

Caracterización de nuevos materiales en sistemas de riego por goteo subsuperficial

Sobrino, Fernando^a, Zubelzu, Sergio^b y Rodríguez, Leonor^c

^afernando.sobrino@alumnos.upm.es, ^bsergio.zubelzu@upm.es ^cleonor.rodriguez.sinobas@upm.es

Línea temática | Hidrología, usos y gestión del agua.

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado el comportamiento en laboratorio mediante el banco de ensayos de goteros. Se han estudiado cuatro tuberías distintas con goteros integrados destinadas al riego por goteo subsuperficial. Estas tuberías son de tres fabricantes distintos. Se ha medido el caudal de los emisores a cuatro presiones de trabajo distintas para verificar los intervalos de presiones donde los goteros son autocompensantes. Asimismo, se ha calculado el Coeficiente de Variación de Manufactura de cada una de las tuberías. Por último, se han comentado y comparado los resultados obtenidos con representación de los mismos en tablas y gráficos. El principal objetivo de este trabajo ha sido caracterizar distintas tuberías empleadas en el riego por goteo subsuperficial para obtener información relevante a la hora de hacer un adecuado diseño hidráulico de una instalación de riego por goteo subsuperficial.

Palabras clave | riego por goteo subsuperficial; caudal; presión de trabajo; Coeficiente de Variación de Manufactura; caracterización

INTRODUCCIÓN

El incesante incremento de la población mundial, el desarrollo socioeconómico de los países menos desarrollados, el consiguiente aumento de las necesidades de agua para abastecimiento de la población y el, cada vez más presente, cambio climático, hacen necesario que los métodos de riego sean cada vez más eficientes.

Entre los distintos métodos de riego utilizados en la actualidad, el riego localizado es considerado el de mayor eficiencia. Como una alternativa al riego por goteo superficial, las tuberías se pueden enterrar a cierta profundidad, lo que se conoce como riego subsuperficial. El riego por goteo subsuperficial (GS) es un método de riego cada vez más empleado en agricultura y paisajismo debido a sus múltiples ventajas entre ellas, el ahorro de agua por la reducción de la evaporación. También previene la erosión superficial por escorrentía en zonas con fuerte pendiente.

La principal diferencia entre este método y el riego por goteo superficial, es que, en este último, el desagüe del emisor puede verse afectado por las características hidrofísicas del suelo, lo que influiría en el caudal de los goteros y en la uniformidad del riego.

La selección adecuada del gotero en el proyecto de la unidad resulta de gran interés para la obtención de buenas uniformidades de riego. (Keller y Bliesner, 1990).

Una de las claves del éxito en los sistemas de riego subsuperficial es la tubería a emplear en la instalación. Al estar la tubería enterrada, y no verse el bulbo húmedo, es muy importante conseguir una buena uniformidad de distribución del agua de riego en el suelo. En los últimos años las distintas empresas de fabricación de tuberías han ido mejorando la calidad de los emisores en cuanto a uniformidad de distribución, rango de autocompensación y barrera anti raíces. En este trabajo se ha estudiado el coeficiente de variación de manufactura que afecta directamente a la uniformidad del riego.

No es fácil obtener información de la superficie regada con riego por goteo subsuperficial en España, ya que en las encuestas y censos realizados este riego aparece como riego localizado, junto al resto de sistemas de riego localizado. No obstante, al igual que en el resto del mundo su desarrollo, ha experimentado un fuerte crecimiento. Los cultivos más frecuentes regados con este método de riego son: hortícolas tales como lechuga, apio, espárragos y ajos; leñosos como olivo, vid y cítricos, jardinería y campos de golf, con posibilidad de utilizar agua residual depurada.



Figura 1 | Instalación de riego por goteo subsuperficial

Como ejemplo de instalación de red de riego por goteo subsuperficial con agua regenerada tenemos la urbanización de Valdebebas en Madrid, donde se emplearon dos de las cuatro tuberías estudiadas en el presente trabajo como se puede ver en la figura 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los goteros empleados en riego por goteo suelen clasificarse en autocompensantes y en no compensantes. En los primeros, su caudal no varía dentro de un rango de presión. En los segundos aumenta el caudal con la presión de trabajo.

El caudal del emisor q [L3·T-1] depende de la altura de presión en el punto de inserción en el ramal h [L] y de la sección del desagüe ω [L2]. Cada emisor tiene una ecuación de gasto de la forma (Keller y Karmeli, 1975):

$$q = k * h^x \quad (1)$$

donde k y x son constantes de ajuste de pares de valores medios de caudal y de presión de una muestra de emisores, con la misma presión de trabajo, representativa del modelo correspondiente.

En el caso de tuberías con goteros integrados para riego subsuperficial, los emisores son siempre autocompensantes.

La poca uniformidad en la aplicación del agua del riego es la principal causa de la reducción en la producción del cultivo (Wu, 1987; Bhatnagar y Srivastava, 2003). Entre todos los sistemas de riego, el riego por goteo es el de mayor uniformidad potencial. Ésta va a depender de la variabilidad en la manufactura del emisor, de la variabilidad hidráulica de la unidad de riego debida a la pendiente del terreno y a las pérdidas de carga en las tuberías, de la sensibilidad del emisor a la variación de la presión y la temperatura y del atascamiento de emisores (Mizyed y Kruse, 1989). De todas ellas, nosotros en este trabajo vamos a estudiar la variabilidad en la manufactura.

El coeficiente de variación de manufactura CV_m es una medida de la variabilidad de caudal de una muestra aleatoria de emisores, de la misma marca, modelo y tamaño, tal y como han sido producidos por el fabricante y antes de que ninguna

operación de el campo o envejecimiento haya tenido lugar (ASAE, 1996). La tabla 1 muestra la clasificación de emisores según su CVm propuesta por la Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos ASAE.

Tabla 1 | Clasificación de emisores según su CVm recomendada por la ASAE.

CVm (%)	Clasificación
< 5	Excelente
5-7	Medio
7-11	Marginal
11-15	Pobre
>15	Inaceptable

Se han estudiado cuatro tuberías de tres fabricantes distintos. La primera tubería corresponde al fabricante Netafim® (UniBioLine®) y es una tubería de polietileno de diámetro 16 mm y espesor de pared 1,2 mm de color violeta para uso de aguas regeneradas, con goteros autocompensantes de caudal 1 L/h.

La segunda tubería del mismo fabricante y el mismo modelo con un caudal de 2,3 L/h .

La tercera tubería ha sido del fabricante Rain Bird® XFS , tubería de polietileno de diámetro 16 mm y espesor de pared 1,2 mm con un gotero autocompensante de caudal 2,3 l/h.

Y por último la tubería del fabricante Hunter®, modelo PLD, tubería de polietileno de diámetro 16 mm con un gotero de caudal 2,2 L/h.



Figura 2 | Banco de ensayos

Para la toma de datos se ha utilizado el banco de ensayos del laboratorio, como se puede ver en la figura 1, en el que se miden caudales de 24 goteros distribuidos en cuatro ramales de 6 goteros cada uno, situados a 15 centímetros de separación entre los mismos. Este banco de ensayos permite fijar una presión de trabajo común para los 24 goteros.

El ensayo consiste en arrancar el banco de ensayos y fijar la presión a 0,5 MPa y durante un tiempo determinado, en nuestro caso 15 minutos, recoger el agua emitida por cada gotero en unas probetas graduadas. Transcurrido el tiempo fijado para cada ensayo se toman lecturas de las 24 probetas. Esta operación se repite para 1 MPa, 1,5 MPa y 2 MPa.

Asimismo, este procedimiento se repite con las cuatro tuberías. La descarga de cada gotero se recogió en probetas de 1L calibradas cada 10 mL, por lo que el error de lectura para el volumen recogido en cada probeta se estima es menos del 0,5 %.

RESULTADOS

A continuación se presentan el resumen de resultados de caudales medios para cada una de las tuberías a distintas presiones. donde se puede apreciar que todos los valores salvo uno se aproximan a los datos proporcionados por el fabricante. Es el caso de la tubería de Hunter® ensayada a 0,05 MPa. Este resultado puede deberse a que el intervalo de autocompensación comienza justo a esta presión.

Tabla 2 | Caudal medio (L/h)

	p (MPa)			
Tubería	0,05	0,1	0,15	0,2
Netafim 1 L/h	0,951	0,977	0,977	0,973
Netafim 2,3 L/h	2,456	2,553	2,531	2,508
Rainbird 2,3 L/h	2,269	2,248	2,203	2,207
Hunter 2,2 L/h	1,790	2,253	2,260	2,252

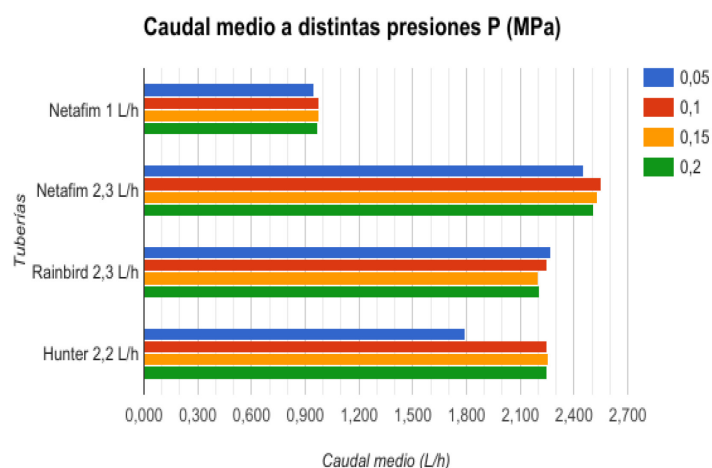


Figura 3 | Caudal medio (L/h)

Por último se presentan los cálculos del coeficiente de variación de manufactura para cada una de las tuberías a distintas presiones. Todos los valores están dentro de los rangos descritos en la tabla 1 como excelente o medio, salvo el caso de la tubería de Hunter® ensayada a 0,05 MPa.

Tabla 3 | CV manufactura (%)

	p (MPa)			
Tuberías	0,05	0,1	0,15	0,2
Netafim 1 L/h	1,5	2,1	1,9	2,7
Netafim 2,3 L/h	3,3	2,2	2,0	2,1
Rainbird 2,3 L/h	2,7	3,7	5,7	5,2
Hunter 2,2 L/h	11,5	6,1	6,3	5,8

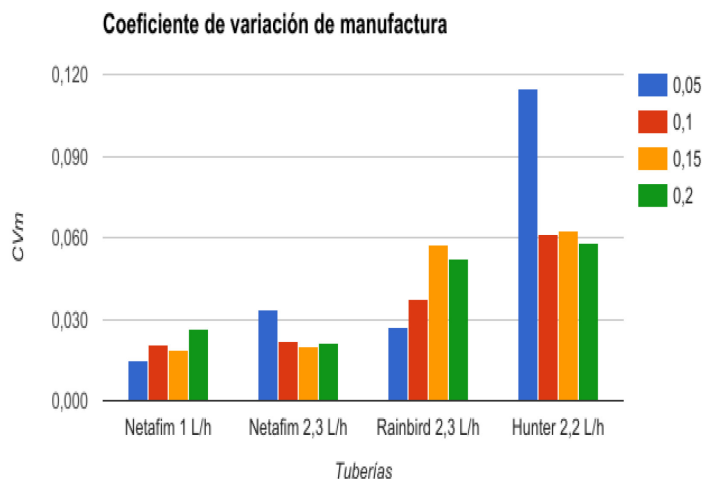


Figura 4 | CV manufactura

DISCUSIÓN

En la tabla 1 donde se recogen los caudales medios se puede apreciar que todos los valores salvo uno se aproximan a los datos proporcionados por el fabricante. Es el caso de la tubería de Hunter® ensayada a 0,05 MPa. Este resultado puede deberse a que el intervalo de autocompensación comienza justo a esta presión.

En lo referente al Coeficiente de Variación de Manufactura todos los valores se encuentran dentro de lo admisible salvo el caso anterior, por lo que podemos concluir que los goteros no se encontraban dentro del rango de autocompensación y de ahí que tanto el valor de caudal medio como el de uniformidad salgan fuera del resultado previsible

CONCLUSIONES

Una vez caracterizados estos materiales y comprobado su viabilidad par un diseño de riego por goteo subsuperficial uniforme, sería recomendable estudiar el comportamiento de estos materiales colocados en el suelo enterrados. Deberíamos comprobar como se mueve el agua en el suelo y ver como las características hidrofísicas del suelo afectan a la uniformidad del Sistema de riego por goteo subsuperficial.

También sería conveniente estudiar como se comportan estos materiales frente a la obturación de los emisores por medio de las raíces, todo ello encaminado a un buen manejo y diseño de sistemas de riego por goteo subsuperficial.

AGRADECIMIENTOS

Nos gustaría agradecer a los fabricantes por falicitarnos los materiales para su estudio.

REFERENCIAS

Bhatnagar, P.R. y R.C. Srivastava. 2003. Gravity-fed drip irrigation system for hilly terraces of the northwest Himalayas. *Irrigation Science* 21: 151-157.

Bralts, V.F., I.P. Wu y H.M. Gitlin. 1981. Manufacturing variation and drip irrigation uniformity. *Trans. ASAE* 24(1): 113-119.

Keller, J., y I.D. Bliesner. 1990. *Sprinkler and trickle irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold p139, p478-484.

Keller, J. y D. Karmeli. 1975. Trickle irrigation desing parameters. *Transactions of the ASAE* 17(4): 678-684

Rodriguez-Sinobas, L., M. Gil, Juana y R. Sánchez. 2010. Water distribution in Laterals and Units of Subsurface drip irrigation. I: Simulation. *J.Irrig. and Drain. Eng.* 135(6): 721-28.

Solomon, P.E. 1977. Manufacturing variation of emitters in trickle irrigation systems. *ASAE Paper No.* 77-2009

Wu, I.P. 1987. An assessment of hydraulic design of micro-irrigation systems. *Agricultural Water Management* 32: 275-28.