

NOTA TÉCNICA

DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.32674.63681>

Manejo del agua con el uso de cero energía y ahorro de agua en jardines de hoteles

Management of the irrigation with zero energy use and water saving in gardens of hotels

Dr.C. Manuel Sebastián Peña-Casadevall

Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Estudios Hidrotécnicos, Ciego de Ávila, Cuba.

RESUMEN. Se presenta la tecnología del riego por succión con el uso de cápsulas porosas como alternativa viable para su utilización en el riego de jardines en instalaciones turísticas de Cuba. Los bajos costos de inversión, instalación, mantenimiento, el empleo de aguas captadas de sistemas de climatización o de lluvia, el uso de energía cero y la protección del suelo y el medio ambiente, hacen que esta tecnología sea atractiva para su empleo en la industria del turismo. Se presentan resultados investigativos orientados a jardinerías para el cultivo de plantas ornamentales con propiedades repelentes, aromáticas, de valor culinario, medicinal y patrimonial entre otras que le confieren un valor agregado a la tecnología lo cual coadyuva al desarrollo de un turismo sostenible.

Palabras clave: riego, jardines, bajo costo, cosecha de agua.

ABSTRACT. The paper shows the technology of the irrigation by suction with the use of porous capsules as viable alternative for their use in the irrigation of gardens in tourist facilities of Cuba. The low investment costs, installation, maintenance, the employment of captured waters of air conditioning systems or of rain, the use of zero energy and the protection of the soil and the environment, make this technology attractive for its employment in the tourist industry. Are presented the investigative results intended for boxes for the cultivation of ornamental plants with repellent, aromatic properties, of culinary, medicinal and patrimonial value among other that confer added value to this technology that contributes to the development of a sustainable tourism.

Keywords: irrigation, gardens, low cost, water capture.

INTRODUCCIÓN

Los jardines son una extensión de los espacios antropizados y como tales responden a criterios relacionados con la ocupación humana del entorno (Barzev, 2008). Si bien en términos técnicos se puede hacer referencia a los “agroecosistemas” como “sistemas agrícolas productivos”, los jardines pueden calificarse como “ornato ecosistemas” o “sistemas jardineriles” bajo esa misma óptica. La jardinería merece ser abordada con un enfoque ecosistémico a fin de que la misma forme parte de las respuestas humanas a la transformación y rediseño de los ecosistemas.

El desarrollo de jardines en espacios de alta significación ambiental, rodeados de elevados valores naturales, ha sido poco frecuente en el mundo hasta a mediados del siglo pasado. Su desarrollo ha avanzado conjuntamente con el conocimiento científico y sobre todo con la creciente alarma mundial por

la desaparición de las selvas, la contaminación ambiental y el calentamiento global. Esta toma de conciencia y el propio desarrollo social, han tenido su expresión a través de la industria turística, en las alternativas denominadas “turismo ecológico”, “turismo de naturaleza”, “ecoturismo” entre otras donde hasta la propia naturaleza puede ser reemplazada por ingeniosos artificios, (Álvarez, 2013).

La jardinería de interiores y exteriores en las instalaciones turísticas de sol y playa en Cuba, han evolucionado en los últimos 15 años conjuntamente con el desarrollo turístico que se ha experimentado. Según Álvarez (2013), sin embargo, se han observado numerosos problemas entre los cuales figuran como principales los siguientes:

- El uso de especies de plantas no nativas, poco adaptables y de poco valor agregado que en muchos lugares antagonizan

con el entorno y frustran las expectativas de los turistas que buscan conocer la flora autóctona de la isla.

- El uso del agua de manera incontrolada lixivian los nutrientes de los sustratos utilizados lo cual acaba por arruinarlos y provoca el deterioro progresivo de las plantas de jardín. Después es necesario cambiar o enriquecer los sustratos con más frecuencia con el consiguiente costo económico.
- El uso de sustratos de poco valor agro productivo pues en ocasiones se toman de regiones muy cercanas con elevados contenidos de sales en su composición química.
- El costo cada vez más elevado del agua y la energía para el riego y mantenimiento de las áreas de jardín.

Desde hace algunos años Peña (2015), ha estado trabajando para desarrollar una tecnología basada en la ley de conservación de la energía, la cual, primeramente fue enfocada para la producción de alimentos en zonas áridas, en organopónicos y casas de cultivo y los resultados fueron altamente prometedores.

En Ciego de Ávila se desarrolló y puso a punto la tecnología del riego por succión con el empleo de cápsulas porosas probando su efectividad en el cultivo del tomate¹. En la actualidad, los autores trabajan por encontrar otras aplicaciones comerciales a dicha tecnología. En los hoteles, el uso del agua cosechada, ya sea agua de lluvia o de equipos de climatización nunca competirían con el agua disponible en las instalaciones para otros propósitos lo cual hace más atractivo para el sector turístico la aplicación de esta tecnología. Ante los problemas asociados al cambio climático y sus manifestaciones actuales,

según Brown (2015), la cosecha de agua adquiere en la actualidad una connotación especial².

Los objetivos de este trabajo son:

- Proponer el uso del riego por succión con el empleo de cápsulas porosas para su utilización en instalaciones turísticas de sol y playa.
- Socializar algunas ideas sobre el uso de agua cosechada de sistemas de climatización y agua de lluvia para el riego de los jardines que ayuden a la industria del turismo a ser más sostenible desde el punto de vista económico y ambiental.

MÉTODOS

Construcción de las cápsulas porosas

Una capsula porosa es un recipiente de cerámica que tiene una entrada y una salida de agua, un espesor de pared constante un volumen preestablecido, una porosidad entre un 27 y 32 % lo cual garantiza que, cuando se llena de agua sea capaz de “sudar” a través de los poros el agua pero no debe gotear.

Se utilizaron técnicas de trabajo que caen en el campo de la alfarería cerámica (Yáñez, 2013). Como por ejemplo: preparación de moldes de yeso, técnica de moldeado por colado, cocción a varias temperaturas de las capsulas con el empleo de estufas (Figura 1). Se realizaron pruebas de porosidad en laboratorios especializados, resistencia mecánica, ensayos de prueba y error y se utilizaron métodos estadísticos.

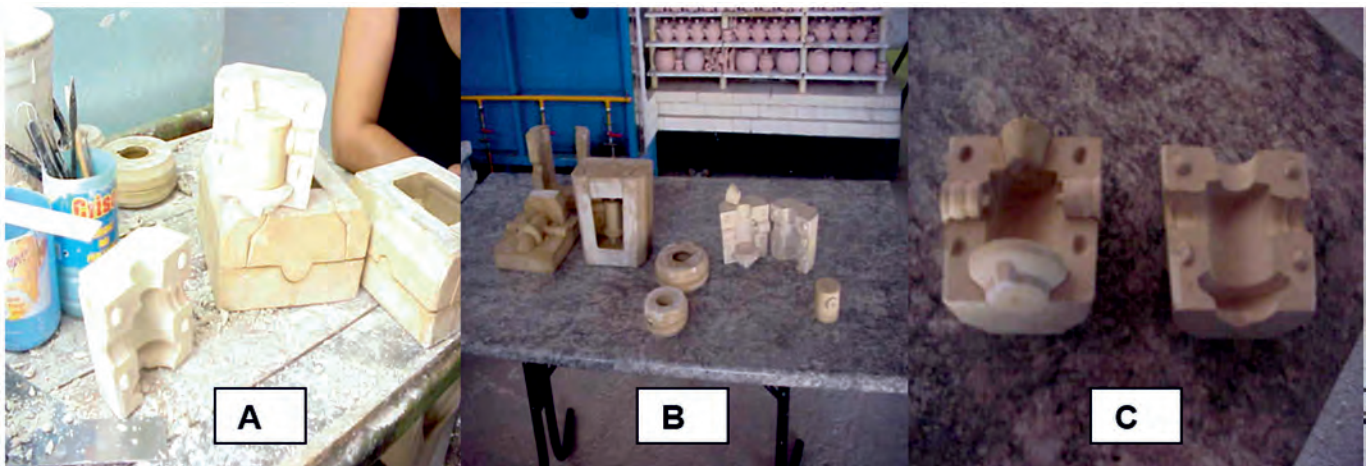


FIGURA 1. Técnicas de trabajo que caen en el campo de la alfarería cerámica.

Estudios de sustrato de cultivo

Se utilizó un sustrato compuesto por un 70 % de suelo Ferralítico rojo compactado y 30 % de estiércol vacuno descompuesto. El suelo se preparó colando los materiales por un tamiz de 1 cm². Se utilizaron Minirhizotrones para observar el volumen de suelo humedecido en la zona de implantación de las cápsulas porosas en el sustrato para

determinar sus dimensiones geométricas y poder emitir recomendaciones para el espaciamiento entre cápsulas en los jardines. Este procedimiento ha sido documentado y es bien aceptado en la comunidad científica internacional para este tipo de experimentos³. Se utilizaron tensiómetros para valorar el estado energético de la humedad en el volumen de sustrato humedecido.

¹ VARGAS, R. P.: Tecnología de riego por succión como alternativa sostenible para la producción de tomate, Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas agropecuarias, CIGET, Ciego de Ávila, Cuba, 2007.

² GALLARDO, B. Y.: Sistema de gestión para la mitigación y adaptación de los impactos negativos de la sequía en áreas agrícolas, Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas agropecuarias, CIGET, Ciego de Ávila, Cuba, 2014.

³ FERREIRA, C.: Distribución de raíces y extracción de humedad en suelos tropicales, EMBRAPA, Brasilia, Brasil, 2012.

Pruebas de campo

Se realizaron pruebas de campo para verificar la adaptabilidad de algunas especies de plantas con propiedades insecticidas, medicinales y con valor culinario. Los experimentos se realizaron en un organopónico de agricultura urbana con el sustrato antes descrito y simulando las condiciones de las instalaciones de sol y playa de los cayos del norte de Ciego de Ávila.

RESULTADOS Y DISCUSION

Obtención de las cápsulas porosas

Se obtuvieron cápsulas porosas con dimensiones geométricas y características de porosidad adecuadas para el empleo en el riego de jardines en instalaciones de sol y playa (Figura 2), (Barth y Jamillo, 2014).



FIGURA 2. Aspecto de las cápsulas porosas de cerámica.

Los datos técnicos relativos a dimensiones geométricas, proporción de materiales utilizados y otros aspectos tecnológicos, están siendo sometidos a un proceso de patentado razón por la cual no son publicados en este artículo.

Esquema de montaje y construcción

En la Figura 3, se presenta un esquema simplificado de una instalación de un sistema de riego por succión para jardines de sol y playa (Peña 2015). El reservorio A puede ser un recipiente plástico o de materiales pétreos que queda enterrado y al cual debe ponerse tapa para evitar la entrada de insectos. En este, se coloca una válvula de nivel constante con el fin de mantener siempre el agua a 10 cm de profundidad con respecto al nivel superior del sustrato. El sistema funciona en virtud de la ley de conservación de la energía porque el agua contenida en las cápsulas pasa a través de los poros al sustrato de cultivo haciendo un bulbo húmedo¹. En la medida que las plantas absorben esta humedad, el agua es recargada desde el reservorio A quedando en equilibrio hidrodinámico el sistema. El reservorio B es un tanque colocado convenientemente que puede recibir aguas de captación de sistemas de climatización, en este caso el agua puede conducirse a través de tubos de reducido diámetro. Se ha demostrado que un solo equipo de aire acondicionado de 1000 BTU puede generar 1 L/h con una humedad relativa del 80 % lo cual es suficiente para alimentar el sistema de riego. Las cápsulas se conectan a tuberías de 16 mm de PVC que son muy baratas y se fabrican en el país y se utilizan además tubos de diámetro reducido de PVC flexible de 4 mm de diámetro. También es posible utilizar aguas de captación de lluvia o de otras fuentes alternativas de pequeño caudal utilizando diversos esquemas.

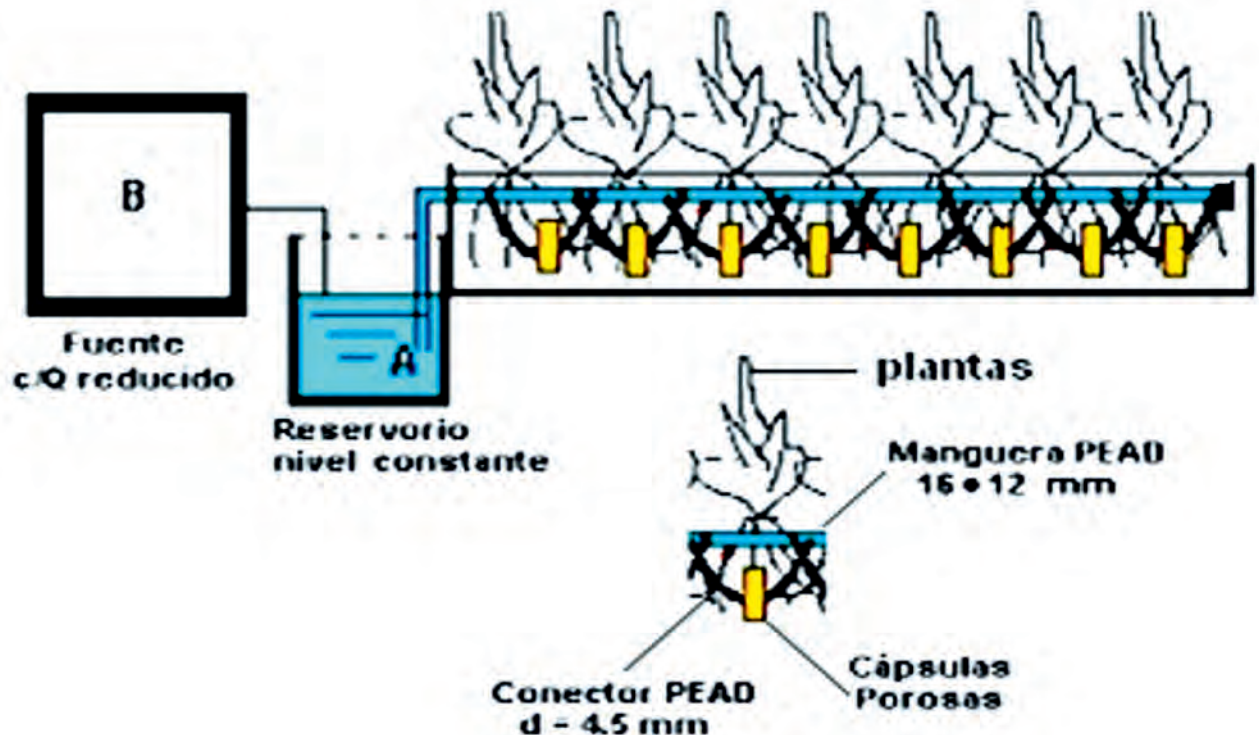


FIGURA 3. Esquema de montaje de un sistema de riego por succión para jardines.

Para las instalaciones turísticas, a este sistema de riego se le atribuyen las ventajas siguientes:

- Se reducen las pérdidas de agua debidas a la evaporación, la percolación y el rozamiento, por lo que se logran eficiencias de riego muy altas.
- No genera impactos ambientales negativos, mejora los niveles de compactación, erosión, estabilidad estructural y grado de agregación del suelo. Protege al sustrato de cultivo por no presentarse lixiviación de nutrientes.
- Es una tecnología de bajo costo, no se utiliza ningún tipo de energía.
- Se minimiza el vandalismo y facilita las operaciones de mantenimiento. La proliferación de plantas indeseables es mínima.
- Es compatible con el fertirriego y presenta perspectivas en suelos con problemas de salinidad, mal drenaje o en zonas áridas y semiáridas como en la mayoría de los sistemas de sol y playa en las instalaciones turísticas.
- Es un sistema de riego auto regulado y el aprovechamiento del agua es óptimo, esto implica un desarrollo y rendimiento favorables en los cultivos y le confiere una belleza especial a sistemas de jardinería (Bainbridge, 2012).
- Puede ser utilizado en condiciones de extrema sequía y es posible reducir el ciclo de vida de los cultivos, algunos de los cuales pueden tener valores patrimoniales, culinarios,

medicinales o repelentes de insectos y plagas.

- El costo de instalación es menor que con otras técnicas de riego.
- La obturación de las capsulas se puede prevenir usando agua des ionizada o agua de lluvia. En este caso puede resultar barato el uso de aguas recolectadas de los equipos de climatización o puede ser tratada a través de métodos de magnetización según criterios de Sarmientos *et.al.* (2001).

Las limitaciones del método se relacionan con las circunstancias que siguen:⁴

- Es una temática relativamente nueva en el mundo que demanda mayores investigaciones.
- Los costos de la tecnología se incrementan con la lejanía de los materiales apropiados para la fabricación de las cápsulas. No es recomendable su utilización a gran escala,
- Las cápsulas pueden ser vulnerables durante la manipulación y mantenimiento de los jardines.
- Las cápsulas son muy sensibles a las obturaciones por el uso de aguas duras.

Estudios de sustrato

La Figura 4 muestra una vista de los estudios de sustrato en los que se obtuvo una profundidad del volumen de suelo humedecido por las cápsulas de 20 cm y un ancho de 40 cm lo cual puede ser aceptable para arbustos de jardín⁵.

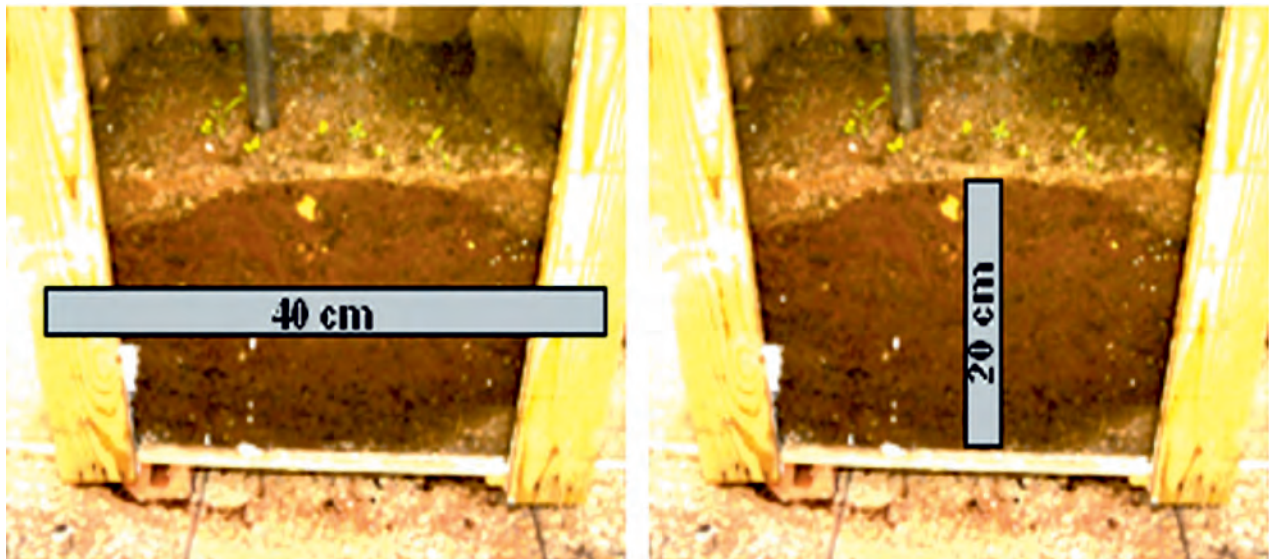


FIGURA 4. Minirhizotrones durante la etapa experimental.

Esta condición permite proponer para este sustrato la colocación de las cápsulas en disposición triangular de lado 35 cm lo que implica utilizar 6 cápsulas por metro cuadrado aproximadamente. La tensión de humedad se observó en los tensiómetros en un pF aproximado a 3 lo que implica que el sustrato estuvo en capacidad de campo y demuestra que no se presentó percolación profunda y por consiguiente no se perdieron nutrientes por lixiviación. Se recomienda en las jardineras colocar las cápsulas a 10 cm de profundidad medido desde la parte superior del sustrato ya sea en jardineras interiores, exteriores o espacios abiertos lo cual simplifica los criterios de Artiago y Guardado (1993), para el riego por succión.

⁴ SILVA, A. DE S.: Irrigação por cápsulas porosas. III: Avaliação técnica do método por pressão hidrostática in pequena Irrigação para o trópico semi-árido: Vazantes e cápsulas porosas pp. 20-42, EMBRAPA- CPATSA, Petronila, PE; Brasil, 2012.

⁵ AMIR, I., DAG, J.: Lateral longitudinal wetting patterns of very low energy moving emitters, 70pp., Sprinkler and Trickle Irrigation, Complete Version.. E1.1 - E12.1. IHE. Delft. The Netherlands., 2008,

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de las pruebas de campo

Las siguientes especies de plantas resultaron adaptables a la tecnología propuesta así como al sustrato empleado (Tabla 1 y Figura 5). En este trabajo se presentan los nombres vulgares y científicos así como las propiedades conocidas, lo cual constituye parte de la identidad cultural de Cuba. (Álvarez, 2013).

TABLA 1. Especies de plantas con valor agregado que pueden introducirse en las condiciones de sol y playa en las instalaciones turísticas de Cuba

Nombre vulgar	Valor agregado	Nombre científico
Yerba Buena	Culinario/Aromática/Medicinal	<i>Mentha nemorosa Willd</i>
Acelga Blanca	Culinario	<i>Beta vulgaris L. var cicla</i>
Albahaca Blanca	Culinario/repelente/Aromática Medicinal	<i>Ocimumbasilicum L.</i>
Albahaca Morada	Culinario/repelente/Medicinal	<i>Ocimumbassilicum L.</i>
Cilantro o culantro	Culinario	<i>Coriandrumsativum Lin.</i>
Copetuda	Repelente/insecticida	<i>Tajetespatula</i>
Menta americana	Culinario/Medicinal	<i>Lippiaa alba (L.)N.E.Brown</i>
Perejil	Culinario	<i>CarumpetroselinumBenth& Hook</i>
Romerillo	Medicinal	<i>Viguierahelianthoides H. B. K.</i>
Sábila o Aloe	Medicinal	<i>Aloe barbadensis Mill.</i>

No se trata de convertir los jardines en suelos de cultivos ordinarios, las plantas autóctonas no deben faltar en las jardineras ni en los espacios abiertos pero pueden intercalarse las que aparecen en el cuadro anterior ya que se ha demostrado que se adaptan bien a la tecnología propuesta atendiendo a las características de su sistema de raíces, necesidades fisiológicas y el sustrato de cultivo según los criterios reportados por Tarjuelo, (2005).



FIGURA 5. Vista de algunas especies con valor agregado adaptadas al riego por succión.

Los resultados alcanzados en esta experiencia han sido prometedores y de especial interés para los directivos de las instalaciones hoteleras.

CONCLUSIONES

- El riego por succión con el empleo de cápsulas porosas es

una alternativa promisoría para las condiciones de las instalaciones turísticas de sol y playa de Cuba.

- El intercalado de plantas autóctonas con especies de valor agregado con el uso de la tecnología propuesta es una alternativa que puede contribuir a hacer una industria del turismo más sostenible con un mayor ahorro de agua y energía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, Z. A.: *Manual de buenas prácticas para la Jardinería Hotelera*, Editorial, Academia, CITMA, ISBN: La Habana, Cuba, 2013.
- ARTIAGO, A. R., GUARDADO, L. R. El agua en el suelo. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla – La Mancha, Revista Agronomía del riego, Ed. Prensa. ISBN: 10-22-33-44-4, Castelló 37, Madrid, España, 1993.
- BAINBRIDGE, D.: “Buried clay pot irrigation: a little known but very efficient method of irrigation”, *Agricultural Water Management*, ISSN: 0378-3774, 48: 79-88, 2012.
- BARTH, S., JAMILLO, G.: *Riego por vasijas de arcilla cocida, una alternativa para zonas áridas y semiáridas*, Universidad Nacional de Loja. Centro Andino de Tecnología Rural, ed, CATER, ISBN 77-233-567-01. Eigenverlag, Loja, Ecuador, 2014.
- BARZEV, R.: *Mecanismos financieros para la conservación de los recursos naturales.*, Editorial Academia, ISBN- 978-959-270-126-7, La Habana, Cuba, 2008.
- BROWN, M. O.: “El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones”, *Ingeniería hidráulica y Ambiental*, www.cujae.edu.cu/ediciones/RHidraulica.asp ISSN: 1815-591X, XXXVI (1): 88-101, 2015.
- PEÑA, C. M.: *Monografía de riego por succión*, Ed. CIGET, ISBN-978-3-668-11300-8, Ciego de Avila, Cuba, 2015.
- SARMIENTOS, L. F.; GONZÁLEZ, J. A.; ALARCÓN, O. R.; RODRÍGUEZ, R. R.: “Irrigación con agua tratada magnéticamente en semilleros de tomate (*Lycopersicon Sculentum* Mill) híbrido FA-516 en condiciones de cultivo protegido”, *Revista Tecnología Química*, ISSN-145-2760, 1(2): 84-87, 2001.
- TARJUELO, J.M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, Ed. Ediciones Mundi Prensa, vol. 3a edición, ISBN: 84-8476-225-4, Madrid, Barcelona, México, 2005
- YÁNEZ, T. *Métodos de trabajo en la cerámica. Preparación de moldes de yeso para aplicaciones industriales*, Ed. Mundi Prensa, ISBN 20-34-3445, Madrid, España, 2013.

Recibido: 27/11/2015.

Aprobado: 21/09/2016.

Manuel Peña Casadevall, Profesor Titular, Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Estudios Hidrotécnicos, Ciego de Ávila, Cuba, Correo electrónico: casadevallscu@unica.cu



**Instituto de Investigaciones
de Ingeniería Agrícola**



DATOS DE LOCALIZACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA AGRÍCOLA (IAgric)

Sede Boyeros:

Dirección General y Económica. Dirección: Carretera de Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: IAgricdireccion@minag.cu; direccion.general@iagric.cu Teléfonos: (53) (7) 645-1731; 645-1353.

Sede Arroyo Naranjo:

Direcciones Científica y de Desarrollo Institucional, Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial. Dirección: Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27, Municipio Arroyo Naranjo, Apartado Postal 6090, Habana 6, Cuba. E-mail: directoradjunta@iagric.cu Teléfonos: (53) (7) 691 2533/ 691 2665 Telefax: (53) (7) 691 7595/ 691 1038.