



IV CONGRESO NACIONAL DE RIEGO Y DRENAJE COMEII 2018

Aguascalientes, Ags., del 15 al 18 de octubre de 2018

DESVIACIÓN DEL COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE EMISORES OBTURADOS Y TENDENCIAS DE LA FUNCIÓN $q = f(h)$

Dayma Carmenates Hernández^{1*}; Maiquel López Silva¹; Albi Mujica Cervantes¹; Oscar Brown Manrique¹

¹Centro de Estudios Hidrotécnicos, Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad de Ciego de Ávila
"Máximo Gómez Báez" - Carretera a Morón km 9 ½ Ciego de Ávila Cuba.

daymasadami@yahoo.com. - (053) 58161611 (*Autor de correspondencia)

Resumen

El trabajo se realizó en la Empresa de Cítricos de Ciego de Ávila con el objetivo de determinar la desviación del coeficiente de variación (CV) de emisores obturados y tendencias de la función $q = f(h)$. Se determinó la desviación del coeficiente de variación (CV) de diferentes tipos de emisores obturados y tendencias de la función $q = f(h)$ en los emisores NETAFIN I, NETAFIN II, LEGO, KATIF, SUPERTIF y TUFFTIF. Se le realizó una evaluación consistente en la determinación de la desviación del coeficiente de variación en condiciones de obturación. La metodología consistió en incrementar las presiones de trabajo hasta 20 mca y evaluar el caudal de los mismos, calculando seguidamente el coeficiente de variación de cada modelo de emisor. Con la información obtenida en cada prueba se determinó el volumen medio (V_m). se pudo comprobar que Los emisores obturados influyen positivamente sobre las variaciones de caudal con diferentes niveles de obturación.

Palabras claves: volumen medio, caudal, presiones de trabajo.



Introducción

El emisor es un dispositivo disipador de energía que permite la salida del agua desde el interior de la red hidráulica al punto de aplicación en el cultivo en una forma controlada. Para disipar la energía, los emisores usan una combinación de trayectorias largas en un conducto hidráulico, orificios y vórtices inducidos por la geometría Boswel (2006a).

Hernández (1987) señala que la variabilidad de fabricación depende del diseño del emisor, de los materiales utilizados y del cuidado y tolerancias utilizados durante el proceso de fabricación.

Juana *et al.*, (2002) refiere que la temperatura afecta el caudal de los emisores en dos sentidos, en primer lugar, el diseño del gotero puede ser tal que trabaje en régimen laminar y que, por tanto, dependa de la viscosidad del líquido y como este varía con la temperatura el caudal se verá afectado. Además, este autor señala que, puede dañar el material del que está fabricado el gotero, produciendo variaciones en el tamaño del orificio de salida y en el caudal.

Vermeiren y Jobling (1986) señalan que la incidencia anterior es mayor en el caso de los goteros que utilizan elastómeros flexibles en su fabricación, como ocurre con los autocompensantes. Precizando además, que la sensibilidad de un gotero a los cambios de temperatura se mide por medio del índice de descarga "d" asignándosele un valor de 100 a los que se consideran normal, para una temperatura de 20°C, por lo que índices por encima de 100 indica: aumento de caudal y por debajo de 100, descenso del mismo. No obstante los emisores desmontables compuestos de dos o más piezas y que pueden separarse para proceder a la limpieza manual tienen un CVF más alto que los anteriores. Señalando además estos autores que la influencia del coeficiente de variación de fabricación (CVF) en la variación del caudal en la subunidad de riego suele ser más importante que la variación de presiones debido a la pérdida de carga en las tuberías (Howell y Eisenhaur, 1974 y Paul, 2012).

Solomón (1999) señala que no solamente resulta importante determinar el coeficiente de variación de fabricación (CVF) de los emisores nuevos (recién fabricados) sino también, de los emisores usados en determinadas condiciones o también su variación con el tiempo.

Señala este autor que el emisor se verá afectado por las obturaciones parciales o totales y/o envejecimiento de los materiales de que estén fabricados.

Carmenates *et al.*, (2011a) plantea que los emisores obturados influyen positivamente sobre las variaciones de caudal con diferentes niveles de obturación, la misma autora determinó la desviación del coeficiente de variación de diferentes tipos de emisores obturados y tendencias de la función $q = f(h)$. Además comprobó que para un valor de $x=0$ se tiene la condición ideal en la que $q=k$.

La ecuación que describe el comportamiento hidráulico de un emisor está dado por la ecuación $q = K h^x$. Donde x es un índice de sensibilidad del emisor a las



variaciones de presión. Para un valor de $x=0$ se tiene la condición ideal en la que $q=K$. Un orificio ideal tiene un exponente $x=0.5$, un emisor de trayectoria larga en régimen laminar tiene un exponente $x=1$. Puede observarse que para la variación de caudal, la variación de presión que la produce es mayor a medida que el exponente es menor, debido a esto, mientras más pequeño sea el exponente de caudal del emisor, mayor será la variación de presión admisible para producir una variación en el caudal especificada Boswel (2006b).

Cuando se obtiene una variación de caudal aceptable, emisores con exponentes de caudal pequeños permiten el uso de diámetros de tuberías menores, o longitudes de laterales mayores cuando se comparan con emisores los exponentes más grandes. Esto tiene un impacto directo en el costo del sistema. Por lo que el objetivo de este trabajo es determinar la desviación del coeficiente de variación (CV) de emisores obturados y tendencias de la función $q=f(h)$.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló en áreas de producción pertenecientes a la Empresa Cítrico-Ciego de Ávila. El estudio se realizó específicamente en los sistemas de microirrigación, abastecidos por las estaciones de bombeo 18 y 22, donde se encuentran construidos en sus respectivas áreas sistemas de este tipo, beneficiando plantaciones de naranjo Valencia *Citrus sinensis* (L), Osbeck. Se determinó la desviación del coeficiente de variación (CV) de diferentes tipos de emisores obturados y tendencias de la función $q=f(h)$.

Se le realizó una evaluación consistente en la determinación de la desviación del coeficiente de variación en condiciones de obturación. La metodología consistió en incrementar las presiones de trabajo hasta 20 mca y evaluar el caudal de los mismos, calculando seguidamente el coeficiente de variación de cada modelo de emisor. Con la información obtenida en cada prueba se determinó el volumen medio (V_m) con la siguiente ecuación:

$$V_M = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} \quad (1)$$

$$q_m = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n} \quad (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - q_m)^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$CV = \frac{S}{q_M} \quad (4)$$



Donde: V_m : volumen medio (l), n : Número de observaciones, V_i : volumen observado (l), q_m : caudal media (l/h), q_i : caudal observado (l/h), S : desviación estándar, CV : coeficiente de variación de fabricación (decimal)

Resultados y Discusión

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor NETAFIN I.

El emisor NETAFIN I posee un caudal nominal (q_n) de 8 l/h y sus fabricantes recomiendan una presión de trabajo (h_n) de 10 mca. En la figura 1 se presentan los resultados de la evaluación de una muestra de estos emisores obturados. Como se observa en la citada figura a la presión nominal de 10 mca el emisor suministraba solamente un caudal de unos 6.9 l/h de los 8 l/h que debía aplicar y el coeficiente de variación alcanzaba un valor de 3.5 % que puede clasificarse como bueno según el criterio de Solomón (2001). El incremento de la presión tuvo comportamiento lineal proporcionando un caudal de 8.9 l/h a 20 mca y un coeficiente de variación de un 5% catalogado como mediano Ruskin (2002). El incremento experimentado por el caudal al aumentar, se explica desde el punto de vista del coeficiente de variación. La calidad de este emisor disminuyó por el hecho de experimentar el emisor pequeñas limpiezas con el aumento de la presión Pizarro (1992).

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor NETAFIN II.

El emisor NETAFIN II según el fabricante tiene un caudal nominal (q_n) de 4 l/h con una presión de trabajo de 10 mca. En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de este emisor como consecuencia de la obturación, el caudal se redujo a unos 3.2 l/h a la presión de 10 mca con un coeficiente de variación de 5.8 % lo que se caracteriza según criterios de Solomón (2001), de categoría media. Puede además observarse que la curva de coeficiente de variación en la función del caudal y la carga en el intervalo de presión de 10 a 14 mca se disparó alcanzando valores del coeficiente de variación del 23.5% con un caudal de 5 l/h, descendiendo bruscamente a los 14 mca a un coeficiente de variación de 3.5% y a un caudal de 2 l/h, es decir, con un alto nivel de obturación coincidiendo con los resultados obtenidos por Uribe (2002). Luego comenzó a ascender a partir de los 14 mca disparándose una vez más a la presión de 18 mca alcanzando valores del coeficiente de variación de 32%, que según criterios citados por Salomón (2001), emisores de estas características son inaceptables, con un caudal de 6.3 l/h. La curva caudal en función de la carga experimentó a partir de los 10 mca un incremento casi lineal hasta los 18 mca, alcanzando valores de 6.3 l/h, con un caudal de 5 l/h.

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor LEGO.

Este emisor tiene un caudal nominal de 4 l/h a una presión de 10 mca según datos del fabricante. En la figura 3 se muestran los resultados de la evaluación de este emisor en condiciones de obturación. Puede observarse que tanto la curva de caudal como la del coeficiente de variación han tenido un incremento ascendente al aumentar la presión, sin embargo, a la presión nominal de 10 mca el caudal era exactamente de 4 l/h y el coeficiente de variación alcanzó un valor del 5%,



categorizándose este último valor medio, por lo que señalamos que en estas condiciones los niveles de obturación de este emisor son mínimos (Salomón 2001). Al aumentar la presión a partir de los 10 mca se incrementó el caudal y el coeficiente de variación, alcanzando valores a los 20 mca de 6.5 l/h el caudal y de 9% el coeficiente de variación, lo anterior sitúa este emisor en condiciones insatisfactorias en relación con el caudal y el coeficiente de variación. Este resultado coincide con los obtenidos por Mujica (2005)

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor KATIF.

Este emisor según los datos del fabricante posee un caudal nominal de 8 l/h a una presión de 10 mca. En la figura 4 se muestran los resultados de su evolución en condiciones de obturación. Puede observarse en la figura que a 10 mca el caudal del emisor era de 8.3 l/h y el coeficiente de variación alcanzó valores de 9.4%, lo que lo caracteriza según el criterio de Salomón (2001), como un emisor de categoría media. A partir de las 10 mca se disparó bruscamente el coeficiente de variación alcanzando valores de 21.6% que lo sitúa según los criterios de Salomón (2001), como un emisor con características inaceptables. La curva de caudal en función de la carga ha tenido un comportamiento errático, aumentando bruscamente el intervalo de 10 – 16 mca y disminuyendo de 16 – 20 mca coincidiendo con (Mujica *et al*., 2004).

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor SUPERTIF.

Según datos del fabricante su caudal nominal es de 8 l/h a una presión de 10 mca. En la figura 5 se representa la evaluación de este emisor en condiciones de obturación, de estos resultados se infiere que a las 10 mca el caudal entregado por el emisor exactamente es de 8 l/h, sin embargo, el coeficiente de variación era de 9.8%, lo que caracteriza a este emisor de calidad media (Salomón 2001), no obstante la curva de caudales ha experimentado un aumento casi lineal alcanzando valores de 9.5 l/h a 20 mca. Por otro lado la curva del coeficiente de variación se disparó alcanzando a partir de los 14 mca valores mayores a 33.8% que lo sitúa según el criterio citado por Salomón (2001), como un emisor de categoría inaceptable.

Desviación del coeficiente de variación (CV) del emisor TUFFTIF.

Este emisor según su fabricante posee un caudal de 8 l/h a una presión de 10 mca.

En la figura 6 se muestran los resultados de su evaluación en condiciones de obturación. La curva del caudal en función de la presión indica que a 10 mca entregaba un caudal de 8.8 l/h coincidiendo con Martínez (1996) y la curva del coeficiente de variación ha esa misma presión indicaba un valor de 19.4%, lo cual lo situaba según criterio de Salomón (2001), de categoría inaceptable. A partir de las 10 mca se observa en el gráfico la tendencia de incremento tanto del caudal como el coeficiente de variación, los valores extremos obtenidos fueron a 18mca y 10 l/h de caudal estabilizado y a 20 mca el coeficiente de variación alcanzó el 28.4%. Estos datos indican que la categoría de este emisor es inaceptable lo que coincide con (Nakayama y Bucks, 1991).

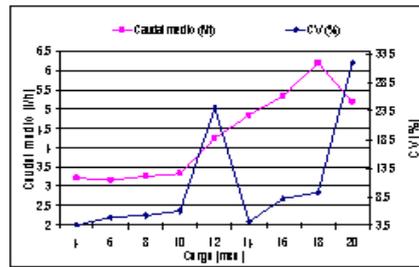
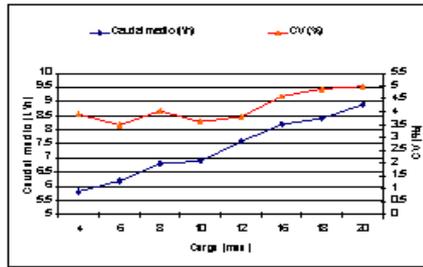


Figura 1 y 2. Desviación del coeficiente de variación del emisor NETAFIN I y II.

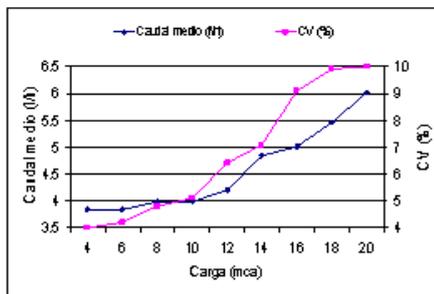


Figura 3. Desviación del coeficiente de variación del emisor LEGO.

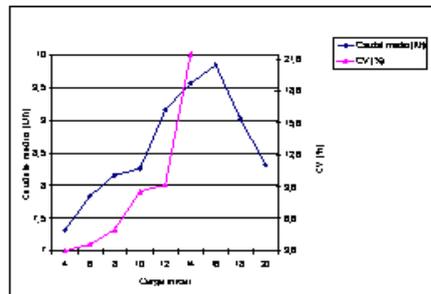


Figura 4. Desviación del coeficiente de variación del emisor KATIF.

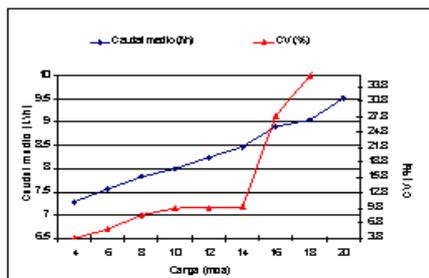


Figura 5. Desviación del coeficiente de variación del emisor SUPERTIF.

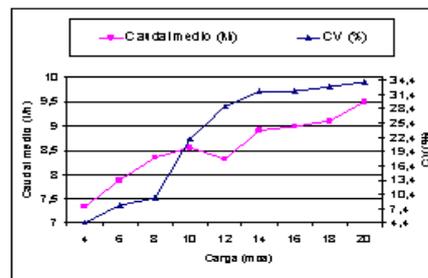


Figura 6. Desviación del coeficiente de variación del emisor TUFFTIF.

Conclusión

Los emisores obturados influyen positivamente sobre las variaciones de caudal con diferentes niveles de obturación, determinándose la desviación del coeficiente de variación (CV) de diferentes tipos de emisores obturados y tendencias de la función $q = f(h)$. Comprobándose que para un valor de $x=0$ se tiene la condición ideal en la que $q = K$.



Referencias Bibliográficas

- BOSWEL, M.J. (2006a) Manual de microirrigación, Edagricole, Bologna.Italia.
- BOSWEL, M.J. (2006b) Microirrigation design manual James Hardy Irrigation, Inc., El Caton Calif. U.S.D.
- CARMENATES, H.D; MUJICA, C.A; PANEQUE, R.P. (2011). Desviación del coeficiente de variación de diferentes tipos de emisores obturados y las tendencias de la ecuación que describe el comportamiento hidráulico de um emisor.Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol.20, No. ESP. pp 6-9.
- HERNÁNDEZ, J.M. (1987): El riego localizado. Componentes de la instalación. Instituto de Hidroeconomía. Gobierno de Canarias. Consejería de Agricultura y Pesca. Centro Nacional de Investigación Agraria de Canarias. 146 pp. España.
- HOWELL, T.A; EISENHAUR, D.E. (1974): "Irrigation performance measures efficiency and uniformity. Journal Irrigation and Drainage". Division, American Society of Civil Engineers; 123: 423-442p.
- JUANA, L.L; RODRÍGUEZ, S y LOSADA, A. (2002): "Determining minor head losses in drip irrigation laterals." I: Methodology. J. of Irrig. And Drain. Eng. (ASCE) 128(6): 376-384.
- MARTÍNEZ VICENTE JUAN FRANCISCO. (1996). Agrícola Vergel. Fruticultura, Horticultura, Floricultura Riego por Goteo. Mantenimiento de la Instalación.
- MARTÍNEZ, E. R. (1996). "Riego Localizado". Diseño y evaluación. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- MUJICA, A, C. (2005) "Diseño hidráulico de 5 variantes de sistemas de microirrigación para el cultivo de los cítrico. Trabajo presentado en II congreso Internacional Cuba – Riego 2005. Habana.
- MUJICA, A. *et al.*, (2004).Obturaciones en los Sistemas de Microirrigación. Revista Ingeniería del Agua. Vol.18. Nº 42, pag 32-36.
- NAKAYAMA, F.S., and D.A. BUCKS. (1991). Water quality inof filters and emitters with secondary effluent. Microirrigation.
- PAUL, D.J. (2012): Comportamento hidráulico de gotejadores pressurizados por carneiro hidráulico. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Formas Alternativas de Energia, para obtenção do título de especialização.



- PIZARROC. (1992). Riego Localizado de alta frecuencia (RLAF) goteo, Micraspersión, Exudación. Ed. Mordi-Prensa, Madrid, España. 461 p.
- RUSKIN R (2002) El riego por goteo subterráneo (en línea). Consultado 10 de noviembre del 2005. Disponible en HYPERLINK.
<http://www.geoflow.com/agriculture/yields.htm>.
- SOLOMON K, (2001). Klieg system desing considerations. RAIN – BIRD Seminars.
- SOLOMÓN, K. (1999): "Irrigation Sagacity: a Measure of Prudent Water Use". Irrig. Sci. 18(3):135-140.
- URIBE.H, (2002). Riego Localizado o microirrigación. (en línea).Estados Unidos.Consultado 30 de septiembre del 2005.Disponible en: HYPERLINK
http://www.inia.cl/quilamapu/pubbycom/informativos/info_18.htm.
- VERMEINEN, L y JOBLING, G.A. (1986): "Riego localizado". Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Roma: 9 -77p.