.013^{***}$) y humedad volumétrica en el sustrato (B; $Esx=0.006^{***}$). Los valores corresponden tres momentos de las evaluaciones durante las fases vegetativa, floración y fructificación. Medias con letras iguales no difieren según la prueba de comparación múltiple de Tukey HSD.

Es de resaltar que la humedad volumétrica del sustrato para todos los cultivos (Figuras 1B, 2B y 3B), mantuvo un comportamiento similar en cada fase de crecimiento y desarrollo y entre los tratamientos de manejo de riego, 100 y 75% de ETc, pero con diferencias significativas debidas a una menor disponibilidad de agua. Para el 100% ETc los valores oscilaron de 0,42 a 0,44 $cm^3.cm^{-3}$; mientras que para el 75% ETc fue de 0,32 a 0,36 $cm^3.cm^{-3}$.

Las variaciones en el potencial hídrico foliar en los cultivos estudiados demostraron que una menor disponibilidad de agua en el sustrato, dado por los valores de la humedad volumétrica, influyen significativamente sobre el estado hídrico de las plantas (May-Lara *et al.*, 2011; Fuentes *et al.*, 2014). Dicho

comportamiento está vinculado con la fase de crecimiento y desarrollo en que se encuentra el cultivo en el momento de la evaluación, como se observó en este estudio en tomate y habichuela, corroborando la influencia de las características de los cultivos en respuesta al manejo del riego. Un mayor potencial hídrico foliar desde la floración hasta la fructificación se puede interpretar como una mayor disponibilidad de agua en la planta, y esto puede contribuir a un mayor crecimiento de los frutos (García *et al.*, 2009).

En condiciones de cultivo del tomate bajo régimen de riego al 85% ETc con valores de la humedad volumétrica del sustrato entre 0,34 a 0,38 $cm^3.cm^{-3}$, García *et al.* (2009) obtuvieron valores de potencial hídrico foliar entre -0,26 y -0,20 MPa, comportamiento similar al obtenido en este trabajo que difirió en función de la fase de crecimiento del cultivo, siendo menor en la vegetativa e inicio de floración comparado a floración y fructificación.

Durante el cultivo de plantas de pimiento en condiciones similares a las empleadas en este estudio pero ante los tratamientos de riego 90% y 65% de Cc; García *et al.* (2009) encontraron un potencial hídrico foliar de -0,22 y -1,25 MPa, respectivamente. Lo anterior confirmó que una menor cantidad de agua en el sustrato provocó variaciones en el estado hídrico de las plantas, que según resultados de otros autores tuvo consecuencias en el comportamiento de variables del crecimiento como la altura y la producción de biomasa en diferentes cultivos (May-Lara *et al.*, 2011; Quintal *et al.*, 2012; Gándara *et al.*, 2014)

En todos los cultivos, los coeficientes de correlación evidenciaron una relación directa entre estas variables (Figura 4). Por otra parte, se muestra una ecuación de regresión de tipo lineal

que puede constituir un modelo de predicción del estado hídrico de las plantas a partir del contenido de humedad en el sustrato.

En tomate, se obtuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0,82 ($r=0,905$); en pimiento 0,83 ($r=0,955$); mientras que en habichuela fue 0,79 ($r=0,89$). Estos resultados evidenciaron que existió una relación estrecha entre el potencial hídrico foliar y la humedad volumétrica en el sustrato en todos los cultivos evaluados. Lo anterior puede estar asociado al empleo de diferentes regímenes de riego que provocaron mayores variaciones en estas variables.

May-Lara *et al.* (2011) observaron en plantas de pimiento una correlación positiva entre la humedad aprovechable y el contenido de humedad del suelo con coeficiente de 0,95

($R^2=0,899$) y entre la humedad aprovechable y el potencial hídrico de la hoja con coeficiente de 0,92 ($R^2=0,853$). Los tratamientos con mayores niveles de humedad aprovechable presentaron potencial hídrico más positivo.

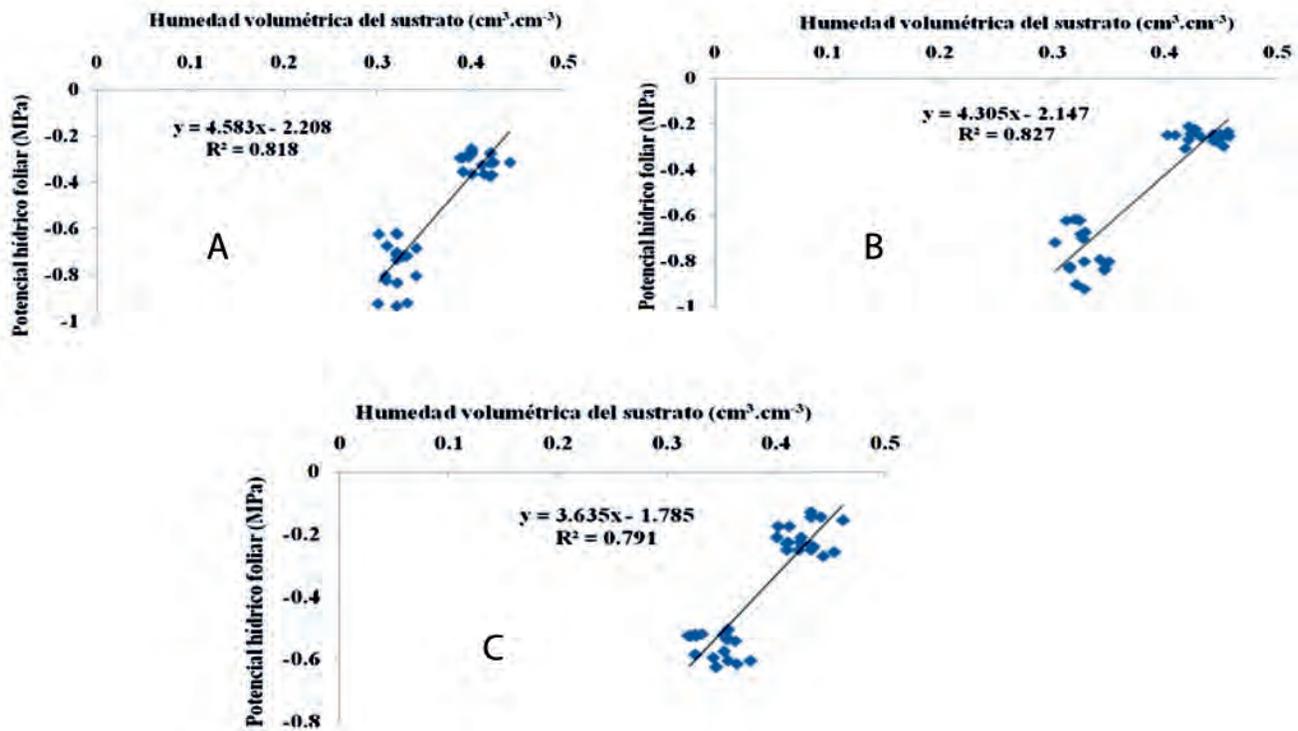


FIGURA 4. Relación entre el potencial hídrico foliar y la humedad volumétrica en el suelo en plantas de tomate (A), pimiento (B) y habichuela (C) cultivadas ante diferentes manejos del riego.

CONCLUSIONES

- Las variaciones detectadas en los valores de potencial hídrico foliar para los cultivos evaluados entre los tratamientos

de manejo del riego se correspondieron con las diferencias en la humedad volumétrica en el sustrato. Este resultado pudiera indicar la posibilidad de emplear la determinación del estado hídrico de las plantas a través del potencial hídrico foliar como otra alternativa para la programación del riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGYROKASTRITIS, I. G.; PAPASTYLIANOU, P. T.; ALEXANDRIS, S.: "Leaf water potential and crop water stress index variation for full and deficit irrigated cotton in Mediterranean conditions", *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, ISSN- 2210-7843, 4: 463-470, 2015.
- BUSSO, CA: "Uso de la cámara de presión y los psicrómetros a termocupla en la determinación de las relaciones hídricas en tejidos vegetales", *Revista Internacional de Botánica Experimental*, ISSN 0031-9457 (print), ISSN 1851-5657 (online), 77: 327-350, 2008.

- CUN, R.; MONTERO, L.; DUARTE, C.: “Respuesta de la habichuela al déficit hídrico controlado en condiciones de organopónico bajo cubierta protectora”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN- 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18 (4): 54-58, 2009.
- CUN, R.; RODRIGUEZ, R.; ROSALES, L.; AGUILERA, J.; RODRIGUEZ, D.: “Evaluación de la distribución del riego mediante microaspersión en condiciones de Organopónico”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, 6(1): 19-25, 2016.
- DUARTE, C.; GONZÁLEZ, F.; CAMPOS, O.; PEDROSO, M.: “Criterios de curvas de acumulación de biomasa para la dosificación de la fertirrigación ecológica del tomate en Organopónico”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, 1(1): 1-6, 2011.
- ESPINO, S. A.; ARCIA, P. J.: Estadística aplicada para las ciencias y la docencia. Estadística Aplicada a las Ciencias Biológicas y Agrícolas. Editora Publicina, La Habana, ISSN-1028-6527, 2, 158pp, 2009.
- FUENTES, S.; R. DE BEI; COLLINS, M.J.; ESCALONA, J.M; MEDRANO, H.; TYERMAN, S.: “Night-time response to water supply in grapevines (*Vitis vinifera* L.) under deficit irrigation and partial root-zone drying”, *Agricultural Water Management*, ISSN: 0378-3774, 138: 1-9, 2014.
- GALVEZ, P., R. CALLEJAS, G. REGINATO: Comparación de la cámara de presión tipo Scholander modelo Pump-up respecto a la cámara de presión tradicional en vides de mesa. *IDESIA*, ISSN-0073-4675, 29(2): 175-179, 2011
- GANDARA, J.; VIEGA, L.; ROSS, S.; MUNKA, C.; BETANCOURT, O.: “Variación estacional del estado hídrico y crecimiento de *Pinus taeda* L. bajo diferente manejo silvícola en el noreste de Uruguay”, *Agrociencia Uruguay*, ISSN-1510-0839, ISSN-online-2301-1548, 18(1): 1-11, 2014.
- GARCÍA, A.; CUN, R.; CHONG, C.; DUARTE, C.; MONTERO, L.: “Calibración de una cámara de presión hidráulica desarrollada en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN- 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18 (3): 24-29, 2009.
- GARCÍA, A.; CUN, R.; MONTERO, L.: “Efecto de la hora del día en el potencial hídrico foliar del sorgo y su relación con la humedad en el suelo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN- 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 19(3): 7-11, 2010.
- INSTITUTO DE SUELOS: *Nueva Versión de Clasificación Genética de los suelos de Cuba*, 64pp., Ministerio de la Agricultura, La Habana, Editorial AGRINFOR, ISBN-959-246-022-1, 1999.
- LIU, G.; LI, Y.; ALVA, A. K.: “Water potential vs. pressure in relation to water movement and transpiration in plants”, *International Journal of Agronomy and Plant Production*, ISSN: 2051-1914, 3(10): 369-373, 2012.
- LÓPEZ, T.; DUARTE, C.; GONZÁLEZ, F.; CID, G.: “Actualización de propiedades físicas e hidrodinámicas para un sustrato en condiciones de Organopónico”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN- 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 17(3): 1-5, 2008.
- MAY-LARA, C., PÉREZ, A.; RUIZ, E.; IC-CAAMAL, A.; GARCÍA, A.: “Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jacq. y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaco* Genn”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, ISSN-1870-0462, 14: 1039-1045, 2011.
- MONTERO, L., DUARTE, C.; CUN, R.; CABRERA, J. A.; GONZÁLEZ, P.: “Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L. var. Verano 1) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato”, *Cultivos Tropicales*, ISSN- 0258-5936, 31(3): 11-14, 2010.
- QUINTAL, W. C.; PÉREZ, A.; LATOURNERIE, L.; MAY-LARA, C.; RUIZ, E.; MARTÍNEZ, A.J.: “Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq)”, *Revista Fitotecnia Mexicana*, ISSN-0187-7380, 35(2): 155-160, 2012.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A.; BRADSTREET, E.D.: “Sap pressure in vascular plants”, *Science*, ISSN-0036-8075, 148:339-346, 1965.
- SOLANO, O; MENDEZ, R.; MENDEZ, A.: “Estudio de la Evapotranspiración de referencia en Cuba”. *Revista Cubana de Meteorología*, ISSN- 0864-151X, 10(1): 33-38, 2003.
- VILA, H., HUFALDE, I.; DI FILIPPO, M.: “Estimación de potencial hídrico en vid por medio de medidas termográficas y espectrales”, *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, ISSN-Impreso-0325-8718, ISSN On-line-1669-2314, 37(1) 46-53, 2011.
- ZAMORA, E.; DUARTE, C.; CUN, R.; PÉREZ, R.; LEÓN, M.: “Coeficientes de cultivo (Kc) en Cuba”, *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, 4(3): 16-22, 2014.

Recibido: 13/09/2015.

Aprobado: 21/09/2016.

Aymara García López, Inv. Titular, Instituto Investigaciones Ingeniería Agrícola, Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27, Arroyo Naranjo, La Habana, Cuba.
Correo electrónico: directorainvest@iagricu

Reinaldo Cun González, Correo electrónico: dptoriego3@iagricu

Carmen Duarte Díaz, Correo electrónico: jdptoriego@iagricu

Felicita González Robaina, Correo electrónico: dptoambiente4@iagricu

Eugenio Montilla, Correo electrónico: directorainvest@iagricu