

PE-02-2023

Comunicación científico-técnica

Resistencia a deformación y desgarro de filtros de malla

Resistance to buckling and tearing of strainer filters

Font Lorca, A., Abadía Sánchez, R.

Instituto de Investigación e Innovación Agroalimentaria y Agroambiental (CIAGRO-UMH), Universidad Miguel Hernández Ctra. de Beniel, km. 3,2 - 03312 Orihuela (Alicante). e-mail: abadía@umh.es

Resumen: Los filtros son elementos esenciales en las instalaciones de riego, ya que permiten eliminar las partículas arrastradas por el agua que pueden obstruir los emisores de riego, afectando al funcionamiento y vida útil de las instalaciones. Los filtros pueden ser, según el elemento filtrante, de arena, de malla y de discos o anillas. Los filtros de malla se emplean para eliminación de partículas de carácter inorgánico que arrastra el agua de riego, aunque también se pueden utilizar para la eliminación de partículas de carácter orgánico no filamentoso. Uno de los problemas que pueden tener los filtros de malla con limpieza manual, es el colapso debido a la obstrucción de la malla del filtro, pudiendo producir la deformación del cartucho que sustenta la malla filtrante, o incluso el desgarro de la propia malla. En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo de resistencia a la deformación y desgarro de las mallas, de dos filtros comerciales de malla. Uno de los filtros con cartucho portante de la malla de acero inoxidable y filtración de fuera a dentro, y el otro con cartucho portante de polipropileno y filtración de dentro a fuera. El ensayo se ha realizado según las especificaciones marcadas en la Norma ISO/FDIS 9912-2, el cual ha consistido en someter al filtro a presiones crecientes hasta que se produce una fuga de agua, habiendo sellado previamente la superficie filtrante mediante una película de polietileno. El proceso se ha realizado también en contralavado. Los resultados muestran que, la resistencia en ambos tipos de filtros, es mayor cuando la filtración es desde el interior al exterior del elemento filtrante. Por otro lado, también se ha constatado, que los filtros con cartucho portante de polipropileno y malla fundida con la estructura del cartucho, la resistencia al desgarro es mayor que en los filtros cartucho portante de acero y malla sujeta con puntos discretos de soldadura. Como conclusión se puede afirmar que en filtros con proceso de filtración en el que el agua fluye del interior al exterior del elemento filtrante, la resistencia a deformación y desgarro es mayor que en los que el agua fluye del exterior al interior de elemento filtrante. Así mismo, se ha constatado que los filtros con cartucho portante de polipropileno y malla fundida con el cartucho, tienen una mayor resistencia a la deformación y desgarro que los filtros con cartucho de acero y malla soldada con puntos discretos de soldadura. **Palabras clave:** Carcasa, malla, rotura, presión

Abstract: Filters are essential elements in irrigation facilities, as they remove particles carried by the water that can clog the irrigation emitters, affecting the operation and useful life of the facilities. Depending on the filtering element, filters can be sand-type filters, strainer-type filters and disc-type filters. Strainer filters are used to remove inorganic particles carried by the irrigation water, although they can also be used to remove non-filamentous organic particles. One of the problems that strainer-type filters with manual cleaning can have is the collapse due to clogging of the filter mesh, which can lead to deformation of the casing that supports the filter mesh, or even the tearing of the mesh itself. In this work, the results of a test of resistance to buckling and tearing of the mesh of two commercial strainer filters are presented. One of the filters with a stainless steel mesh-carrying cartridge and filtration from the outside to the inside, and the other with a polypropylene mesh-carrying cartridge and filtration from the inside to outside. The test was carried out according to the specifications set out in the ISO/FDIS 9912-2 Standard, which consisted of testing the filter under increasing pressure until a leakage of water occurs, having previously sealed the filtering surface with a polyethylene film. The process was also carried out in backwashing. The results show that the resistance in both types of filters is greater when the filtration is from the inside to the outside of the filter element. On the other hand, it was also been found that the resistance to tearing is higher for filters with polypropylene supporting casing and mesh welded to all edges of the casing structure than for filters with steel supporting casing and mesh fixed with discrete welding points along a longitudinal edge. In conclusion, it can be stated that in filters with a filtration process in which the water flows from the inside to the outside of the filter element, the resistance to buckling and tearing is greater than in those in which the water flows from the outside to the inside of the filter element. Likewise, it has been found that filters with polypropylene casing and mesh welded to the casing have a higher resistance to deformation and tearing than filters with steel casing and mesh welded with discrete welding points.

Keywords: Casing, mesh, breakage, pressure

1. Introducción

En los sistemas de aplicación de agua de riego a presión es necesaria la instalación de elementos de filtrado, ya que permiten eliminar las partículas arrastradas por el agua que pueden obstruir los emisores de riego, afectando al funcionamiento y vida útil de las instalaciones. Existen diversos tipos de filtros según las características del elemento filtrante, siendo los más empleados en riego a presión los filtros de arena, los de malla y los de discos o anillas.

Los filtros de malla se emplean para eliminación de partículas de carácter inorgánico que arrastra el agua de riego, aunque también se pueden utilizar para la eliminación de partículas de carácter orgánico no filamentoso. La filtración se produce al atravesar el agua una malla con una sección de paso neta que suele oscilar entre 50 y 300 micras. La malla suele estar fijada a un cartucho cilíndrico que sirve de soporte, sobre el que se suelda la malla. La filtración se produce al atravesar el agua la malla, desde el interior al exterior del cartucho cilíndrico, o bien desde el exterior al interior del mismo. Uno de los problemas que pueden tener los filtros de malla con limpieza manual, es el colapso debido a la obstrucción de la malla del filtro, pudiendo producir la deformación de la carcasa que sustenta la malla filtrante, o incluso el desgarramiento de la propia malla.

En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo de resistencia a la deformación y desgarramiento de las mallas de dos filtros comerciales de 2 y 3 pulgadas, la Marca 1 con filtración del exterior al interior de la carcasa portante de la malla, y la Marca 2 con filtración del interior al exterior de la misma.

2. Materiales y métodos

Se han ensayado filtros de 2 y 3 pulgadas, de dos marcas comerciales, uno con filtración exterior-interior (Marca 1) y 5 pasos de malla (50, 100, 130, 200 y 300 micras), y el otro con filtración interior-exterior (Marca 2) con 3 pasos de malla (100, 130, y 200 micras).

El filtro de malla de la Marca 1 está formado por una carcasa de polipropileno reforzado con fibra de vidrio (PPFV), que alberga el cartucho de filtrado que soporta la malla. El cartucho que soporta la malla, está fabricado en acero inoxidable A-2 de 0,8 mm de espesor, y la malla se fija a dicho cartucho por la cara exterior del mismo, mediante un número discreto de puntos de soldadura dispuestos longitudinalmente a lo largo de una arista vertical del cilindro que forma el soporte. La malla es también de acero inoxidable A-2, pudiendo intercambiarse entre 5 medidas de paso de malla: 50, 100, 130, 200 y 300 micras.

El proceso de filtración se produce desde el exterior del cartucho de filtrado hacia el interior del mismo, por lo que, en caso de obstrucción de la malla, la presión ejercida motivada por la pérdida de carga ocasionada por la suciedad, hace que se produzca una fuerza a compresión sobre las paredes exteriores del cilindro que forma el cartucho. Por el contrario, el proceso de contralavado se produce desde el interior del cartucho de filtrado hacia el exterior, por lo que

la presión que ejerce produce una fuerza a tracción sobre las paredes interiores del cilindro que forman el cartucho.

El filtro de malla de la Marca 2 está formado por una carcasa de poliamida reforzada con fibra de vidrio, que alberga el cartucho de filtrado que soporta la malla. El cartucho de soporte de la malla está fabricado en material plástico, y la malla está fundida con el soporte, en todas las aristas verticales y horizontales que forman la estructura del mismo. En este filtro, el proceso de filtración se produce al revés que en el filtro de la Marca 1, es decir, desde el interior del cartucho de filtrado hacia el interior del mismo, por lo que, en caso de obstrucción de la malla, la presión ejercida motivada por la pérdida de carga ocasionada por la suciedad, hace que se produzca una fuerza a tracción sobre las paredes interiores del cilindro que forma el cartucho. Por el contrario, el proceso de contralavado se produce desde el exterior del cartucho de filtrado hacia el interior del mismo, por lo que la presión que ejerce produce una fuerza a compresión sobre las paredes exteriores del cilindro que forman el cartucho.

El ensayo se ha realizado según las especificaciones fijadas en la Norma Internacional "ISO/FDIS 9912-2 Agricultural irrigation equipment – Filters for microirrigation – Part 2: Strainer-type filters and disc filters", colocando los filtros tanto en posición de filtrado como de contralavado. Cada ensayo ha consistido en someter a cada filtro a presiones crecientes hasta que se produzca una fuga de agua, habiendo sellado previamente la superficie filtrante mediante una película de polietileno, por el exterior del cartucho portante o por el interior, según el sentido del flujo de agua. Para cada filtro, modo de funcionamiento (filtrado y contralavado) y paso de malla, se han realizado tres repeticiones para determinar la presión de rotura.

El Banco de Ensayos es el mostrado en la Fig. 3. En el ensayo de resistencia a rotura en el proceso de filtración, la presión se introduce por 1, manteniendo abiertas las válvulas 2 y 3, y cerradas las válvulas 2' y 3'. Mientras en el ensayo de resistencia a contralavado, se introduce la presión por 1', manteniendo abiertas 2' y 3' y cerradas 2 y 3. Para determinar la presión de rotura se somete al filtro a presiones crecientes escalonadas, con escalones de 1 m de presión, manteniendo cada presión durante 5 minutos. Para pasar al siguiente escalón no debe haber fugas por la válvula de drenaje (3 o 3') que sean superiores al 10% del caudal nominal del filtro. Cuando se supera ese caudal de drenaje, se fija la presión del escalón correspondiente como presión de rotura.

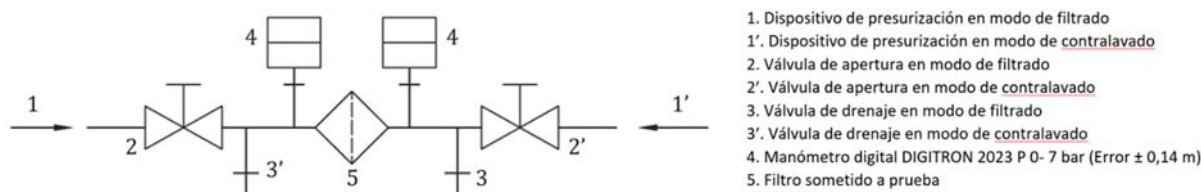


Figura 1. Esquema del banco de ensayos.

3. Resultados y discusión

3.1 Proceso de filtración

En la Figura 2 se puede ver que el cartucho del filtro de Marca 1 para los cinco pasos de malla ensayados, queda totalmente abollado cuando se colapsa en el proceso de filtración, debido a que trabaja a compresión. En la Figura 3 se observa que el cartucho del filtro de la Marca 2 para los tres pasos de malla ensayados, se desgarran a lo largo de las aristas que sujetan la malla, ya que trabaja a tracción.



Figura 2. Rotura en filtración del cartucho Marca 1 (flujo exterior – interior).

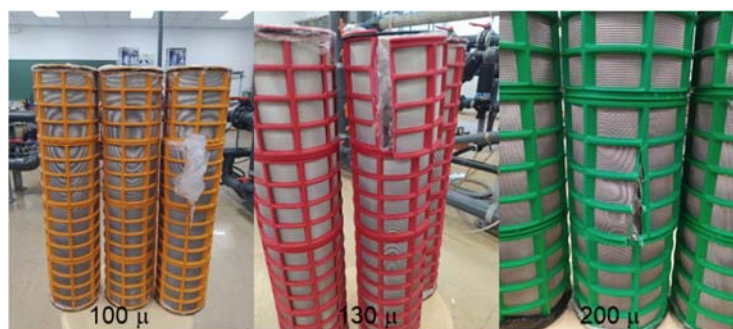


Figura 3. Rotura en filtración del cartucho Marca 2 (flujo interior – exterior).

En la Figura 4 se muestran los gráficos en donde se puede ver la presión de rotura de los filtros de 2 y 3 pulgadas para la posición de filtrado, de ambas marcas de filtros.

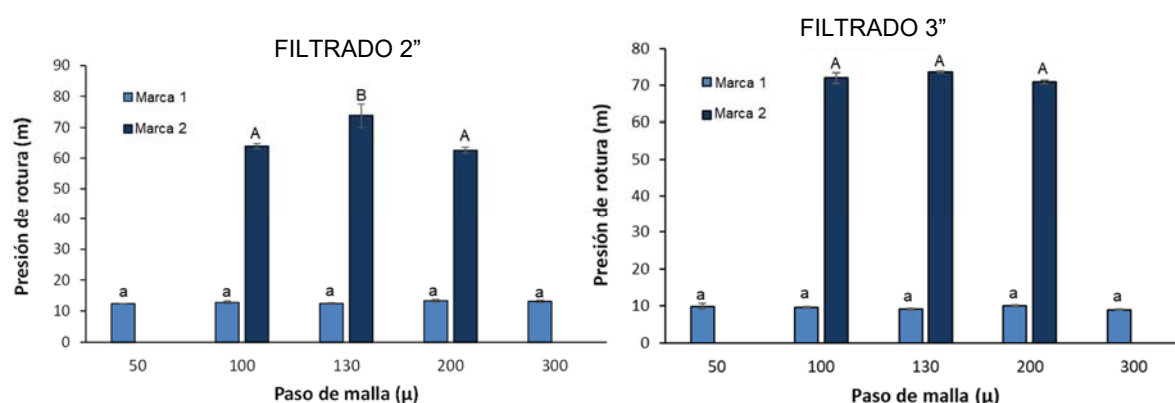


Figura 3. Presión de rotura de filtros de 2 y 3" para cada marca y tipo de malla en proceso de filtrado. Letras diferentes para cada marca indican diferencias significativas en la presión de rotura para cada paso de malla.

A la vista de la Figura 3, se observa que hay una gran diferencia entre la presión media de rotura en el proceso de filtración de los filtros de la Marca 1 y los de la Marca 2, tanto para los filtros de 2" como de 3". Los filtros de 2" de la Marca 1 rompen a una presión media de 12,8 m, mientras que los filtros de 2" de la Marca 2 rompen a una presión media de 66,7 m. En cuanto a los filtros de 3", los de la Marca 1 en proceso de filtración rompen a una presión media de 9,5 m, mientras que los filtros de la Marca 2 rompen a una presión media de 72,1 m. Estas diferencias tan grandes de presión de rotura entre ambas marcas analizadas, se debe a que el cartucho se somete a una fuerza de compresión en un caso, y en el otro a una fuerza de tracción, siendo muy superior la resistencia del elemento filtrante a tracción que a compresión.

En posición de filtrado, en el caso de los filtros de la Marca 1, el cartucho de soporte de la malla al ensuciarse y por tanto provocar una pérdida de carga, se produce una fuerza a compresión, ya que el filtrado va desde el exterior al interior del cartucho. Por el contrario, en los filtros de la Marca 2 cartucho de soporte de malla al ensuciarse trabaja a tracción, ya que el filtrado va del interior hacia el exterior del cartucho de soporte de la malla.

Si analizamos la influencia del paso de malla en la resistencia a rotura del proceso de filtración para ambas marcas y tamaño de filtros, en la Tabla 1 se puede observar que el efecto del tamaño de paso de malla no produce diferencias estadísticamente significativas a la resistencia a presión de rotura, salvo en el filtro de 2" de la marca 2, en el que la malla de 130 micras de paso, si tiene una resistencia mayor a las mallas de 100 y 200 micras, con un grado de significación $p\text{-valor} \leq 0,05$. Sin embargo, para ese mismo tipo de filtro, no hay diferencias significativas entre las mallas de 100 y 200 micras.

Tabla 1. Presión de rotura de filtros de malla en posición de filtrado para cada paso de malla

Tipo filtro	Marca	Paso de malla (μ)	P rotura (m)	p-valor	Test de Duncan
2 pulgadas	Marca 1	50	12,34 $\pm$ 0,08	ns	
		100	12,76 $\pm$ 0,48		
		130	12,44 $\pm$ 0,28		
		200	13,29 $\pm$ 0,48		
		300	13,09 $\pm$ 0,37		
	Marca 2	100	63,90 $\pm$ 0,87	*	a
		130	73,73 $\pm$ 3,74		b
		200	62,60 $\pm$ 1,02		a
	3 pulgadas	Marca 1	50	ns	
			100		
			130		
			200		
			300		
		Marca 2	100	ns	
			130		
			200		

ns= $p > 0,05$; * = $p \leq 0,05$; ** = $p \leq 0,01$; *** = $p \leq 0,001$

3.2. Proceso de contralavado

En las figuras 4 y 5 se puede ver el estado de los cartuchos de los filtros de la Marca 1 y la Marca 2 respectivamente tras alcanzar la presión de rotura en el proceso de contralavado.



Figura 4. Cartucho de la Marca 1 tras alcanzar la presión de rotura en el proceso de contralavado



Figura 5. Cartucho de La Marca 2 tras alcanzar la presión de rotura en el proceso de contralavado

En las Figura 4 se puede ver como el cartucho de la Marca 1, al trabajar a tracción en contralavado, se desgarran la malla justo por los puntos de soldadura que sujetan a la estructura del cartucho, quedando la estructura de acero inoxidable intacta. Por el contrario, en la Figura 5, en los cartuchos de La Marca 2, se puede ver como se abolla el cartucho al trabajar en contralavado a compresión.

Los gráficos con los datos de presión de rotura para cada paso de malla de los filtros de 2 y 3 pulgadas de ambas marcas para la posición de contralavado, se pueden ver en la Figura 6. En ella se observa que hay diferencias importantes entre la presión media de rotura en el proceso de contralavado de los filtros de ambas marcas, tanto para los filtros de 2" como de 3", aunque en este caso, las diferencias son bastante menores que las que había en el proceso de filtrado.

Los filtros de 2" de la Marca 1 rompen a una presión media de contralavado de 20,0 m, mientras que los filtros de 2" de la Marca 2 rompen a una presión media de 25,6 m. En cuanto a los filtros de 3", los filtros de la Marca 1 en proceso de contralavado rompen a una presión media de 16,3 m, mientras que los filtros de la Marca 2 rompen a una presión media de 22,9 m.

Estas diferencias entre ambas marcas en el proceso de contralavado, son menores que en el proceso de filtrado. En este caso, el cartucho de la Marca 1 trabaja a tracción y el de la Marca 2 a compresión. A pesar de ello, el cartucho de la Marca 2, que trabaja a compresión, tiene una mayor resistencia a rotura que el de la Marca 1, que en este caso trabaja a tracción. Esto se debe a que el cartucho de la Marca 1 la malla está fijada al cartucho por fuera del soporte, mediante

un número discreto de puntos de soldadura a lo largo de una arista vertical del cilindro que forma el cartucho. Por tanto, al aumentar la presión de contralavado, se produce un desgarro de la malla en la zona de soldadura de la malla al soporte, perdiendo toda la resistencia, y quedándose el soporte de acero inoxidable intacto. Por el contrario, el filtro de la Marca 2 que tiene la malla fundida a las aristas que forman el cartucho, se comporta mucho mejor a compresión que incluso el soporte de acero inoxidable que tiene la Marca 1.

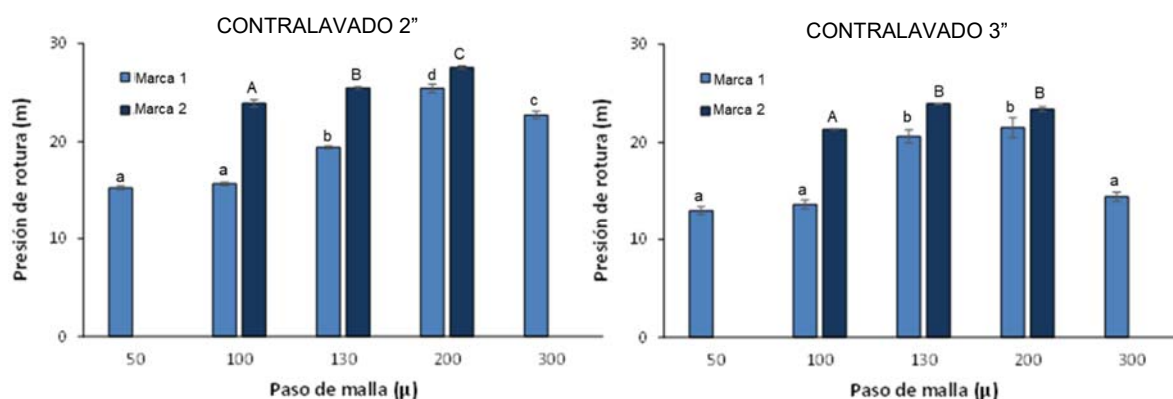


Figura 6. Presión de rotura de filtros de 2 y 3" para cada marca y tipo de malla en proceso de contralavado. Letras diferentes para cada marca indican diferencias significativas en la presión de rotura para cada paso de malla.

Si analizamos la influencia del paso de malla en la resistencia a rotura del proceso de contralavado para ambos tipos de filtros y ambos fabricantes, en la Tabla 2 se puede observar que el efecto del tamaño de paso de malla sí que produce diferencias estadísticamente significativas a la resistencia a presión de rotura en todos los filtros y mallas ensayadas, con un grado de significación p -valor $< 0,001$. En los filtros de 2" de La Marca 1, la malla de 200 micras es significativamente más resistente a rotura, que el resto de pasos de malla, con una resistencia a rotura de 25,4 m. Lo mismo sucede con los filtros de 3" de la Marca 1, que el de 200 micras tiene una mayor resistencia que el resto de pasos de malla, siendo esta de 21,5 m. En cuanto a los filtros de Marca 2, también el filtro de 200 micras tiene una mayor resistencia a rotura que el resto, en el caso del filtro de 2", con un valor de rotura de 27,6 m. En cuanto al filtro de 3" de Marca 2, no hay diferencias significativas entre el de 200 micras y el de 130 micras, pero ambos tienen una mayor resistencia que el de 100 micras.

Desde el punto de vista del funcionamiento del filtro, es conveniente que la resistencia a rotura sea mayor en el proceso de filtrado que en el de contralavado, y no al revés. Esto se debe a que la resistencia a rotura durante el filtrado marca el límite máximo de pérdida de carga a la que puede estar sometido el filtro. Si el filtro se limpia en contralavado, la presión que tendrá que alcanzar para despegar la suciedad, será como máximo la pérdida de carga del proceso de filtrado, por tanto, el hecho de que en contralavado aguante una mayor pérdida de carga, no se va a aprovechar durante el proceso de lavado, ya que antes de superar la presión máxima de filtrado, es muy probable que la suciedad se desprenda de la malla, y la pérdida de carga descienda bruscamente al producirse la limpieza del filtro.

Tabla 2. Presión de rotura de filtros de malla en posición de contralavado para cada paso de malla

Tipo filtro	Marca	Paso de malla (μ)	P rotura (m)	Significancia	Test de Duncan
2 pulgadas	Marca 1	50	15,27 ± 0,17	***	a
		100	15,69 ± 0,19		a
		130	19,41 ± 0,15		b
		200	25,43 ± 0,44		d
		300	22,70 ± 0,38		c
	Marca 2	100	23,90 ± 0,38	***	a
		130	25,47 ± 0,12		b
		200	27,57 ± 0,18		c
		300	21,50 ± 1,00		b
		200	14,45 ± 0,49		a
3 pulgadas	Marca 1	50	13,03 ± 0,41	***	a
		100	13,67 ± 0,43		a
		130	20,60 ± 0,67		b
		200	21,50 ± 1,00		b
		300	14,45 ± 0,49		a
	Marca 2	100	21,33 ± 0,03	***	a
		130	23,93 ± 0,07		b
		200	23,40 ± 0,25		b

ns= p>0,05; *= p≤0,05; ** = p≤0,01; ***=p≤0,001

4. Conclusiones

- Se ha comprobado que los filtros de la Marca 1 tienen una mayor resistencia a rotura que los filtros de la Marca 2, tanto en filtrado como en contralavado.
- Cuando el flujo de agua va en sentido exterior-interior del cartucho del filtro, el elemento filtrante trabaja a compresión, mientras que cuando el flujo es interior-exterior, el elemento filtrante trabaja a tracción, siendo la resistencia a tracción muy superior que la resistencia a compresión.
- Se ha comprobado que la carcasa soporte fabricada en material plástico, con la malla fundida en las aristas de la estructura de la carcasa, tiene una mayor resistencia tanto a compresión como a tracción, que la carcasa fabricada en acero inoxidable, con la malla fijada mediante puntos discretos de soldadura a lo largo de una arista lateral del cartucho del filtro.
- En el proceso de contralavado existen diferencias significativas en la resistencia a rotura en función del paso de malla, para todos los filtros de ambas marcas, mientras que en el proceso de filtrado solo hay diferencias significativas en el filtro de 2" de la Marca 2.
- Es conveniente que la resistencia a rotura en el proceso de filtrado, sea mayor que la resistencia a rotura del proceso de contralavado.

Referencias

1. Norma ISO/FDIS 9912-2: 2013 (E), Agricultural irrigation equipment – Filters for microirrigation – Part 2: Strainer-type filters and disc filters. ISO. Switzerland.