

# Evaluación de los parámetros de manejo de los sistemas de microirrigación mediante el criterio de Merriam y Keller

## *Management parameters evaluation of microirrigation systems by means of Merriam and Keller's criterion*

M.Sc. Dayma Carmenates Hernández<sup>I</sup>, Dr.C. Albi Mujica Cervantes<sup>II</sup>, M.Sc. Daniubis Luis Pelier<sup>I</sup>,  
Dr.C. Pedro Paneque Rondón<sup>III</sup>

<sup>I</sup> Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ingeniería, Centro de Estudios Hidrotécnicos, Ciego de Ávila, Cuba.

<sup>III</sup> Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en los aspectos relacionados con el manejo y la operación los sistemas de Microirrigación. Han sido aplicados los procedimientos desarrollados por Merriam y Keller (2002). Este procedimiento de Merriam y Keller consiste en seleccionar unidades de riego representativas del conjunto de un sistema, evaluando la uniformidad de distribución del agua del mismo y otros parámetros del manejo. Para la elaboración de los datos experimentales obtenidos con la implantación de estos procedimientos ha sido desarrollada una herramienta computacional mediante una hoja de cálculo Excel 2007 que posibilita con rapidez y con un amplio margen de seguridad obtener los resultados fundamentales de estos cálculos. El objetivo del trabajo es evaluar los parámetros de manejo de los sistemas de microirrigación mediante el criterio de Merriam y Keller.

**Palabras clave:** riego, agua, eficiencia de aplicación, laterales.

**ABSTRACT.** This paper presents the results obtained from the aspects related to management and operation of Microirrigation systems. The procedures developed by Merriam and Keller (2002) have been applied. This procedure consists of selecting irrigation units representing all irrigation systems, evaluating the uniformity of water distribution and other management parameters. For the preparation of the experimental data obtained with the implementation of these procedures, a computational tool using an Excel 2007 spreadsheet has been developed. This tool enables to obtain the fundamental results of these calculations quickly and with a large margin of safety. The objective of this study is to evaluate the management parameters of microirrigation systems by Merriam and Keller's criterion.

**Keywords:** irrigation, water, application efficiency, side.

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de un sistema de riego permite obtener la uniformidad de aplicación del agua a través del sistema de riego. Dicha medida de la uniformidad puede ser relacionada con diversos parámetros de comportamiento (eficiencia de aplicación, coeficiente de déficit, etc.) a través de una función de distribución Heermann (1990). Tal relación permite obtener diagramas de manejo para el sistema de riego en cuestión.

Los diagramas de manejo son de gran utilidad debido a que permiten extrapolar los parámetros de comportamiento a otros valores diferentes de lámina aplicada, determinando de

esta forma la lámina más adecuada a aplicar ASAE (1995). El objetivo es evaluar los parámetros de manejo de los sistemas de microirrigación mediante el criterio *Merriam y Keller*.

## MÉTODOS

El procedimiento utilizado fue el de Merriam y Keller que consistió en seleccionar unidades de riego representativo del conjunto del sistema. En cada unidad se seleccionan 4 laterales: el primero, el último y los situados a un tercio y dos tercios del punto de alimentación. En dichos laterales se eligen 4 plantas,

con el mismo criterio que el descrito para la selección de los laterales, de forma que se evalúen un total de 16 plantas Merriam y Keller (1978) y Wu (1989).

Se puso en funcionamiento la instalación según las condiciones normales de manejo y se recogió y se midió durante un tiempo determinado el volumen de agua de uno de los emisores que suministraban agua a cada una de las 16 plantas. Se midieron las presiones en los 16 puntos anteriormente señalados. Howel (1997) y Bralts. *et al.* (1981). Finalmente se midió la presión mínima de las unidades del sector de riego seleccionado, teniendo en cuenta que para las distribuidora a nivel o en contra de pendiente, el lateral con presión mínima estará situado al final de la distribuidora, mientras que en las colocadas a favor de la pendiente, éste se encuentra por lo general a un quinto del final de la distribuidora. ASAE (1998). Con los datos obtenidos en campo se calculó la uniformidad de emisión de la unidad

aplicando la ecuación:

$$UE = \left(1 - \frac{1.27 * CV_m}{\sqrt{e}}\right) * \left(\frac{q_{Lq}}{q}\right) * 100$$

Dependiendo del valor de la uniformidad de emisión obtenido, la calificación del sistema será la mostrada en la Tabla 1

**TABLA 1. Clasificación de la instalación. Método de Merriam y Keller**

Valor de la Uniformidad de Emisión	Clasificación.
Mayor de 90%	Excelente
De 80 a 90%	Muy buena
De 70 a 80%	Regular
Menor de 70%	Pobre

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la obtención del volumen aplicado se evaluaron 16 plantas. Durante la evaluación se midió el volumen de agua en uno de los emisores que abastecen a una planta, es decir, uno de los 8 emisores que hay en un aro, por un tiempo de 3 min, como puede observares en la Tabla 2.

**TABLA 2. Volúmenes obtenidos en los emisores de cada planta, en mL**

	Lateral Primero	Lateral a 1/3	Lateral a 2/3	Lateral Último
Planta Primera	370	475	590	765
Planta a 1/3	850	780	700	650
Planta a 2/3	710	790	470	392
Planta Última	680	490	510	315

A partir de los datos obtenidos se obtuvo el volumen medio aplicado  $\bar{V}$ :

$$\bar{V} = \frac{(370 + 475 + 590 + \dots + 490 + 510 + 315)}{16} = 596.062ml$$

El volumen medio del cuarto menor se obtuvo calculando la media del cuarto de los valores que presentan menor volumen de agua:

$$q_{qt} = \frac{\bar{V}_{qt}}{t}$$

$$\bar{V}_{qt} = \frac{315 + 370 + 392 + 470}{4} = 386.75ml$$

La uniformidad de distribución del cuarto menor se obtuvo a partir de la ecuación mostrada a continuación, los resultados obtenidos alcanzan el valor de 64,88%.

$$UD_{qt} = \frac{\bar{V}_{qt}}{\bar{V}} * 100$$

$$UD_{qt} = \frac{386.75}{596.062} * 100 = 64.88\%$$

El método de Merriam y Keller como es conocido propone

el cálculo de la uniformidad de emisión como parámetro para determinar la uniformidad del sistema.

Por lo que el caudal medio aplicado se obtiene a partir del volumen medio y del tiempo de realización de la prueba:

$$\bar{q} = \frac{596.062}{3} = \frac{198.68ml}{min} = 11.921 L/h$$

$$\bar{q} = \frac{\bar{V}}{t}$$

El caudal medio del cuarto menor se obtuvo a partir del volumen medio del cuarto menor obtenido y del tiempo de realización de la prueba:

$$\bar{q}_{qt} = \frac{\bar{V}_{qt}}{t}$$

$$\bar{q}_{qt} = \frac{386.75}{3} = 128.91ml/min = 7.735L/h$$

Como sabemos que el coeficiente de variación de fabricación de los emisores tiene un valor de 0,03, la uniformidad de emisión se calculó a partir de la siguiente ecuación.

$$UE = \left(1 - \frac{1.27 * CV_m}{\sqrt{e}}\right) * \left(\frac{q_{Lq}}{\bar{q}}\right) * 100$$

Según con los resultados de la Tabla 1 la calificación de la instalación de acuerdo con su uniformidad de emisión debe catalogarse como pobre. Los datos obtenidos pueden ser ajustados a una función de distribución normal (Figura 1). Por lo que a partir de este ajuste se obtuvo la relación entre la lámina aplicada y la fracción de suelo que es suficientemente regada.

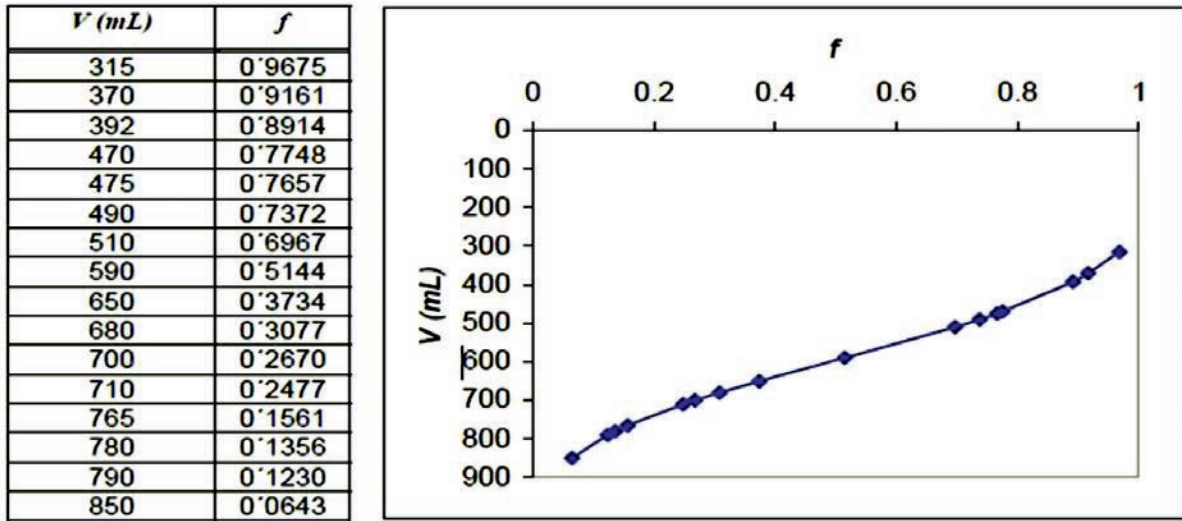


FIGURA 1. Ajuste de la función de distribución normal a los datos de campo.

A partir de las siguientes ecuaciones:

$$C_a = 1 - AE \cdot \frac{\bar{H}}{\bar{H} + x \cdot \sigma} = 1 - AE \cdot \frac{\bar{H}}{H_r}$$

$$AE = 1 + x \cdot f \cdot \left( \frac{DU - 1}{r27} \right) - \left( \frac{DU - 1}{r27} \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Se obtuvo el diagrama de manejo para los datos obtenidos en la evaluación que se muestran en la Figura 2.

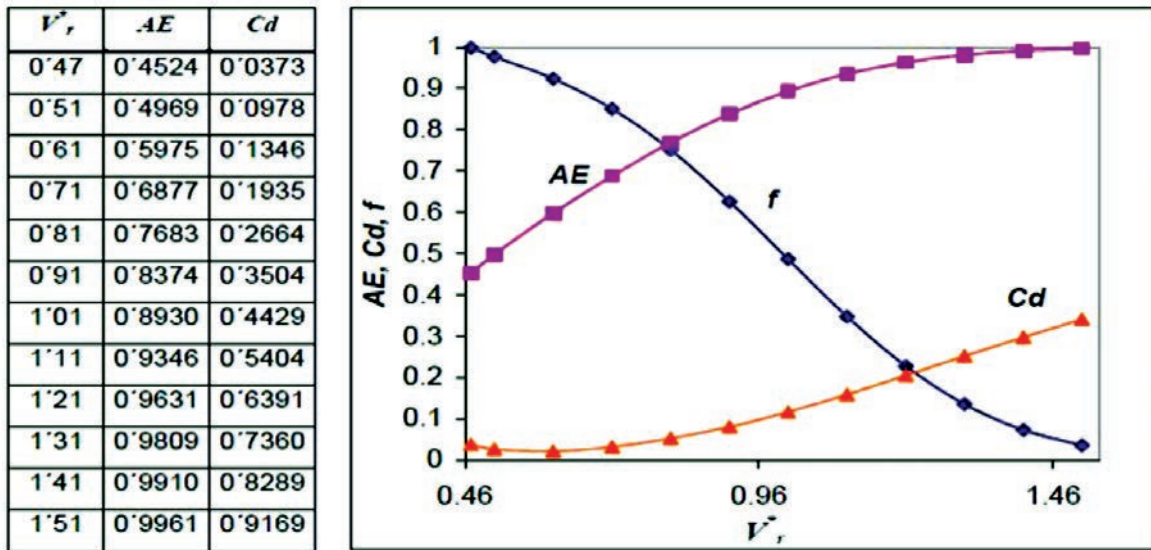


FIGURA.2. Diagramas de manejo del riego para la función de distribución normal.

**CONCLUSIONES**

- Los resultados obtenidos de los parámetros de manejo para la evaluación de los sistemas de microirrigación desarrollado

por Merriam y Keller constituyen poderosas herramientas que posibilitan optimizar el manejo y la operación de estos sistemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS: *Field Evaluation of Microirrigation Systems*. ASAE Standard EP458 DEC98. Microirrigation Committee, USA, 1998.
2. AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS: *Media Filters for Irrigation-Testing and Performance Reporting*, ASAE Standard S539 OCT95. Microirrigation Committee, USA, 1995.
3. HOWELL, T. A. & E. EISENHAUER: "Irrigation Performance Measures: Efficiency and Uniformity". *J. Irrig. Drain. Div., Am. Soc. Civ. Eng.*, 123(6):423- 1997.
4. BRALTS, V. F., I. WU & M. GITLIN: "Manufacturing Variation in Drip Irrigation Uniformity". *Transactions of the ASAE*, 24(1):113-119, 1981a.
5. BRALTS, V. F., I. WU & M. GITLIN: "Drip Irrigation Uniformity Considering Emitter Plugging", *Transactions of the ASAE*, 24(5):1234-1240, 1981b.
7. HEERMANN, D. F., W. WALLENDER, & G. BOS: *Irrigation Efficiency and Uniformity*, pp. 125-149, ASCE, St Joseph Mich., USA, 1990.
8. KARMELI, D & J. KELLER: *Trickle Irrigation Design*, 132pp., Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, CA, USA, 1974.
9. MERRIAM, J. L. & J. KELLER: *Farm Irrigation System Evaluation: A Guide For Management*, USA, 1978.
10. PITTS, D., K. PETERSON, G. GILBERT & R. FASTENAU: "Field Assessment of Irrigation System Performance". *Applied Engineering in Agriculture*, 12(3):307-313, 1996.
11. WU, I. P., M. IRUDAYARAJ: "Sample Size Determination for Evaluating Drip Irrigation Systems", *Transaction of the ASAE*. 32(6):1961-1965, 1989.

**Recibido:** 2 de septiembre de 2012.

**Aprobado:** 5 de septiembre de 2013.

Dayma Carmenates Hernández, Ing., Profesora Universidad de Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento Ciencias Biológicas, Ciego de Ávila, Cuba, Correo electrónico: [daymas@agronomia.unica.cu](mailto:daymas@agronomia.unica.cu)



**GIAF**