

NOTA TÉCNICA

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23866.59845>

Evaluación del riego por goteo para la asociación aguacate-guayaba en condiciones de producción

Evaluation of drip irrigation in avocado-guava association under productions conditions

M.Sc. Geisy Hernández-Cuello¹, M.Sc. Jeny Pérez-Petitón¹, Dr.C. Teresa López-Seijas¹¹

¹ Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

¹¹ Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El objetivo del presente trabajo fue la evaluación del riego por goteo en la finca integral de frutales Sandoval 2 de la Empresa Cítrico Ceiba. La entrega de agua a los cultivos asociados se realizó con un sistema de riego localizado, empleando la técnica de riego por goteo. La evaluación del sistema de riego arrojó un caudal medio de 1,2 L·h⁻¹, lo que equivale al 54,5% del agua a aplicar. Esto es debido al bajo valor del coeficiente de uniformidad (23,3%), y al coeficiente de variación total de los caudales del 0,74. Por otra parte el diagnóstico integral mostró que el sistema de riego presenta considerables afectaciones por falta de mantenimiento en las distribuidoras, la red superficial así como en los sistemas de filtrado, entre otras. Lo cual contribuye significativamente en el deficiente manejo del riego que se efectúa en la finca Sandoval 2.

Palabras clave: coeficiente de uniformidad (C_u), coeficiente de variación total de caudales (CV_t).

ABSTRACT. The objective of the present work was the evaluation of drip irrigation in the integral fruit farm Sandoval 2 of the Ceiba Citrus Company. The delivery of water to the associate crops was carried out with a system of located irrigation, using the drip technique. The evaluation of the irrigation system show a medium flow of 1.2 L·h⁻¹, the 54.5% of the water to be applied, due to the low value of the coefficient of uniformity (23.3%), and to the coefficient of total variation of the flows that was 0.74. On the other hand the integral diagnosis showed that the irrigation system presents considerable affectations for lack of maintenance in the distribution net, the superficial net as well as in the filtrate systems, among other. That contributes significantly in the faulty of the irrigation management in the Sandoval 2 farm.

Keywords: coefficient of uniformity (C_u), coefficient of total variation of the flows (CV_t).

INTRODUCCIÓN

La asociación de cultivo es un elemento esencial de la finca integral, ya que permite la rápida recuperación del capital invertido, una eficiente explotación de los recursos humanos y materiales disponibles y facilita una mayor remuneración de los trabajadores tomando como base los ingresos que generan¹.

Estas plantaciones se han fomentado con tecnologías más intensivas que incluyen el empleo de una mayor densidad de plantas por hectáreas, técnicas para la reducción del tamaño de la planta y la inducción floral, el empleo del riego para

manejar el déficit hídrico de acuerdo a las fases fenológicas de las especies. La técnica de riego a emplear debe garantizar la programación y no mojar el follaje, pudiendo ser: superficial (gravedad), aspersión de baja intensidad por debajo de la copa y localizado por goteo o micro aspersión, con resultados que han demostrado que es posible lograr producir bajo las condiciones de Cuba con altos rendimientos y eficiencia².

El riego localizado es el sistema más adecuado para cultivos de flores y frutales, ya que utiliza pequeños caudales a baja

¹ MINAG. Fincas Integrales de Frutales. Boletín. C. Habana. IIFT, pág.12, 2009a.

² SINGH, H. P., KAUSHISH, S. P., Y KUMAR, A.: Micro-irrigation, En: Proceedings of the International Conference on Micro and Sprinkler Irrigation, 2000.

presión y alta frecuencia y no humedece la totalidad del suelo³, aunque demanda una alta inversión de capital inicial y una mayor capacidad de gestión que los sistemas convencionales.

La eficiencia de aplicación del agua puede ser muy alta en un sistema de riego por goteo si se logran controlar las fuentes de pérdida. Ello es posible cuando el sistema está bien diseñado, operado y mantenido (Bralts *et al.*, 1983). La uniformidad en la descarga de los emisores está asociada a la variabilidad propia entre goteros, su obstrucción, la topografía del terreno y las pérdidas de carga en la red⁴ (Nakayama & Bucks, 1986).

La elevación de la uniformidad no sólo permite ahorrar agua, sino que también mejora la fertilización cuando se realiza vía fertirriego y aminora los impactos ambientales asociados con la contaminación de las aguas subterráneas⁵. De allí la importancia de evaluar la uniformidad de manera periódica en los sistemas; las evaluaciones iniciales son indicativas tanto de la calidad del diseño como de la instalación, y las siguientes lo son de las condiciones de mantenimiento y operación.

El objetivo fundamental de este trabajo es realizar una evaluación del riego por goteo para la finca integral de frutales Sandoval 2 de la Empresa Cítrico Ceiba que permita definir una propuesta de mejoras para elevar la eficiencia y calidad del riego en estas condiciones de producción.

MÉTODOS

La investigación se desarrolló en un área de producción de frutales de 12,0 ha de la finca integral de frutales Sandoval 2 perteneciente a la UBPC 24 de Febrero de la Empresa Cítrico Ceiba, municipio Caimito, Provincia Artemisa. Ubicada en las coordenadas 335 800 de latitud Norte y 335 500 de longitud Oeste, a una altitud de 41,0 m sobre el nivel medio del mar

Los cultivos objeto de estudio fueron el Aguacate (*Persea*

americana Mill.) variedad Julio como cultivo principal con marco de plantación 7,0 x 6,0 m para una densidad de 238 plantas/ha; con la Guayaba (*Psidium guajava L.*) variedad enana roja E.E.A 18–40 como asociado. En las hileras de aguacate, entre plantas se establecieron dos plantas de Guayaba.

El experimento se desarrolló en el período comprendido entre los meses enero- octubre (20 decenas) con una edad de la plantación al inicio de 633 días.

El comportamiento de las variables climáticas se siguió a través de un pluviómetro localizado en el área experimental y los valores decenales de evapotranspiración de referencia fueron suministrados por el INSMET⁶. En la Figura 1 se ilustra el balance hídrico para el área de estudio, cuyo rasgo principal es que la Eto excede en gran parte del período a la precipitación promedio, por lo que la implementación del riego se hace necesaria para un óptimo desarrollo del cultivo.

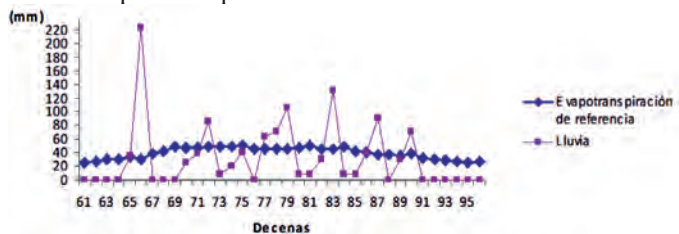


FIGURA 1. Balance hídrico decenal de la zona de estudio en el municipio Caimito, provincia Artemisa.

La zona de estudio es de topografía llana con pendientes menores del 1% en un suelo Ferralítico Rojo Típico del género Eútrico, (Hernández *et al.*, 1999), homologado por la clasificación de la WORLD REFERENCE BASE (WRB, 2016), como “Ferralsol Ródico” caracterizado como arcilloso, profundo y permeable.

Las propiedades hidrofísicas estimadas por Cid *et al* (2012) para este tipo de suelo se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. Algunas propiedades hidrofísicas del suelo en estudio Ferralítico Rojo Típico (fuente: Cid *et al.*, 2012)

Profundidad (cm)	Capacidad de campo (Cc) (cm ³ ·cm ⁻³)	Densidad aparente (g·cm ⁻³)	Conduct. Hidráulica (cm·hr ⁻¹)
0 - 20	0,374	1,11	45,0
20 - 40	0,413	1,20	
40 - 60	0,408	1,20	8,1
60 - 80	0,421	1,25	
80 - 100	0,425	1,30	138,0

Para conocer las características químicas del suelo en el área experimental se realizó un muestreo cuyos resultados se muestran en la Tabla 2. Los diferentes indicadores se determinaron por los siguientes métodos: pH (peachímetro), P (Oniani), los cationes Na, K, Ca y Mg (Maslova) y materia orgánica (Walkley–Black). La interpretación de las determinaciones se realizó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)⁷.

El suelo se clasifica como ligeramente alcalino con un contenido de materia orgánica de medio. Los cationes K, Ca y Mg presentan valores bajos, mientras que el Na es muy bajo por lo que el suelo no presenta problemas de salinidad y el contenido de

³ LAMM, F. & C. CAMP. Subsurface drip irrigation. In: Developments in Agricultural Engineering. Cap. 13. Volume 13. Pages 473-551, 2007.

⁴ SOUTH, D. “Managing pesticides and nitrogen in southern pine nurseries and some ways to reduce the potential for groundwater contamination”. Ala. Agr. Exp. Sta. Forestry School Series No. 14. 18 p. Systems, Central Board of Irrigation and Power, New Delhi, February 8-10. 794p, 1994.

⁵ INSMET. Estudio Agroclimático de la evapotranspiración de referencia (Eto) en la provincia La Habana. 56pp., Ed. INSMET, La Habana, Cuba, 2010.

⁶ PANEQUE, V. M.: La fertilización de los cultivos aspectos teóricos prácticos para la recomendación de fertilizantes, pp. 8-15, Ed. Dpto Biofertilizantes y nutrición de las plantas, INCA. La Habana, Cuba, 2001.

⁷ MINAG. Guías Técnicas de la Guayaba. La Habana. IIFT. pág.35, 2009b.

P es elevado. El sustrato presenta condiciones aceptables para la siembra de frutales; se sugirió realizar aportaciones de nutrientes según las recomendaciones de los Instructivos Técnicos y las guías técnicas del Aguacate del Ministerio de la Agricultura^{8,9,10}.

TABLA 2. Resultados de los elementos químicos de fertilidad del suelo Ferralítico Rojo Típico en el área experimental (municipio Caimito, provincia Artemisa)

	Na (cmol·kg ⁻¹)	K (cmol·kg ⁻¹)	Ca (cmol·kg ⁻¹)	Mg (cmol·kg ⁻¹)	P (Mg·kg ⁻¹)	MO (%)	pH
Parcela	0.05	0.28	14.6	3.25	44	3.43	7.0

Se evaluó la calidad del agua para el riego en la UEB Análisis y Servicios Técnicos La Habana¹¹, perteneciente a la Empresa Nacional de Análisis y Servicios Técnicos, la misma posee una calidad adecuada para el riego de los frutales, dado por los bajos tenores que presentan los indicadores obtenidos que se relacionan en Tabla 3, según los parámetros normativos establecidos. (Rice *et al.*, 2012).

TABLA 3. Análisis de la calidad del agua de riego utilizada en el área experimental

Parámetros	Símbolos	Unidad	Norma	Valor
Cond. eléctrica	C·e	μS·cm ⁻¹	1000	560
Sól. t. disueltos	std	mg/L	1300	359,15
Calcio	Ca ²⁺	mg/L	200	112,22
Magnesio	Mg ²⁺	mg/L	150	2,43
Hidrogeno carbonato	HCO ₃ ¹⁻	mg/L	300	190,3
Cloro	CL ¹⁻	mg/L	250	35,45
Sulfato	SO ₄ ²⁻	mg/L	400	18,75
Dureza Total	DT	mg/L	400	290
Turbidez	Tu	NTU	0-10	0,18
Rel. ac ó bas	pH	1-14	6.5-8.5	8,12

La entrega de agua a los cultivos se realizó con un sistema de riego localizado superficial (en condiciones de explotación soterrado) el cual fue diseñado para cítricos y se adaptó para frutales, constituido por seis subunidades de riego, en las cuales se operan 80 laterales de una longitud promedio de 280 m. Se empleó un lateral por hilera de plantas con tuberías de PEBD de 20 mm con goteros integrados autocompensantes de caudal 2,2 L·h⁻¹, espaciados a 0,65 m. El riego se manejó con el criterio de intervalos fijos de 48 horas y dosis variable (entre 280–480 m³·ha⁻¹) según la fase de desarrollo del cultivo y la demanda del mismo.

Se empleó la metodología para la evaluación del sistema de riego¹². La misma consiste en dentro de la sub unidad de riego elegir 4 laterales, el del inicio, a 1/3, a 2/3 del primero y el último. Posteriormente en cada lateral se toman 4 emisores (2–3 réplicas) escogidos con el criterio antes expuesto. Se mide el volumen de agua entregado por los emisores durante un intervalo de tiempo, para nuestro caso se fijó 10 minutos y por último se convierten todas las lecturas de volumen en caudal (L·h⁻¹).

Se determinó a través de la expresión:

$$Cu = 100 \times \left(\frac{Q_{25}}{Q_n} \right)$$

donde:

Cu: Coeficiente de uniformidad;

Q₂₅: Media de los valores del 25% más bajo del gasto regis-

trado en el emisor;

Q_n: Media del total de los valores de gasto.

Para el diagnóstico del sistema de riego en funcionamiento se calculó además, el coeficiente de variación total de caudales (CVt) según Bralts y Kesner (1998).

$$CV_t = \frac{\rho}{q}$$

donde:

Cv_t: Coeficiente de variación total

P: Desviación Standard

q: Gasto medio

Asimismo se calculó, el coeficiente de variación total de caudales (CVt) según Bralts y Kesner (1983).

$$\rho = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X}_m)^2}{n - 1}}$$

donde:

Cv_t: Coeficiente de variación total;

P: Desviación Standard;

q: Gasto medio.

Simultáneamente se realizó un diagnóstico integral del manejo del riego en la finca con el objetivo de elaborar un plan de acción el que se puso a disposición de la entidad.

⁸ MINAG. Guías Técnicas del Aguacate. La Habana. IIFT. pág.38, 2009c.

⁹ MINAG. Instructivos Técnicos de la Guayaba. La Habana. Habana. CIDA. pág.39, 1997a.

¹⁰ MINAG. Instructivos Técnicos del Aguacate. La Habana. Habana. CIDA. pág.36, 1997b.

¹¹ EMPRESA NACIONAL DE ANÁLISIS Y SERVICIOS TÉCNICOS. UEB Análisis y Servicios Técnicos La Habana, 2010.

¹² MERRIAM, J. L.; J. KELLER. Farm irrigation systems evaluation, 235pp., A guide for management, UTAH. State University, USA, 1978.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se muestra el comportamiento de los caudales en los emisores seleccionados, los mismos oscilaron de 0,00-2,53L·h⁻¹, observándose una disminución de los gastos en la medida que nos alejamos de la tubería terciaria. El 25% de los valores más bajos fueron entregados por los emisores en los laterales, quinto y el último de la sección y en los goteros

(dos tercio y último) de los laterales quinto, noveno y último de la sección.

De los 28 valores colectados, 22 estuvieron por debajo del caudal recomendado por el fabricante (2,2 L·h⁻¹), lo que totaliza el 78% de los valores colectados. El caudal medio alcanzó un valor de 1,2 L·h⁻¹ lo que corresponde al 54,5% del agua a aplicar por el emisor para cumplir con la norma de riego del cultivo.

TABLA 4. Valores de gasto en los emisores seleccionados del sistema de riego por goteo en la Finca Sandoval 2, municipio Caimito, provincia Artemisa

	Replicas	Primer emisor	1/3 emisor	2/3 emisor	Último emisor
Primer lateral	1	2.45	1.62	0.78	0.46
	2	2.31	1.72	0.72	0.57
Quinto lateral	1	2.21	1.41	0.34	0
	2	2.14	1.84	0.27	0
Noveno lateral	1	2.24	1.49	0.97	0
	2	2.12	1.58	0.78	0
Último lateral	1	2.33	2.53	0.71	0.05

En la Tabla 5 se exponen los valores del coeficiente de uniformidad de los gastos (Cu) y el coeficiente de variación total de caudales (CV_t).

TABLA 5. Comportamiento del Cu y CV_t de los emisores del sistema de riego por goteo en la Finca Sandoval 2, municipio Caimito, provincia Artemisa

Caudal (L·h ⁻¹)		Desviación estándar	Cu (%)	CV _t
q ₂₅	q _m			
0,28	1,2	0,889	23,3	0,74

El valor obtenido de coeficiente de uniformidad (Cu) de 23,3% es considerado de inaceptable según Rodrigo *et al.* (1997), dado por la alta variabilidad de los caudales entregados, lo cual refleja que el 76,3% del área ha sido deficientemente regada, sin que los cultivos asociados hayan recibido la cantidad de agua necesaria para su buen desarrollo.

Resultados similares obtuvieron Ajete y colaboradores¹³, en la evaluación del sistema de riego localizado en casas de cultivo protegido y semiprotegido en la provincia Ciego de Ávila, donde alcanzaron valores de 49-56%. Cun *et al.* (2009), señalan valores de (Cu) entre 51-68%, al evaluar la uniformidad de riego en condiciones de organopónico y huerto intensivo en La Habana. Por otra parte, en otras condiciones de clima, al analizar el riego por goteo en Mendoza (Argentina), obtuvieron valores de coeficiente de uniformidad entre 51-67%¹⁴.

Pizarro (1996), señalaron que el riego localizado por goteo, es uno de los sistemas de mejores coeficientes de uniformidad

que se hayan reportado, demostrando que en un clima húmedo con pendientes menores del 2,0%, en cultivos perennes o semiperennes, con emisores espaciados a menos del 2,5 m, este debe oscilar entre 75-80%. Mientras que Rodrigo *et al.* (1997) y otros¹⁵ señalan que cuando se está en presencia de un clima húmedo y plantaciones perennes o semiperennes con emisores espaciados a menos de 4 m, en un terreno uniforme los valores de Cu deben oscilar entre 77-81%.

El valor obtenido del coeficiente de variación total de caudales (CV_t) de 0,74 es considerado inaceptable, según la clasificación reportada por Bralts y Kesner (1998). Resultados similares obtuvieron en la evaluación del riego por goteo en Mendoza (Argentina) al obtener valores de CV_t que oscilaron entre 0,66-1,32¹⁴.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede decir, que la eficiencia del riego en la finca integral Sandoval 2 es deficiente, provocando una variación en la lámina aplicada y en la reducción del volumen de agua aplicado a los cultivos; esto se traduce en plantas que reciben mayor cantidad de agua, mientras otras obtienen menores volúmenes.

La evaluación efectuada mostró que el sistema de riego presenta considerables afectaciones por falta de mantenimiento en las distribuidoras, la red superficial así como en los sistemas de filtrado. Existen además, daños mecánicos por labores manuales de limpiezas y falta de laterales. Lo cual contribuye significativamente en el deficiente manejo del riego que se efectúa en la finca Sandoval 2.

¹³ AJETE, M.; BONET, C.; DUARTE, C.; VARGAS, MA. DEL C.; PÉREZ, V.; RODRÍGUEZ, J. A.; OLIVA, L. Criterios sobre la uniformidad del riego en casas de cultivos protegidos y semiprotegidos de las provincias centrales. En: Memorias de CUBA-RIEGO 2007, CD-ROM, ISBN 978-959-246-194-9, La Habana, Cuba, 2007.

¹⁴ FONTELA, C.; SALATINO, S.; MORABITO, J.; MIRABILE, C.; MAFFEI, J.; MASTRANTONIO, L. "Riego por goteo en Mendoza, Argentina, Evaluación de la uniformidad del riego y del incremento de salinidad, sodicidad e iones cloruro en el suelo". Rev. FCA. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrícolas. Tomo XLI. No 1, pág.135-154, Argentina, 2009.

¹⁵ KELLER J. & BLIESNER R.D.: Sprinkle and trickle irrigation. Van No strand Reinhold. New York, 1990.

Las principales dificultades encontradas fueron:

- No se está empleando la técnica según sus características de diseño (los laterales se encuentran soterrados y la carencia de equipos de medición de las presiones en el sistema).
- La programación del riego (intervalo y dosis aplicada) se realiza por criterios objetivos (disponibilidad energética) y no técnicamente justificados.
- La falta de equipos de medición de consumo del agua y la renta por capacidad instalada, provoca un uso ineficiente de la misma.
- La carencia de prácticas de mantenimiento, ocasiona que el operador-regador desconozca el estado técnico real de la instalación que está operando.

Los resultados de la evaluación del manejo del riego se restituyeron a la dirección de la UBPC, utilizando para sus análisis, la herramienta de restitución como la describe Cid *et al.* (2009) y en base a esta devolución se realizó un plan de acción dirigido fundamentalmente a los problemas que pueden ser resueltos, que incluye:

- Operar la técnica de riego acorde a sus características de diseño.
- Realizar mantenimiento capital del sistema de riego, con el objetivo de recuperarlo, para después reevaluarlo y con la eficiencia que se obtenga ajustar las dosis de riego a aplicar.
- La capacitación in situ de operadores-regadores en las

actividades sistemáticas y frecuentes que deben ejecutar cotidianamente según las normas establecidas para la explotación de los sistemas de riego localizado.

- Introducir paulatinamente el manejo del riego en función de la disponibilidad del agua en el suelo, para implementar esta práctica se deben adquirir equipos de medición que pueden ser tensiómetros, sondas TDR u otros que aunque resultan costosos, se justifica dicha inversión porque esto contribuirá a un uso eficiente de los recursos agua y energía, así como a un incremento de los rendimientos y la rentabilidad en la UBPC. En un primer momento, podría implementarse en un área piloto la que servirá de referencia en la Empresa Cítricos Ceiba.

CONCLUSIONES

- El caudal medio alcanzó un valor de 1,2 L·h⁻¹ lo que corresponde al 54,5% del agua a aplicar por el emisor, el coeficiente de uniformidad (Cu) fue bajo, con un valor de 23,3% y el coeficiente de variación total de los caudales del 0,74 lo cual refleja que el 76.3% del área ha sido deficientemente regada.
- La propuesta de riego para la finca Sandoval 2 debe incluir en primer lugar un mantenimiento exhaustivo del sistema de riego, con el objetivo de recuperarlo, reevaluarlo y ajustar los tiempos de riego según el gasto real y la eficiencia de aplicación que se obtenga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRALTS, Y.E; KESNER C.D.: "Drip irrigation field uniformity estimation", *Transactions of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, 26(5): 1369-1374, 1983.
- BRALTS, Y.E; KESNER, C.D. "Manufacturer variation and drip Irrigation uniformity", *Transactions of the ASAE*, ISSN: 0001-2351, USA, 1998.
- CID, G.; MARZIN, J.; LÓPEZ, T.: *El proceso de Restitución en el trabajo de extensión agraria en las unidades de producción agrícolas con enfoque generalista, sistémico y participativo*, Sitio de la Biblioteca Virtual de la Representación de la FAO en Cuba [en línea] 2009, Disponible en: <http://bva.fao.cu/>. [Consulta: 11 julio 2016].
- CID, G.; T. LÓPEZ; F. GONZÁLEZ; J. HERRERA y M.E. RUIZ: "Características físicas que definen el comportamiento hidráulico de algunos suelos de Cuba". *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761, 2(2): 26-33, 2012.
- CUN, R.; PUIG, O.; MORALES, C.: "Comportamiento del coeficiente de uniformidad del riego por microaspersión en condiciones de organopónicos y huerto intensivo", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054, 18(3): 35-36, 2009.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba.*, ed. L.L Barcaz, Ed. AGRINFOR, t. 1, ISBN-959-246-022-1, La Habana, Cuba, 1999.
- NAKAYAMA, F. Y D. BUCKS: *Trickle irrigation for crop production-Design operation and managemen*, 383pp., pp. 8, Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. 1986.
- PIZARRO, F.: *Riegos Localizados de Alta Frecuencia*, 383pp., 3ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa. España, Madrid, España, 1996.
- RICE, E.W.; BAIRD, R.B.; EATON, A.D.; CLESCERI, L.S.: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 1496pp, 22nd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association, ISBN: 9780875530130, Water Environment Federation, USA, 2012.
- RODRIGO L. J.; HERNÁNDEZ A. J. M.; PÉREZ R. A.; GONZÁLEZ H. J. F. *Riego Localizado*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 405pp., Ediciones Mundi-Prensa (2da edición), Secretaría General Técnica, Madrid, España, 1997.
- WRB: *World Reference Base for Soil Resources 2014*, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Update 2015. World Soil Base Resources Reports No. 106, FAO, Rome, pág. 214. E-ISBN: 978-92-5-108370-3, 2016.

Recibido: 28/04/2016.

Aprobado: 21/09/2016.

Geisy Hernández-Cuello, Inv. Aux., Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: geisyh@unah.edu.cu

Jeny Pérez-Petitón, Correo electrónico: jpetiton@unah.edu.cu

Teresa López-Seijas, Correo electrónico: directoradjunta@iagricu