

IMPACTOS DE TECNOLOGÍAS AGRARIAS

ARTÍCULO ORIGINAL

Comparación del comportamiento del flujo del agua en un Ferrasol bajo riego por goteo superficial y sub superficial

Comparison of the behavior water flow in a Ferrasol low surface and subsurface drip irrigation.

Manuel Reinaldo Rodríguez García, Teresa López Seija

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

RESUMEN. El presente trabajo se analiza el comportamiento del flujo del agua en un Ferrasol bajo riego por goteo superficial y sub superficial, la cuantificación de los flujos de agua en la zona radical se logró mediante el estudio de los perfiles de humedad y el potencial del agua del suelo, utilizando baterías de tensiómetros colocados a las profundidades de 20, 40, 60, 80, y 100 cm. El análisis del proceso de redistribución de la humedad en las diferentes profundidades del perfil del suelo en cada uno de los tratamientos de riego aplicados, mostró que en el riego por goteo superficial en sentido general existen importantes pérdidas diarias de agua hacia los horizontes profundos y mantiene altos valores de humedad volumétrica y conductividad hidráulica en los estratos superiores. De los tratamientos sub superficiales el de mejor comportamiento fue el de emisores soterrados a 30 cm de profundidad.

Palabras clave: riego por goteo subterráneo; flujo de agua; pérdidas de agua.

ABSTRACT. The present work analyzes the behavior water flow in a Ferrasol low surface and subsurface drip irrigation, the quantification water flows in the radical area was achieved by means of the study of the humidity profiles and the soil water potential, using tensiometers batteries placed to the depths of 20, 40, 60, 80, and 100 cm. The analysis of the process of redistribution of the humidity in the different depths in the soil profile in each irrigation treatments applied showed that in the surface drip irrigation in general sense important daily water losses exist toward the deep horizons and it maintains high values of humidity volumetric and hydraulic conductivity in the superior strata. The treatment subsurface with better behavior was that of emitters buried to 30 cm of depth.

Keywords: subsurface drip irrigation, water flow, water losses.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las cuestiones importantes que deben analizarse para un manejo adecuado y un uso eficiente del agua en un sistema de riego localizado, tenemos las relacionadas con la dinámica del agua dentro del bulbo húmedo y su implicación en la redistribución de la humedad y en las pérdidas de agua en los límites de la zona de raíces activas del cultivo.

Una práctica común en el manejo del agua en el campo es medir o estimar el contenido total de agua de la zona radical antes del riego, y suplir la cantidad de agua necesaria para completar el déficit hasta el contenido de agua máximo, llamado capacidad de campo. El déficit que se desarrolla entre riegos

o lluvias se considera generalmente debido a la evapotranspiración del cultivo solamente, despreciando así la cantidad de agua que puede fluir en el límite de esta zona lo mismo hacia abajo que hacia arriba.

Este flujo no es siempre despreciable y puede constituir una décima parte o más del total del balance de agua, llegando en algunos suelos a persistir por un largo período de tiempo (Andreu *et al.*, 1997, Peat *et al.*, 2000, Persaud y Khosla, 2000).

El almacenamiento del agua en el suelo no es por tanto una cantidad fija o una propiedad estática sino un fenómeno

temporal, determinado por la dinámica del flujo del agua en el suelo. Los distintos procesos que integran esta dinámica son de hecho fuertemente interdependientes, ya que ocurren secuencial o simultáneamente y para su evaluación global es necesario considerar el balance hídrico del suelo como una aplicación de la Ley de Conservación de la Masa.

La mayoría de los procesos involucrados en las interacciones agua – suelo en un campo regado y particularmente el flujo del agua en la zona de desarrollo radical de la mayoría de las plantas, ocurre mientras el suelo está en una condición de ausencia de saturación. En esta condición los procesos de flujo son generalmente complicados y difíciles de describir cuantitativamente (Hiller, 1990).

Sin embargo el desarrollo de nuevas técnicas y métodos de experimentación de la ciencia permite ir manejando las complejidades que previamente se han despreciado. Así por ejemplo técnicas de medición del contenido y el potencial del agua en el suelo no destructivas, como son la sonda de neutrones ó los dispositivos de reflectometría de dominio temporal TDR y los tensiómetros, hacen mucho más factible la cuantificación del flujo del agua a partir de la determinación, en condiciones de campo, de las propiedades hidráulicas del suelo que lo definen (Kim *et al.*, 2000; Takashi y Tzi Tziboy, 2000).

Según López, (2002) las transferencias hídricas dentro del

sistema suelo-planta –atmósfera visto como un sistema continuo dentro del cual todos los procesos de flujo están interrelacionados, permite abordar integralmente los problemas de la dinámica del agua en los sistemas agrícolas y su cuantificación a partir de los balances hídricos.

En correspondencia con lo anteriormente planteado, el presente trabajo, se trazo como objetivo, el estudio del flujo del agua en un Ferrasol bajo riego por goteo superficial y subsuperficial.

MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la UEB de Prueba Pulido perteneciente al Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, ubicada en el municipio Alquizar de la provincia de Artemisa, situado a los 22° 47' de latitud Norte y los 82° 36' de longitud Oeste, a 6 m sobre el nivel del mar.

El suelo está clasificado como Ferralítico Rojo compactado (Rhodic Ferralsol según la clasificación FAO/UNESCO) (Cuba, Instituto de Suelos, 1996a y 1996b), y el mismo ha sido ampliamente estudiado y caracterizado en cuanto a sus propiedades físicas y químicas (Cid, 1995 y López, 2002).

TABLA 1. Análisis granulométrico, capacidad de campo (Cc), densidad real (Dr), densidad aparente (Da) para la Cc y porosidad total (Pt) en el perfil del suelo Ferralítico Rojo compactado (Cid, 1995)

Prof. (cm)	Cc (g/g)	Da a Cc (g/cm ³)	Dr (g/cm ³)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Pt (%)
0-30	0,338	1,18	2,55	59,17	22,39	18,50	53,71
31-80	0,342	1,21	2,52	64,12	13,78	22,10	52,05
80-100	0,337	1,26	2,48	51,78	23,50	24,71	49,08

Las propiedades hidráulicas del perfil del suelo, impredecibles para la caracterización hidrodinámica del mismo, se resumen en las Tablas 2 y 3 según los resultados reportados por López (2002).

TABLA 2. Valores de los coeficientes y estadígrafos de las curvas de retención ajustadas al modelo de van Genuchten para el suelo estudiado (López, 2002)

Prof. (cm)	Suelo Ferralítico Rojo compactado			
	α	Error Std.	n	Error Std.
0-20	0,397	0,352	1,083	0,015
20-40	1,031	0,120	1,092	0,073
40-60	0,608	0,497	1,102	0,017
60-80	0,917	0,860	1,092	0,016
80-100	0,442	0,399	1,084	0,016

Nota: Todos los coeficientes resultaron significativos para $p < 0,001$.

TABLA 3. Valores de los coeficientes y estadígrafos de las regresiones efectuadas para la conductividad hidráulica no saturada y la humedad volumétrica ($K = e(a+b\theta)$) del suelo Ferralítico Rojo compactado (López, 2002)

Prof. (cm)	Coef.	Valor Estimado	Error Estándar	MODELO	
				Coef. Correlación	Error Estándar
20	a	-17,790	1,993	0,895	1,438
	b	40,400	4,874		
30	a	-22,292	2,413	0,9050	1,243
	b	48,854	5,565		
40	a	-28,909	4,632	0,819	1,754
	b	60,194	10,228		
60	a	-38,211	6,367	0,811	1,783
	b	81,109	14,178		
80	a	-44,945	8,722	0,770	1,960
	b	97,268	19,517		
100	a	-48,530	9,436	0,771	1,878
	b	104,924	21,029		

Nota: Todos los coeficientes obtenidos así como el análisis de varianza de los modelos resultaron significativos para $p < 0,0001$.

El cultivo con que se trabajó fue el banano FHIAT 18 plantado en doble hilera y con marco de plantación de 2,4 m de narigón, 2 m de camellón y 4 m de calle, que constituye un área vital por plantón de 7,2 m².

Se utilizó el sistema de riego localizado por goteo, con goteros autocompensantes de caudal medio de 3.6 l/h, dispuestos en franja continua de humedecimiento y espaciados a 0,6 m, en laterales de PEBD de 16x13 mm dispuestos uno por hilera de plantas.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, las parcelas experimentales estuvieron conformadas por veinte plantas, de las cuales se utilizaron seis plantas como área de cálculo y las demás fueron áreas de bordes.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

T0 - Riego por goteo superficial y fertirrigación.

T15 - Riego por goteo sub superficial a 15 cm de profundidad y fertirrigación.

T30 - Riego por goteo sub superficial a 30 cm de profundidad y fertirrigación.

T45 - Riego por goteo sub superficial a 45 cm de profundidad y fertirrigación.

Durante el período de investigación, las plantas recibieron el mismo volumen de agua de riego, éste se efectuó de acuerdo con la estrategia de intervalo fijo (cada dos días) y dosis variable en función del coeficiente bioclimático (kb) expuesto por (Martínez, 1996) y la evaporación promedio de los dos días anteriores al riego, obtenida del tanque evaporímetro clase A ubicado en la estación agro meteorológica de la finca experimental.

Para el control de los perfiles de humedad y el potencial del agua del suelo, en cada tratamiento analizado se instalaron 2 baterías de tensiómetros para el seguimiento de las variaciones de la tensión del agua en el suelo, a las profundidades de 15, 30, 45, 60, y 90 cm. Los registros de los tensiómetros se llevaron diarios y se hicieron determinaciones de humedad volumétrica con sonda de neutrones. Para la conversión de las lecturas de la sonda en valores de humedad volumétrica se utilizaron las ecuaciones de calibración obtenidas anteriormente para las condiciones de estudio por López *et al.*, (1997).

Los perfiles de humedad registrados en cada caso de estudio permitieron obtener el almacenamiento del agua del suelo para cada momento de tiempo como:

$$A = \int_0^z \theta dz \cong \bar{\theta} \cdot Z$$

donde:

A-almacenamiento de agua del suelo;

θ y $\bar{\theta}$ - humedades volumétricas en cada profundidad y media respectivamente;

Z - profundidad en estudio.

Para la cuantificación de los balances hídricos por el método de Balance de Masas, se utilizó la ecuación general de balance definida originalmente por Hillel. (1972), según la presenta López (2002):

$$\Delta A = P + I - (DI + DS + Et)$$

donde:

ΔA - variación en la lámina almacenada hasta la profundidad considerada para el balance;

P- precipitación en mm;

I- agua aplicada durante el riego (mm), correspondiente a la dosis de riego aplicada de acuerdo a la frecuencia empleada;

DS- escurrimiento superficial, que fue despreciado por ser un área pequeña y relativamente plana, además los ingresos (*P+I*) no sobrepasaron en ningún momento la lámina correspondiente a la saturación del suelo;

DI- drenaje interno, determinado como la integral del flujo de drenaje a la profundidad de la zona considerada para el balance (q_z), en un intervalo de tiempo determinado ($\Delta t=t_2-t_1$):

$$DI = \int_{t_1}^{t_2} q_z dt \cong (\bar{q} * z) \Delta t$$

donde:

q -flujo en cm/día, determinado por la ley de Darcy para un suelo no saturado como (Reidhardt, 1996):

$$q = -K(\theta) \frac{dH}{dZ}$$

donde:

K (θ)-conductividad hidráulica no saturada (cm/día) en función de la humedad volumétrica (cm³/cm³);

dH/dZ-variación de potencial total calculada numéricamente como:

$$\frac{dH}{dZ} = \frac{(h+z)_{z+i} - (h+z)_{z-i}}{(Z+i) - (Z-i)}$$

donde:

"*i*" - intervalo de medición de la humedad.

El proceso de redistribución de la humedad dentro del bulbo húmedo, el comportamiento de los flujos de agua en la zona radical y el proceso de extracción de agua por las raíces en cada uno de los tratamientos de riego aplicados, se analiza a través de una secuencia de dos riegos correspondientes al período del 8 al 12 de mayo del año 1999, en el cual no existieron ingresos por lluvia. El riego se efectuó con alta frecuencia en intervalo de dos días y con dosis de 6 mm en el día 9 y 12 mm en el día 11.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1, puede apreciarse el proceso de redistribución de la humedad del suelo en el caso del riego por goteo superficial.

En la misma se refleja en sentido general pérdidas diarias de agua entre 2 mm–14 mm, por debajo de las profundidades de 30 cm y 60 cm. Esta situación se corresponde con los altos valores de humedad volumétrica y conductividad hidráulica que se registran en el perfil del suelo a esas profundidades.

Podemos concluir que este tratamiento es ineficiente en cuanto al aprovechamiento de los recursos hídricos, pues existen altas pérdidas de agua por debajo de donde se encuentra la zona de raíces activas del cultivo, además la alta humedad presente en estas capas superficiales proporciona poco sitio para el aire, e incrementa la tasa de evaporación desde la superficie del suelo, pues según Bonachela *et al*, (2001), la evaporación de agua desde los bulbos húmedos en un riego por goteo superficial dependen cuantitativamente de la superficie total de suelo mojada.

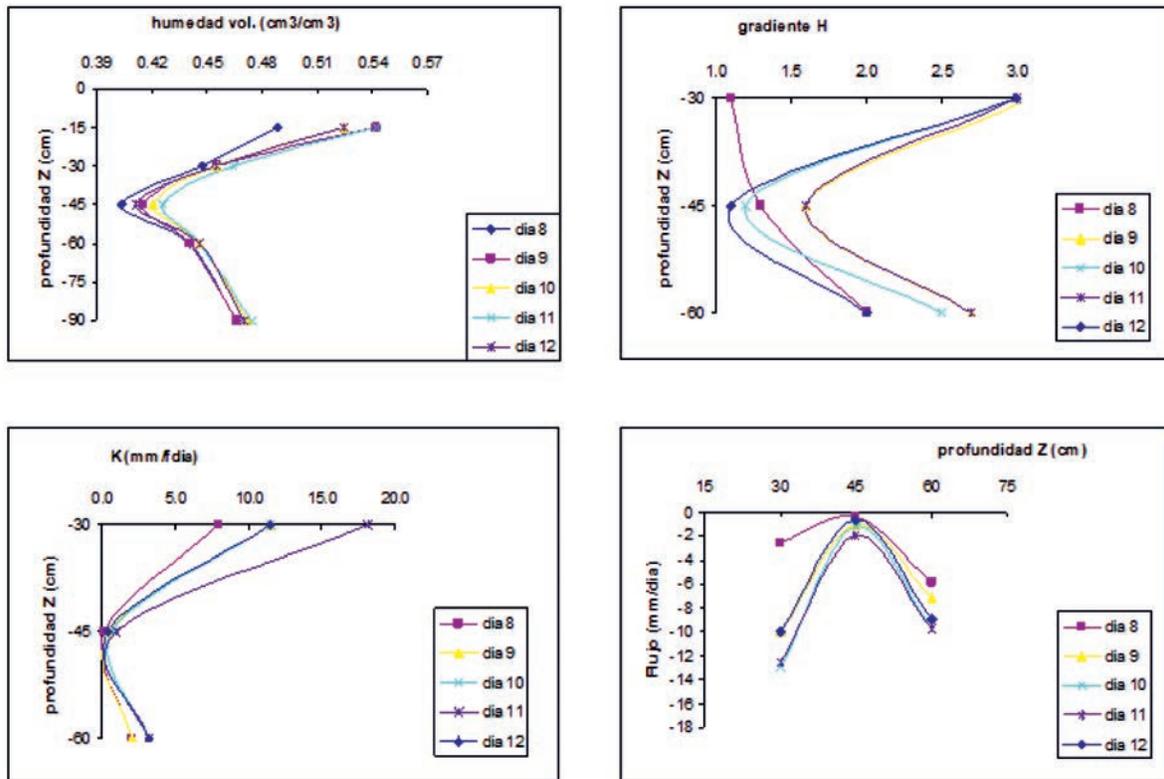


FIGURA 1. Comportamiento de los distintos parámetros en el tratamiento T0.

Para el caso del gotero ubicado a la profundidad de 15 cm por debajo de la superficie del suelo, el comportamiento del flujo del agua refleja también grandes pérdidas de agua (>10 mm) en los días en que se produce el riego a las profundidades de 30 cm y 60 cm, lo que se corresponde con los altos valores de humedad volumétrica y conductividad hidráulica que se registran en el perfil del suelo (Figura 2).

En este caso, no obstante, en los días anteriores al riego se presenta una zona superficial más seca, de menor potencial total del agua; el gradiente de potencial por tanto se invierte y el flujo es de ascenso capilar hacia las capas superiores con valores entre 2–10 mm.

Para el gotero ubicado a la profundidad de 30 cm por debajo de la superficie del suelo, puede apreciarse que el flujo del agua a la profundidad del gotero es de ascenso capilar, con valores entre 1mm - 5 mm. Esto se corresponde con la disminución de la humedad volumétrica y el potencial total del agua en la capa superficial, que invierte el sentido del gradiente (Figura 3).

En este caso aunque aumenta el movimiento del agua a la profundidad de 45 cm, en general, se reducen considerablemente las pérdidas totales de agua en las capas inferiores del perfil (menos de 2 mm).

En resumen en este tratamiento, en el bulbo húmedo disminuye la saturación del suelo, y proporciona sitio para

más aire, mejorando también el movimiento capilar del agua y disminuyendo el agua perdida por filtración profunda. Al respecto Phene, (1999), expresa que dada la misma cantidad de agua, el patrón esférico del goteo sub superficial cubre un 46% de volumen suelo mojado más, que un sistema superficial del goteo lo que disminuye la saturación del suelo. En España, el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, (2005) plantea que la zona mojada del suelo con goteros situados a 30 cm de profundidad alcanzó capas menos profundas que con el riego por goteo superficial y que esto conllevó a un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y menos lavados de los nutrientes. Similares resultados son reportados igualmente por Pastor e Hidalgo, (2003). Del Amor, (1999); Botia *et al*, (2000); Romero, (2002) y Romero y Botia, (2003).

Finalmente en el caso del gotero ubicado a la profundidad de 45 cm por debajo de la superficie del suelo, se puede observar como se mantiene el movimiento de ascenso capilar a la profundidad de 30 cm, con valores (entre 5 mm - 14 mm). En este caso aumenta el movimiento del agua a la profundidad de 45 cm, con pérdidas totales de agua en las capas inferiores del perfil (entre 0 mm -8 mm), excepto en el momento posterior al segundo riego (día 11) que se produce sobre un perfil más húmedo que el inicial y en este caso se duplican las pérdidas a 16 mm (Figura 4).

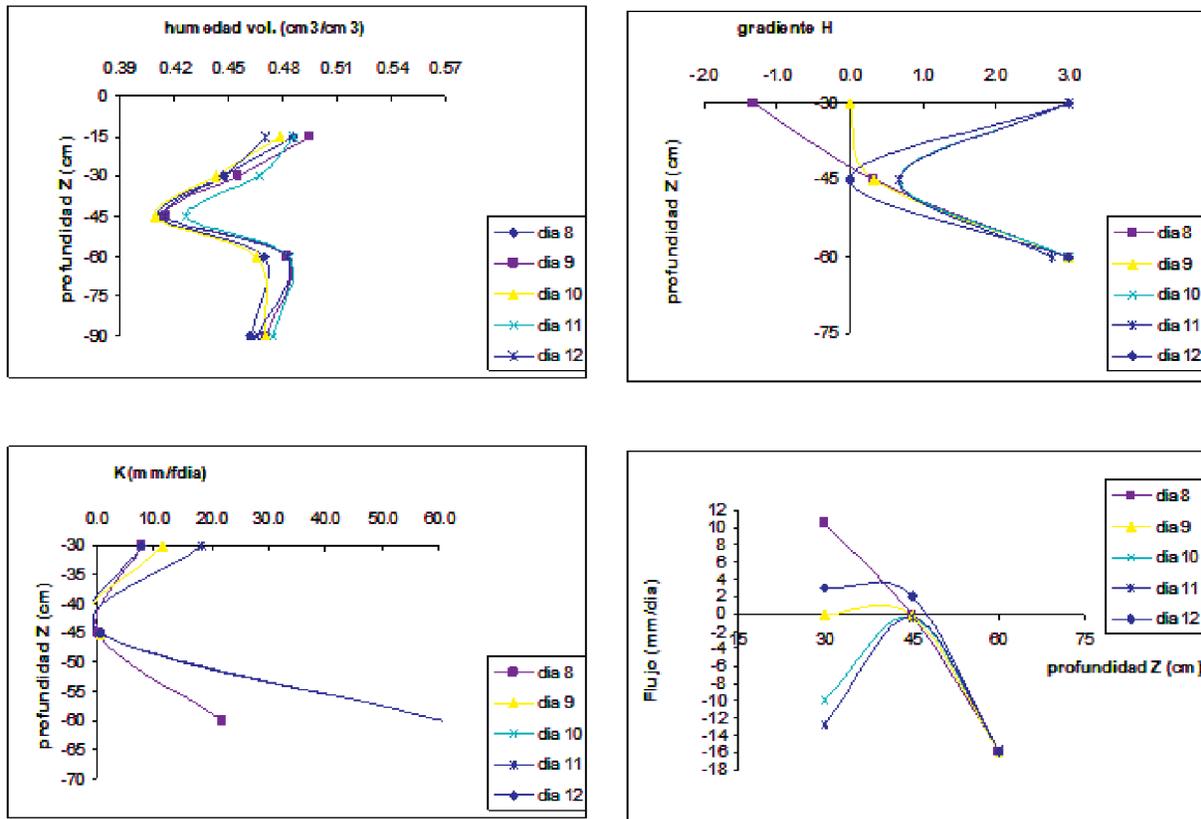


FIGURA 2. Comportamiento de los distintos parámetros en el tratamiento T15.

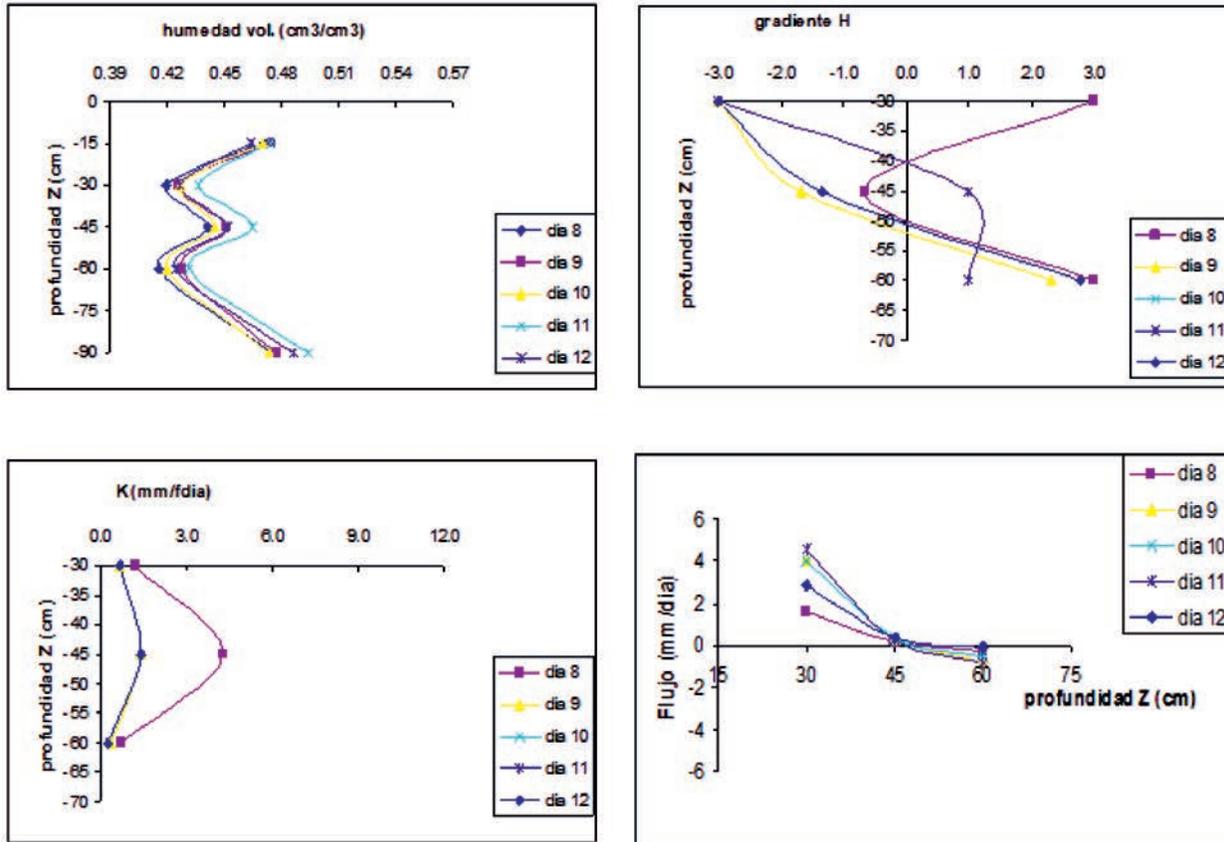


FIGURA 3. Comportamiento de los distintos parámetros en el tratamiento T30.

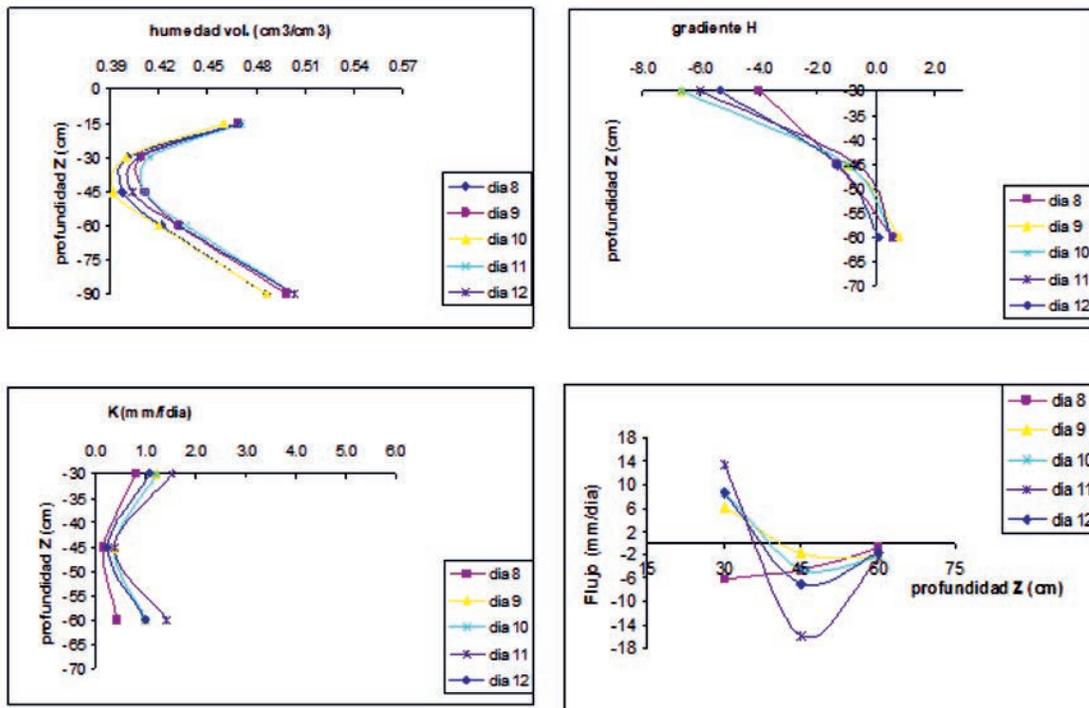


FIGURA 4. Comportamiento de los distintos parámetros en el tratamiento T45.

Al respecto los trabajos de Jorgenson y Norum, (1993), refieren que las instalaciones más profundas pueden limitar la efectividad del sistema de riego subterráneo en la germinación de semillas, restringiendo la disponibilidad de agua y nutrientes hacia la superficie, pudiendo provocar salinidad cuando se riega con agua con sales y acrecentando en general, el agua perdida por filtración profunda y la lixiviación de nutrientes.

CONCLUSIONES

- El tratamiento de riego por goteo superficial, mantiene altos valores de humedad volumétrica y conductividad hidráulica en las capas superficiales e importantes pérdidas de agua hacia los estratos inferiores del suelo.
- En el tratamiento con emisores soterrados a 15 cm de profundidad, el comportamiento del flujo del agua refleja

también grandes pérdidas de agua en los días en que se produce el riego.

- En el tratamiento con gotero ubicado a la profundidad de 30 cm por debajo de la superficie del suelo, el flujo del agua a la profundidad del gotero es de ascenso capilar, correspondiéndose con la disminución de la humedad volumétrica y el potencial total del agua en la capa superficial, que invierte el sentido del gradiente y hace que se produzcan muy pocas pérdidas de agua en profundidad.
- En el tratamiento con emisores soterrados a 45 cm de profundidad se mantiene el movimiento de ascenso capilar hacia las capas superiores más secas, pero en este caso aumenta el movimiento del agua a la profundidad de 45 cm, con pérdidas importantes de agua en las capas inferiores del perfil de suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDREU, L., J.W. HOPMANS & L.J. SCHWANKL: "Spatial and temporal distribution of soil water balance for a drip-irrigated almond tree". *Agricultural Water Management*, 35: 123-146, 1997.
- BONACHELA, S., F. ORGAS, F. VILLALOBOS y E. FEDERES: "Soil Evaporation from drip irrigated olive orchards". *Irrig. Sci*, 20: 65-71, 2001.
- BOTIA, P., F. GARCÍA, P. ROMERO y A. GARCÍA: Respuesta productiva del almendro a diferentes estrategias de riego deficitario en condiciones de riego localizado subterráneo y superficial". En: Actas del XVII Congreso Nacional de Riegos. 20 – 22 de junio de 2000, 10pp., Huelva, 2000.
- CID, G.: *Introducción de métodos y metodologías para la caracterización de las propiedades hidrofísicas así como, las variaciones espacio temporales*. Informe del Contrato 004-17 Ed. IIRD-CITMA, La Habana, 1995
- DEL AMOR, F.M.: "Riego por Goteo Subterráneo en almendro. Aspectos de manejo y respuesta del cultivo". *Fruticultura Profesional*, 104: 61–66, 1999.
- HILLEL, D.: "Role of irrigation in agricultural systems". In: *Irrigation of Agricultural Crop*. Edited by B. A. Stewart & D. R Nielsen, *Agronomy*, 30: 6-29, 1990.

- CUBA, INSTITUTO DE SUELOS: *Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*, 102 pp., Editorial Academia, La Habana, 1996a.
- CUBA, INSTITUTO DE SUELOS: *Correlación de la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, con Clasificaciones Internacionales (SOIL TAXONOMY y FAO-UNESCO) y Clasificaciones Nacionales (2da. Clasificación Genética y Clasificación de Series de Suelos)*, 22pp., Ed. Instituto de Suelos-MINAG, La Habana, 1996b.
- ESPAÑA, INSTITUTO VALENCIANO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS: *La Conselleria de Agricultura está investigando nuevos sistemas de riego subterráneo [en línea] Disponible en: <http://www.Orihueladigital.es> [Consulta: marzo 29 de 2006]*.
- JORGENSEN, G & K. NORUM: *Subsurface drip irrigation: Theory, practices and application conference*, 216pp., Edited by G. Jorgensen and K. Norum, California, USA, 1993.
- KIM, D.J.; S.I. CHOI; O.RYSZARD; J. FEYEN & H.S. KIM: "Determination of moisture content in a deformable soil using time-domain reflectometry (TDR)". *European J. Soil Sci.* 51 (1): 119-128, 2000.
- LÓPEZ., S. T.: *Caracterización del movimiento del agua en suelos irrigados del sur de La Habana: contribución metodológica al procedimiento actual para la determinación de los Balances Hídricos*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas), Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, Cuba, 2002.
- LÓPEZ, T; F. GONZÁLEZ, E. ZAMORA y R. REY: "Calibración de una sonda de neutrones NUCLEOTRONICS para un suelo Ferralítico Rojo compactado". In: 1st International Symposium on Nuclear Related Techniques (NURT'97): Com. Nac. Energía Atómica-GIATNA, Sección II: Manejo eficiente de Nutrientes y Agua. Oct'97: 47-49, La Habana, Cuba, 1997.
- MARTÍNEZ, R.: *Necesidades de agua para el cultivo del banano en los suelos Ferralíticos Rojos de la región de Alquizar*, 102pp., de Tesis (en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas), Inst. Inv. Riego y Drenaje, La Habana, Cuba, 1996.
- PASTOR, M y J. HIDALGO: "Riego Subterráneo en Olivar: Primeros Resultados de un Ensayo de Larga Duración". *Fruticultura Profesional*, 138: 5-15, 2003.
- PEAT, D.M.W.; G.P. MATHEWS; P.J. WORSFOLD & S.C. JARVIS: "Simulation of water retention and hydraulic conductivity in soil using a three-dimensional network". *European J. of Soil Sci.*, 51 (1): 65-80, 2000.
- PERSAUD, N & R. KHOSLA: "Soil water losses in different plant populations of dry land corn", *Agricultural Water Management*, 42: 157-172, 1999.
- PHENE, C.J.: *Irrigación con Goteo Subsuperficial*, Volumen VI del V Curso Internacional de Sistemas de Riego, Organizado por el Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, Edo. México, México, 1999.
- ROMERO, P y P. BOTIA.: "Mejora de la eficiencia en el uso del agua en almendros: estrategias de Riego Deficitario Controlado en condiciones de Riego Subterráneo". *Rev. Fruticultura Profesional* 132: 5-12, enero-febrero, 2003.
- ROMERO, P.: *Respuesta del almendro al riego deficitario controlado (RDC) en condiciones de riego localizado subterráneo*, 288pp., Tesis doctoral, Universidad de Murcia, España, 2002.
- TAKASHI, M. y E. A. TZI TZIBOY: *Mejoramiento del uso del agua en la agricultura: el papel de las técnicas nucleares*. CENA, Ed. Univ. São Paulo, Piracicaba. Brasil, 2000.
- VAN GENUCHTEN, M.: "A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil". *Soil Sci. Soc. Am.J.*, 44: 892-898, 1980.
- VAN GENUCHTEN, M., F. LEIJ & S. YATES. *The RETC Code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils*, Ed. US Sal. Lab., California, USA, 1991.
- YITAYEW, M. & A. ALI KHAN: Field evaluation of water and solute movement from a point source, In: Fifth International Microirrigation Congress, pp. 609-614, April 2-6, Orlando, Florida, USA, 1995.
- ZAZUETA, F.S., G.A. CLARK., A.G. SMAJSTRLA & M. CARRILLO: A simple equation to estimate soil-water movement from a drip irrigation source, In: Fifth International Microirrigation Congress, April 2-6. Orlando, Florida, USA, 1995.

Recibido: 22 de julio de 2013.

Aprobado: 20 de marzo de 2014.

Manuel Reinaldo Rodríguez García, Inv. Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera de Fontanar, km. 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléf.: (53) 645-1731 y 645-1353, Correo electrónico: dptoriego2@iagric.cu