

Cun González, Reinaldo; Puig Estrada, Omar; Morales Gómez, Carlos

Comportamiento del coeficiente de uniformidad del riego por microaspersión en  
condiciones de organopónicos y huerto intensivo

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18, núm. 3, 2009, pp. 35-39

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez  
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93215944007>



*Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*

ISSN (Versión impresa): 1010-2760

paneque@isch.edu.cu

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso

Rodríguez Pérez

Cuba

# Comportamiento del coeficiente de uniformidad del riego por microaspersión en condiciones de organopónicos y huerto intensivo

## *Behavior of irrigation uniformity coefficient for microsprinkling in organics conditions and intensive orchard*

Reinaldo Cun González<sup>1</sup>, Omar Puig Estrada<sup>2</sup> y Carlos Morales Gómez<sup>2</sup>

**RESUMEN.** En Cuba existen 4 013 organopónicos y 43 organopónicos semiprottegidos, los cuales brindan a la población más de 20 kg·m<sup>-2</sup>·año<sup>-1</sup> de hortalizas y condimentos frescos. En estas unidades se utiliza el riego localizado por microjet (emisor de producción nacional). Para obtener cosechas de buena calidad es importante que los sistemas funcionen con una elevada uniformidad. El trabajo se desarrolló con el objetivo principal de determinar la uniformidad del riego a través del cálculo del coeficiente de uniformidad (Cu<sub>s</sub>) del sistema en condiciones de producción. El estudio se realizó en diferentes unidades productivas de la agricultura urbana en la ciudad de La Habana: dos organopónicos (0,5 ha), un organopónico semiprottegido (0,7 ha) y un huerto intensivo (0,25 ha). Los resultados demostraron que los emisores trabajan con buena uniformidad en las presiones (>70%), pero no a la planteada por el fabricante (1,5 bar). El Cu<sub>s</sub> del gasto, fue aceptable y bueno (entre 70% y 90%), salvo en un organopónico que se comportó de forma inaceptable (<70%). Los emisores trabajan con gastos fuera del valor recomendado por el fabricante (40,65 L·h<sup>-1</sup>). El Cu<sub>s</sub> general de los sistemas fue aceptable y bueno en el huerto intensivo y en el organopónico semiprottegido (entre 70% y 90%) respectivamente, e inaceptable en los dos organopónicos (<70%). Recomendamos que los sistemas de riego en estas unidades productivas funcionen a las presiones que se indican a la salida de los cabezales de riego en sus respectivos proyectos, con el filtro presente, limpio y solo un sector de riego (válvula) en funcionamiento.

**Palabras clave:** emisores, unidad de riego, lateral de riego, gasto del emisor, presión de trabajo.

**ABSTRACT.** In Cuba, there are 4 013 organoponics and 43 semiprotected/covered organoponic, which offer to the population 20 kg·m<sup>-2</sup>·year<sup>-1</sup> of vegetables and fresh condiments as average. In these units microjet is the irrigation system used (emitter of national production). In order to obtain crops of good quality it is important that the systems work with a high uniformity. The work was developed with the main objective of determining irrigation uniformity through the calculation of the uniformity coefficient of the system (Cu) under production conditions. The study was carried out in different urban agriculture productive units of Havana City: Two organoponics (0,5 ha), a semiprotected one (0,7ha) and an intensive orchard (0,25 ha). The results demonstrated that emitters work with good uniformity on the pressures (>70%), but not to the one outlined by the manufacturer (1,5 bar). The Cu<sub>s</sub> of the flow rate, was acceptable and good (between 70% and 90%), except for an organoponic that behaved in an unacceptable way (<70%). The emitters work with expenses without taking into account the value recommended by the manufacturer (40,65 L·h<sup>-1</sup>). The general Cu<sub>s</sub> of the systems was acceptable and good in the intensive orchard and in the semiprotected organoponic (between 70% and 90%) respectively, and unacceptable in the two organoponics (<70%). It is recommend that the irrigation systems in these productive units, work to pressures indicated in the exit of the irrigation head responding their respective projects, with the filter working clean and one valve in operation only.

**Keywords:** emitters, irrigation unit, irrigation lateral, expense of the emitter, working pressure.

Recibido 20/01/09, aprobado 22/07/09, trabajo 39/09, investigación.

<sup>1</sup> MSc., Inv. Agregado, Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), Ave Camilo Cienfuegos y Calle 27, Apdo. 6090, La Habana 6, Cuba, E-✉: rcun@iird.cu

<sup>2</sup> Inv., Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), La Habana, Cuba.

## INTRODUCCIÓN

Durante muchos años la producción de hortalizas para el consumo fresco en Cuba, se llevó a cabo bajo la dirección de las grandes empresas estatales, basada en los principios de la “Revolución Verde”. Con la caída del campo socialista y la pérdida del 85% de las exportaciones, comenzaron a escasear los alimentos y resultó indispensable desarrollar producciones que pudieran contribuir al mantenimiento de la salud del pueblo. A partir de 1994 comenzó a desarrollarse en gran escala la producción de hortalizas mediante un movimiento popular incorporando grandes masas de pueblo. Dentro de las formas de producción se encuentran los organopónicos, los huertos intensivos y organopónicos semiprottegidos, que en la actualidad ya alcanzan las 1 887 ha, 7 540 ha y 43 ha, respectivamente (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2009). Estas unidades cuentan en su gran mayoría con módulos de media hectárea de riego por microjet, con la salvedad de los huertos intensivos que cuentan con riego por aspersión en un alto porcentaje.

Una aplicación eficiente del agua, equivale a un manejo óptimo del riego, lo que permite la obtención de rendimientos elevados y una disminución en el consumo de este preciado líquido utilizado por la población.

La uniformidad del riego es una magnitud que caracteriza a todos estos sistemas y que además interviene en su diseño, tanto agronómico como hidráulico. En función de ella se definen los límites entre los que se permite que varíen los caudales de los emisores y es importante su evaluación en las instalaciones en funcionamiento (Ruiz, 1988). Un sistema de riego debe distribuir el agua uniformemente por toda la superficie regada de manera que todas las plantas reciban la misma cantidad y esta sea la adecuada para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos durante el intervalo entre riegos (Pizarro, 1987). En la práctica es muy difícil que un sistema opere con una uniformidad perfecta, una forma de evaluarla es mediante el coeficiente de uniformidad (Cu). Tomando en consideración los elementos antes expuestos, se desarrolla el presente trabajo con el objetivo principal de evaluar el comportamiento de la uniformidad del riego mediante la determinación del coeficien-

te de uniformidad del sistema (Cu) en tres organopónicos y un huerto intensivo que utilizan el emisor microjet 1 mm, 2 x 140° de fabricación nacional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en las siguientes unidades de producción:

- Caso de estudio 1. UBPC 1<sup>ro</sup> de julio, Municipio Cerro, Ciudad de La Habana. Cuenta con un huerto intensivo de 0,25 ha y se utiliza un sistema de riego con microjet.
- Caso de estudio 2. UBPC Camilo Cienfuegos, Municipio San Miguel, Ciudad de La Habana. Cuenta con un organopónico de 0,5 ha y con un módulo de riego por microjet para esa área.
- Caso de estudio 3. Módulo de Casa de Cultivo “Las Guásimas”, Empresa de Cultivos Varios, Municipio Arroyo Naranjo, organopónico semiprottegido de 0,7 ha y se riega mediante la técnica por microjet.
- Caso de estudio 4. UBPC Mártires de 10 de octubre, organopónico de 0,5 ha, Ciudad de La Habana, regado con un módulo con microjet para esa área.

Las piezas de todos estos módulos son de producción nacional en un gran porcentaje.

### Características del emisor utilizado:

Emisor Microjet, diámetro Ø1 mm, 2x140°;

Ecuación del emisor (ecuación 1):

$$q = 10,83 \cdot H^{0,4884} \quad (1)$$

Donde:

$q$ -gasto del emisor (L·h<sup>-1</sup>);

$H$ -presión de trabajo (m.c.a);

$C_v=0,016$ .

En la Tabla 1 se puede observar los diferentes parámetros de diseño de los dos tipos de módulos de riego para 0,5 ha y 0,7 ha.

**TABLA 1. Parámetros de diseño de los módulos de riego**

Datos de diseño	UM	Módulo para organopónico de 0,5 ha	Módulo para organopónico semiprottegido de 0,7 ha
Cultivos	-	hortalizas	hortalizas
Pluviometría	Mm·h <sup>-1</sup>	23,91	20,32
Lamina de riego	Mm·d <sup>-1</sup>	5	4
Intervalo de riego	día	1,16	1,17
Tiempo de aplicación	H·d <sup>-1</sup>	0,24	0,23
Tiempo de operación diario	h	8	8
Presión en el cabezal	bar	3,1	2,4
Gasto en el cabezal	L·s <sup>-1</sup>	1,56	1
Número de laterales por válvula	-	5-3	4
Número de válvulas por ciclo de riego	-	1	1

Fuente: IIRD (2005), IIRD (2003).

Los estudios se realizaron en condiciones de plena explotación, es decir, tal como se encontraba el sistema en funcionamiento. La uniformidad se evaluó mediante el coeficiente de uniformidad (Cu). En este caso se utilizó la metodología descrita por Merrian y Keller (1978):

- Dentro de la subunidad de riego se eligen 4 laterales, el del inicio, a 1/2 del primero, a 2/3 del primero y el último;
- Dentro del lateral se eligen 4 emisores (3 réplicas), el primero, el último y dos intermedios, escogidos con el mismo criterio anterior;
- Medir el agua y las presiones de los emisores seleccionados durante un intervalo de tiempo, en este caso se fijó 30 segundos;
- Convertir todas las lecturas de volumen a caudal (L/h).  
Coeficiente de uniformidad para el gasto (ecuación 2):

$$Cu = 100 \times \left( \frac{\bar{Q}_{25}}{\bar{Q}_n} \right) \tag{2}$$

$\bar{Q}_{25}$ -media de los valores del 25% más bajo del gasto registrado en el emisor;

$\bar{Q}_n$ -media del total de los valores de gasto.

Coeficiente de uniformidad para las presiones (ecuación 3):

$$Cu = 100 \times \left( \frac{\bar{H}_{25}}{\bar{H}_n} \right)^x \tag{3}$$

$\bar{H}_{25}$ -media de los valores del 25% más bajo de las presiones registradas en los emisores.

$\bar{H}_n$ -media del total de los valores de presión.

x-exponente de descarga del emisor (ecuación 4):

$$X = \frac{\log\left(\frac{q_1}{q_2}\right)}{\log\left(\frac{h_1}{h_2}\right)} \tag{4}$$

Coeficiente de uniformidad del sistema (ecuación 5):

$$Cu = Fc \times Cu_g \tag{5}$$

$Cu_g$ -coeficiente de uniformidad del gasto;

$Fc$ -factor de corrección (ecuación 6):

$$Fc = \left( \frac{\bar{H}_{25}}{\bar{H}_n} \right)^x \tag{6}$$

Para el cálculo del mismo se toman lecturas de presión en los puntos de inserción del primero y el último lateral que se encuentra en varios subsectores de riego.

Valores recomendados para caracterizar coeficiente de uniformidad (Cu):

90%-100%, excelente;

80%-90%, bueno;

70%-80%, aceptable;

<70%, inaceptable.

## RESULTADO Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los valores de  $Cu_h$  (%) de las presiones de trabajo de los emisores en las diferentes unidades de producción. Como podemos observar los valores más altos se obtuvieron en el huerto intensivo y en organopónico semiprotectado (97%) siendo estos valores excelentes, según la clasificación planteada por Merrian y Keller (1978).

**TABLA 2. Comportamiento del Cu de las presiones**

Caso de estudio	Unidad de producción	Presión en el cabezal. (bar)	Presión en el emisor (bar)	Cu (%)
1	UBPC 1º de Julio, huerto intensivo	2	0,9	97
2	UBPC Camilo Cienfuegos, organopónico de 0,5 ha.	1,5	0,7	91
3	Módulo de Casa de Cultivo “Las Guásimas” organopónico semiprotectado de ,7 ha.	3	2,8	97
4	UBPC Mártires de 10 de octubre, organopónico de 0,5 ha.	3	1,0	83

En las dos restantes unidades los valores de  $Cu_h$  se comportan entre bueno y excelente (83% y 91% respectivamente). Estos valores medios de presión obtenidos en el emisor son insuficientes, ya que en 3 de estas unidades no llegan a su valor de diseño (1,5 bar), y en el organopónico semiprotectado (2,8 bar), es superior. Esto se debe a que en el caso 2, el montaje de los emisores no se realizó respetando la separación establecida entre ellos (1,0 m), colocándose a menor distancia (0,80 m), por lo que puede existir mayor pérdida de presión. En los casos 1 y 2, los valores de presión a la salida del cabezal son inferiores de los planteados por el diseño (3,1 bar). En el caso 3 la pre-

sión está por encima de la que plantea el proyecto (2,45 bar). Valores bajos de presión (0,7 bar), fueron encontrados también por Jiménez (2008), en el microjet colocado sobre laterales de 16 mm de diámetro, debido a tupidaciones en los mismos y un largo excesivo de los laterales.

La Tabla 3 muestra los valores de  $Cu_q$  (%) de los gastos de los emisores en las diferentes unidades de producción. Como podemos observar los valores más altos de  $Cu_q$  se obtuvieron en el huerto intensivo y en organopónico semiprotectado 82% y 83% respectivamente, siendo estos valores buenos, según la clasificación planteada por Merrian y Keller (1978). En las dos

restantes unidades los valores de  $Cu_q$  son aceptable (71,43%) e inaceptable (60%). Estos valores medios de gasto obtenidos en los emisores son insuficientes, ya que en tres de estas unidades no llegan a su valor de diseño ( $40,65 L \cdot h^{-1}$ ), y en el organopónico semiprotegido ( $47,3 L \cdot h^{-1}$ ), es superior por la sobre presión que existe a la salida del cabezal. Los caudales bajos se deben a que existen emisores tupidos al no presentar filtro el cabezal de riego (caso 4). En los casos 2 y 3 no se le dio el

mantenimiento al filtro del cabezal (limpieza), para que trabajara correctamente. Otro aspecto importante es que se riega con más de una válvula al mismo tiempo lo cual influye en el gasto de los emisores. En el caso de estudio 2 se trabajó con muchos emisores tupidos. Similares resultados fueron obtenidos por Ajete (2007) y Labrada (2008) al evaluar los microjet en condiciones de campo, el  $Cu_q$  obtenido fue bajo (68,75%) debido a tupiciones existentes.

**TABLA 3. Comportamiento del Cu del gasto**

Caso de estudio	Unidad de producción	Presión en el cabezal. (bar)	Caudal medio ( $L \cdot h^{-1}$ )	Cu (%)
1	UBPC 1 <sup>o</sup> de julio, huerto intensivo	2	36,9	82
2	UBPC Camilo Cienfuegos, organopónico de 0,5 ha.	1.5	0,2	71,43
3	Módulo de Casa de Cultivo "Las Guásimas" organopónico semiprotegido de 0,7 ha.	3	47,3	83
4	UBPC Mártires de 10 de octubre, organopónico de 0,5 ha.	3	30,5	60

La Tabla 4 muestra los valores de  $Cu_s$  (%) del sistema en general en las diferentes unidades de producción. Como podemos observar el valor más alto de  $Cu_s$  se obtuvo en el organopónico semiprotegido (80,51%), calificado de bueno, según la clasificación planteada por Merriam y Keller (1978), siendo aceptable el  $Cu_s$  obtenido en el huerto intensivo (79,59%) e inaceptable en las dos restantes unidades (caso 2: 68,57% y caso 4: 51,6%). Estos valores insuficientes de  $Cu_s$  se deben a los problemas encontrados en la explotación de estos sistemas, al no ser uniformes los valores del gasto la uniformidad al final no es aceptable lo cual provoca zonas donde la lámina aplicada está muy por debajo o muy por encima de la media creando diferencias espaciales en la disponibilidad de agua para el cultivo. Valores bajos de  $Cu_s$  (45%) fueron determinados por Rodrigo (1991), en el microjet aéreo debido a la presencia de extensores caídos y emisores tupidos en el campo.

**TABLA 4. Comportamiento del Cu del sistema**

Caso de estudio	Unidad de producción	Presión en el cabezal. (bar)	Presión en el emisor (bar)	Caudal medio ( $L \cdot h^{-1}$ )	Fc	Cu (%)
1	UBPC 1 <sup>o</sup> de julio, huerto intensivo	2	0,9	36,9	0,97	79,54
2	UBPC Camilo Cienfuegos, organopónico de 0,5 ha.	1.5	0,7	0,2	0,96	68,57
3	Módulo de Casa de Cultivo "Las Guásimas" Organopónico semiprotegido de 0,7 ha.	3	2,8	47,3	0,97	80,51
4	UBPC Mártires de 10 de octubre, organopónico de 0,5 ha.	3	1,0	30,5	0,86	51,6

Fc: Factor de corrección.

## CONCLUSIONES

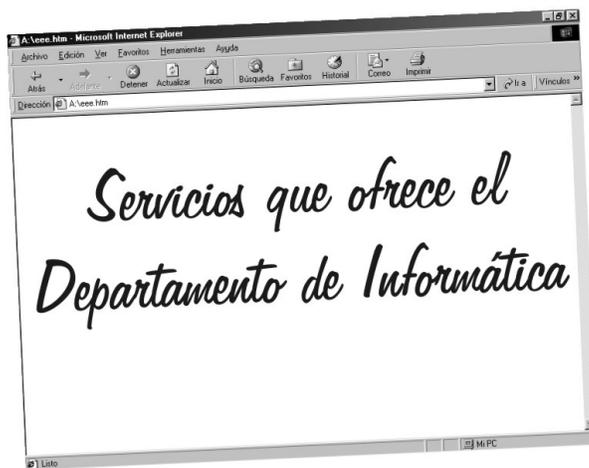
- Los valores de coeficientes de uniformidad de las presiones en los emisores alcanzan el rango de aceptable a excelente en las unidades estudiadas, pero los emisores no funcionan correctamente a la carga recomendada por el fabricante ya que se encuentran muy por debajo o por encima de 1,5 bar.
- Los valores de coeficientes de uniformidad de los caudales en los emisores alcanzan el rango de aceptable y bueno en tres unidades (casos 1-2 y 3), salvo en el caso 4, que es inaceptable ya que se encuentra por debajo del 70%, pero estos valores

- de gasto no están acorde con los planteados por el fabricante ya que se encuentran muy por debajo y por encima de  $40,65 L \cdot h^{-1}$ , por lo tanto no están funcionando correctamente.
- Los valores de coeficiente de uniformidad de los sistemas se mantienen aceptables y buenos en los casos 1 y 3 respectivamente, pero en los casos 2 y 4, el coeficiente de uniformidad es inaceptable ya que se encuentra por debajo del 70%. De manera general, los emisores se encuentran trabajando fuera de los parámetros de gasto y presión recomendados por el fabricante debido a problemas existentes en el montaje y explotación de los sistemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJETE, M.; C. BONET: Criterios sobre la uniformidad del riego en casas de cultivos protegidos y sistemas semiprotegidos de las provincias centrales, En: **Memorias de Cubariego 2007**, Ciudad de La Habana, 2007.
- LABRADA, C.: *Diagnóstico de la calidad en el manejo de los sistemas de riego para la gestión eficiente de una cooperativa en condiciones de agricultura urbana*, 72pp., **Tesis (en opción al título de Master en Gestión y Desarrollo de Cooperativas)**, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, 2008.
- GRUPO NACIONAL DE AGRICULTURA URBANA: *Informe de las áreas en producción*, 2pp., Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2007.
- IIRD: *Proyecto de riego localizado para cultivos protegidos y semiprotegidos en "Las Guásimas"*, 7pp., Ciudad de La Habana, Cuba, 2005.
- IIRD.: *Modulo de riego localizado para organopónico de 0,5 ha*, 8pp., Ciudad de La Habana, Cuba, 2003.
- JIMÉNEZ, E.: *Modificación de la técnica de riego localizado por microjet en un área de la UBPC "Organopónico Vivero de Alamar" y su repercusión en los resultados económicos*, 86pp., **Tesis (en opción al título de Master en Gestión y Desarrollo de Cooperativas)**, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba, 2008.
- MERRIAN, J.; J. KELLER: *Farm irrigation system evaluation. A guide for management*, Dept. Agric. Irrig, Utah St. Univ. Logan, USA, 1978.
- PIZARRO, F.: *Riego localizado de alta frecuencia (RLAF): gotero, microaspersión, exudación*, 300pp., Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 1987.
- RODRIGO, P.: *Proyecto TCP/CUB/005. Riego localizado automatizado para el cultivo del plátano*. Primer Informe, FAO, 30pp, Cuba, 1991.
- RUIZ, J.: *Explotación de los sistemas de riego localizado*, Curso para explotadores, 50pp., Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), Ministerio de la Agricultura (MINAG), Melena del Sur, La Habana, Cuba, 1988.

# Universidad Agraria de La Habana



## Diseño y montaje de Proyectos de Redes

## Diseño y montaje de Proyectos de Informática Educativa

*Cursos*

Diseño de Páginas WEB

Programación bajo ambiente WEB

Programación bajo ambiente Windows

Sistema de información geográfica

Diseño de multimedia

Teleclases

*Para mayor información:* E-mail: [dmedina@isch.edu.cu](mailto:dmedina@isch.edu.cu)