

RIEGO POR ASPERSIÓN CON BAJA PRESIÓN

Paniagua P.¹, Burguete J.¹, Zapata N.¹ y Salvador R.².

¹ Departamento de Suelo y Agua. Estación Experimental de Aula Dei (EEAD-CSIC). Apdo. 202. 50080. Zaragoza.

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Instituto Agroalimentario de Aragón-IA2 (CITA-Universidad de Zaragoza), Avda. Montañana 930, Zaragoza, Spain

pilucap@eead.csic.es; jbarguete@eead.csic.es; v.zapata@csic.es; rsalvadore@aragon.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente el precio de la energía en España está suponiendo un reto para la agricultura, por lo que es necesaria la actualización de los sistemas de riego vigentes para reducir el costo energético. Uno de los factores que influyen en el coste de la energía es la presión de trabajo de los aspersores. En riego por aspersión por cobertura total las presiones de funcionamiento más comunes en España se sitúan entre 3 y 4 kg/cm². Las combinaciones de marcos y tamaños de boquilla más utilizadas son marcos triangulares de 18x18T m y 18x15T m, y marcos cuadrados de 15x15C m y 18x18C m, con boquillas principales de 4,0 a 4,8 mm de diámetro y secundarias de 2,4 mm de diámetro. Reducir la presión en boquilla es una de las opciones que permitirían reducir el coste de energía en parcela. Sin embargo, la disminución de la presión de funcionamiento de los aspersores lleva consigo una disminución del alcance del aspersor, de la pluviometría y de la uniformidad de riego, precisando un espaciado menor entre aspersores para mantener una correcta uniformidad. Cuando se reduce la presión, el patrón de reparto de agua del aspersor toma una forma típica de rosquilla, debida a una menor cantidad de agua en los primeros metros y mayor en los últimos, resultando complicado el solapamiento adecuado en un marco de aspersión. Por ello, es preciso tomar algunas medidas adicionales como romper mecánicamente el chorro de agua emitido para obtener un patrón de agua más adecuado que permita un buen solape de aspersores. Kincaid (1991) propuso una modificación en el aspersor a la que denominó difusión intermitente. Consistía

Figura 1. Aleta deflectora (pieza azul) que facilita la rotura del chorro y aumenta la pluviometría en las zonas cercanas al aspersor. Vista lateral.

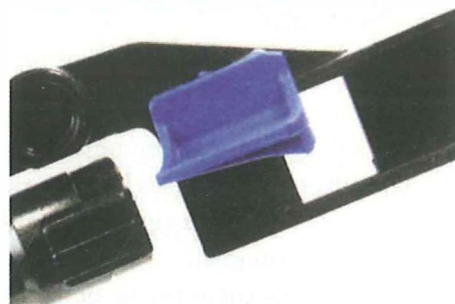


Figura 2.A) Detalle interior de la boquilla principal donde se aprecian las palas interiores. B) Boquilla secundaria 2,5L.

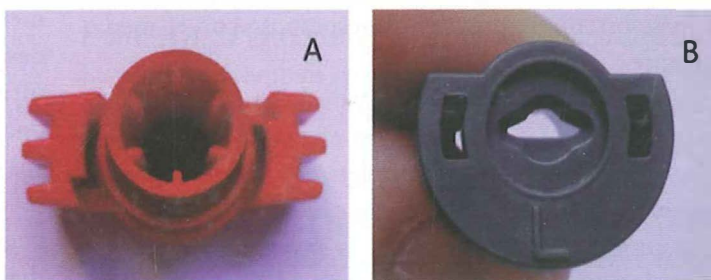


Figura 3. Aspersores a evaluar: A) Aspersor con aleta deflectora. B) Aspersor sin aleta deflectora.



en una aleta deflectora unida a la pala del aspersor que impactaba de forma intermitente con el chorro permitiendo obtener gotas más pequeñas con lo que obtenía patrones de distribución de agua óptimos a baja presión manteniendo un radio mojado amplio. Este deflector es similar en forma al que incorporan los aspersores NDJ-5035SD para mejorar la distribución de agua con >>>

bajas presiones de funcionamiento.

Los objetivos planteados en este trabajo son:

1) Analizar el efecto que tiene la presencia o no de la aleta deflectora en un aspersor agrícola aislado sobre la distribución del agua.

2) Evaluar la calidad de aplicación del agua de riego del aspersor con aleta deflectora instalada en una cobertura total. Se analizan diferentes presiones de trabajo y tamaños de boquilla. Las evaluaciones se han realizado instalando los pluviómetros a dos alturas diferentes sobre el suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para conseguir los objetivos planteados, se ha evaluado un aspersor con cuerpo de plástico y 2 boquillas, principal y secundaria, que encajan a bayoneta. El aspersor lleva incorporada una aleta deflectora en la pala cuya función es romper el chorro principal en gotas más pequeñas (Figura 1) y así, obtener una curva de pluviometría óptima sin perder alcance.

La boquilla principal no lleva vaina prolongadora de chorro, siendo ésta sustituida por unas pequeñas palas interiores que tienen una función similar. La boquilla secundaria utilizada ha sido la 2,5L cuyo orificio tiene forma de semicerradura (Figura 2).

En este trabajo se ha evaluado el aspersor en condiciones de baja presión (de 1,7 a 2,1 kg/cm²) y presión habitual de trabajo (3,0 kg/cm²), con diferentes tamaños de boquillas (4,5 mm, 5,0 mm y 5,5 mm). Los ensayos, realizados en la Estación Experimental de Aula Dei (CSIC) en Zaragoza, fueron de dos tipos: ensayos en aspersor aislado, para conocer el efecto de la aleta deflectora sobre la curva pluviométrica, y ensayos en cobertura total, dos disposiciones 18x18C y 18x15T, para determinar el comportamiento del solapamiento de los aspersores ante diferentes condiciones meteorológicas, especialmente de velocidad del viento.

1.- Efecto de la aleta deflectora en la distribución radial de pluviometría del aspersor aislado:

Se han realizado 24 ensayos con un aspersor individual, 12 de ellos con aleta y 12 sin aleta deflectora (Figura 3) en los que se incluían las diferentes presiones de trabajo (1,7-1,9-2,1 kg/cm² y 3,0 kg/cm²) y tres boquillas principales diferentes (4,5 mm (marrón), 5,0 mm (violeta) y 5,5 mm (naranja)).

Para obtener la curva radial de cada combinación se colocaron un total de 120 pluviómetros en formación de cruz, distanciados entre sí 0,5 m (Figura 4). La altura del aspersor fue de 2 m y la de los pluviómetros de 0,4 m sobre la superficie del suelo. Se dejó el aspersor ▶▶▶

Figura 4. Esquema de diseño y de elementos reguladores en el ensayo del aspersor aislado.

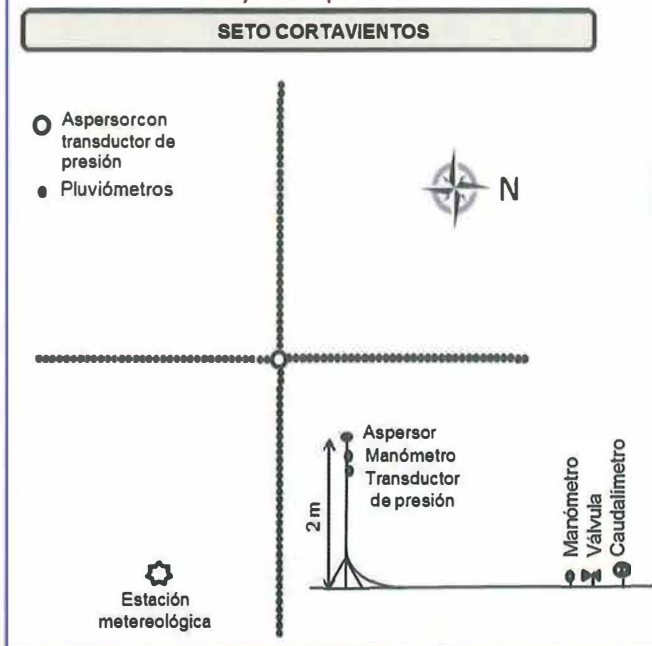


Figura 5. Marco de aspersores. A) 18x18 m cuadrado, B) 18x15 m triangular. La red de pluviómetros está señalada mediante el cuadrado con fondo gris.

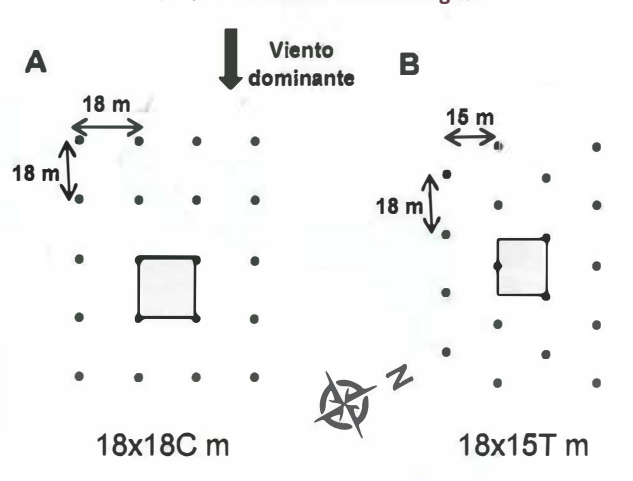
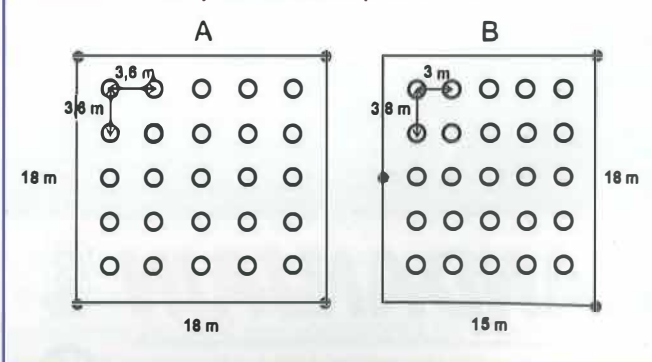


Figura 6. Marco de pluviómetros. A) 18x18 m cuadrado utilizado con pluviómetros bajos, B) 18x15 m triangular utilizado con pluviómetros bajos y a 2 m. Los puntos negros indican aspersores y los blancos los pluviómetros.



funcionando durante 2 horas para cada presión y boquilla en condiciones de viento en calma (<math><1\text{ m/s}</math>). La media de la lectura de los cuatro radios pluviométricos permitió obtener las curvas radiales. A pesar de que se realizó la caracterización de la curva radial de cada una de las presiones bajas analizadas (1,7 Kg/cm², 1,9 Kg/cm² y 2,1 Kg/cm²) el estudio se simplificó proponiendo una curva única característica de la baja presión que representa la media de las tres estudiadas.

2.- Evaluación del aspersor en cobertura total:

Se realizaron ensayos de 2 horas en una parcela equipada con aspersores en cobertura total con dos marcos de aspersión, 18x18C y 18x15T, y ante diferentes intensidades de viento. La altura de los aspersores fue de 2 m y la de los pluviómetros de 0,4 m simulando un cultivo de porte bajo. Dado que algunos cultivos como el maíz tienen un porte alto se ha estudiado también el comportamiento del aspersor con pluviómetros situados a la misma altura que las boquillas del aspersor, 2 m sobre el suelo, este análisis se ha realizado sólo en el marco 18x15T.

En la Figura 5 se pueden ver la disposición de los aspersores y de la red de pluviómetros (cuadro gris). La red de pluviómetros estaba formada por un total de 25 pluviómetros en cada marco de aspersión. En la

Figura 7. Comparación de las curvas de distribución de pluviometría del aspersor con y sin aleta deflectora a presión de trabajo baja (1,7-2,1kg/cm²) y normal (3,0 kg/cm²), para cada boquilla estudiada (4,5, 5,0 y 5,5 mm).

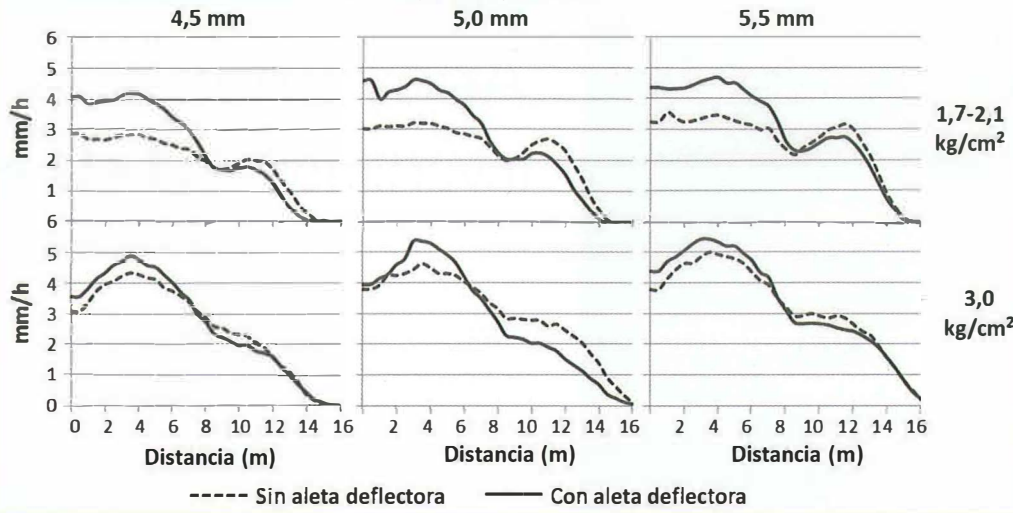


Figura 8. Pluviometría (mm/h) obtenida para cada tamaño de boquilla y marco en función de la velocidad del viento, a presiones bajas (1,7-2,1kg/cm²) y presión normal (3,0 kg/cm²), con pluviómetros a baja altura (18x18C y 18x15T) y pluviómetros altos (18x15T).

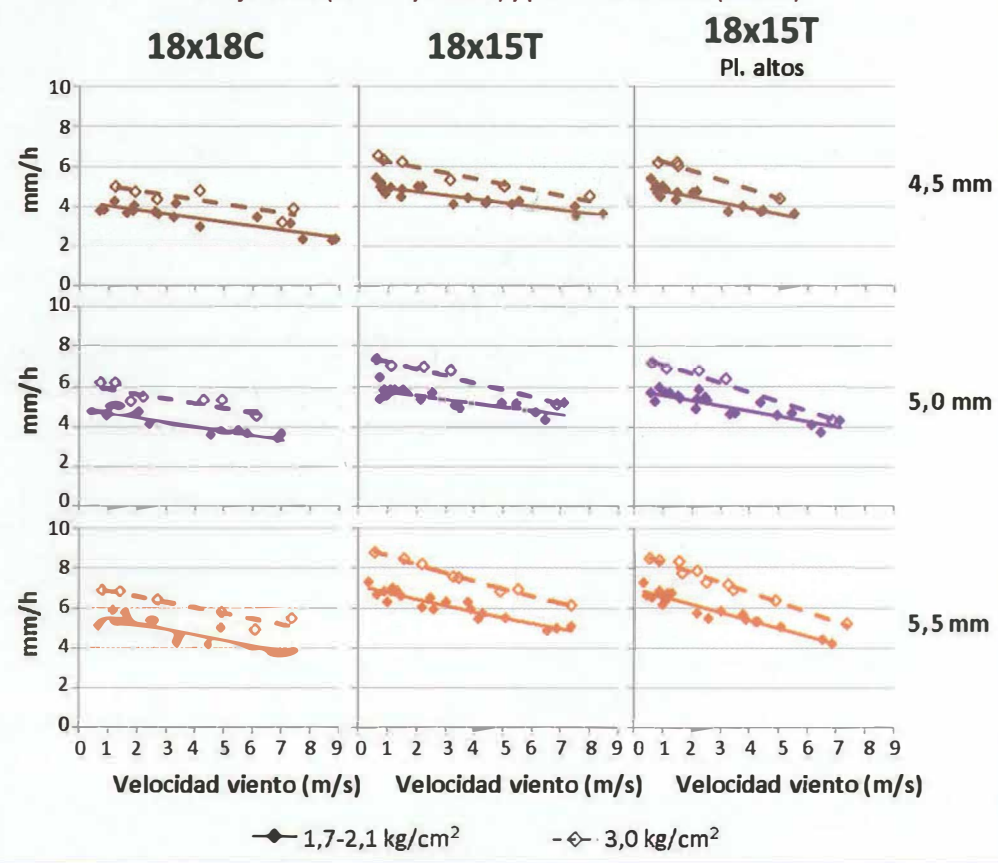
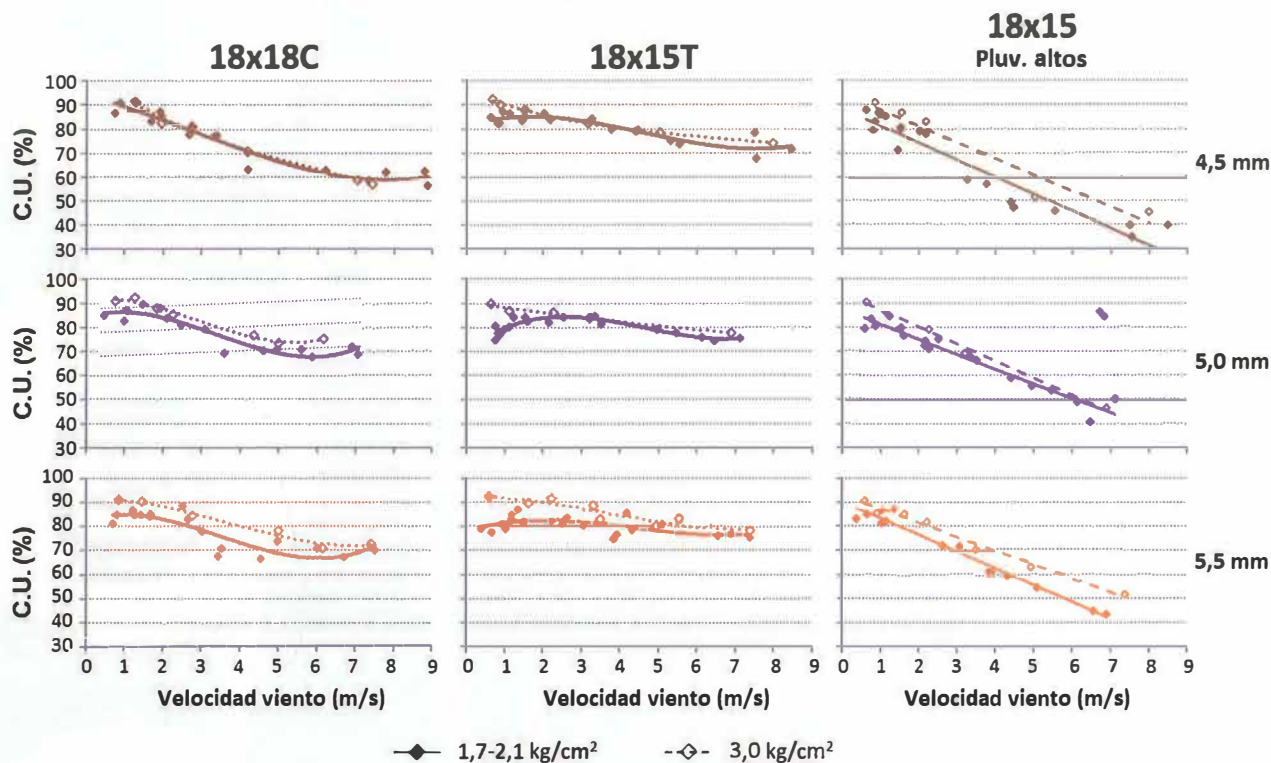


Figura 6 se muestra la distribución de los 25 pluviómetros para cada marco ensayado. En los ensayos se ha medido la pluviometría aplicada y se ha calculado tanto el coeficiente de uniformidad (CU) como las pérdidas de evaporación y arrastre (PEA) en las diferentes condiciones de trabajo. ▶▶▶

Figura 9. Coeficiente de uniformidad obtenido para cada tamaño de boquilla y marco en función de la velocidad del viento, a presiones bajas (1,72,1 kg/cm²) y presión normal (3,0kg/cm²), con pluviómetros a baja altura (18x18C y 18x15T) y pluviómetros a altura del aspersor (18x15T).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.- Efecto de la aleta deflectora en la distribución radial de pluviometría del aspersor.

La aleta deflectora parece tener cierta influencia en la forma de la distribución. En la Figura 7, se muestran las comparaciones entre el aspersor con y sin aleta deflectora. La curva pluviométrica del aspersor sin aleta deflectora (líneas discontinuas) para bajas presiones (1,7-1,9-2,1kg/cm²), es bastante tendida a lo largo del alcance del aspersor, apreciándose una joroba en la curva, característica de las distribuciones tipo rosquilla de aspersores de impacto que trabajan a presiones inferiores a la recomendada (Figura 7, parte superior). A 3,0kg/cm² la curva de pluviometría toma una forma más triangular, disminuyendo la pluviometría con la distancia, lo que va a permitir un solape más adecuado de los aspersores (Figura 7, parte inferior). Sin embargo, cuando se ensayan los aspersores con la aleta deflectora (línea continua) se observa que se rompe el chorro de forma intermitente, produciéndose un aumento de la pluviometría en los primeros metros (0 a 8 m) y reduciéndose ligeramente la pluviometría final (9 a 16 m). La aleta deflectora suaviza la distribución tipo rosquilla en el caso de los ensayos de baja presión. Hay que observar que la presión de 3,0 kg/cm² también se

beneficia de la presencia de la aleta deflectora, mejorando la distribución radial de la pluviometría del aspersor. El alcance del aspersor es el mismo con y sin aleta deflectora.

2.- Ensayo de cobertura total.

En la Figura 8 se muestran la relación entre la pluviometría media recogida y la velocidad del viento para todas las combinaciones de marcos y boquillas, para pluviómetros bajos (18x18C y 18x15T) y altos (18x15T). Como es de esperar, las pluviometrías en los marcos de aspersión más densos (18X15T) son mayores que las de los marcos más amplios (18X18C). Así las pluviometrías para bajas presiones con viento en calma se sitúan entre 4,05,5 mm/h para el marco 18x18C, y entre 5,06,5 mm/h para el marco 18x15T, tanto en pluviómetros altos como bajos. Aunque la pluviometría a bajas presiones sea inferior a la de 3,0 kg/cm², el hecho de utilizar boquillas con un tamaño mayor (5,0 y 5,5 mm) puede compensar la diferencia. Así, la elección de una u otra boquilla o marco dependerá del caudal disponible y de las necesidades de riego de la instalación. A mayor tiempo de riego disponible se podrán tener en cuenta boquillas más pequeñas. Cuanto menor sea el tiempo disponible de riego una misma zona habrá que seleccionar boquillas de mayor diámetro, siempre teniendo en cuenta los CU y las pérdidas por evaporación y arrastre para cada

combinación. La pluviometría media recogida en el caso de pluviómetros altos es similar a la del mismo marco 18x15T con pluviómetros bajos.

En la Figura 9 se muestran las curvas de coeficiente de uniformidad (CU) para cada combinación de marco, tamaño de boquilla (4,5, 5,0y 5,5 mm) y presión (1,72,1 kg/cm² y 3,0 kg/cm²), para pluviómetros bajos (18x18C y 18x15T) y altos (18x15T).

En el caso de los pluviómetros bajos, la boquilla de 4,5 mm proporciona valores de uniformidad muy similares entre las presiones de 1,7-2,1kg/cm² y la de 3,0kg/cm². Cuanto mayor es el tamaño de boquilla mayores son estas diferencias, siendo superiores los valores de CU para 3,0 kg/cm². Sin embargo, aunque las bajas presiones proporcionen en general coeficientes de uniformidad algo menores, alcanzan valores superiores al 80% con vientos de hasta 23 m/s para el marco 18x18C y de hasta 45 m/s para el marco 18x15T. Comparando los marcos entre sí, se observa que el marco 18x15T presenta CU mayores a los del marco 18x18C a velocidades del viento elevadas. Se observa que un marco más denso amortigua el efecto del viento. Hay que tener en cuenta que a lo largo de una campaña de riego los riegos que se aplican al cultivo se

dan en condiciones de velocidad y dirección del viento diversas, lo que amortigua el efecto de riegos puntuales poco uniformes. Por lo tanto, la elección de un marco u otro debe considerar factores como la necesidad de paso de la maquinaria, el coste de instalación, así como las condiciones meteorológicas locales.

El efecto del viento en el CU es más acusado en los pluviómetros instalados a 2 m que en los situados a 0,4 m. En ensayos similares realizados con otros tipos de aspersores Dechmi y col., 2003 y Sánchez y col., 2010, indican que uno de los factores que más efecto tiene en el CU en condiciones de viento es el plano de aterrizaje de las gotas, ya que la altura a la que se intercepta el solapamiento de las distribuciones de agua de los aspersores afecta a la distribución final de la cobertura. Así, los coeficientes de uniformidad son elevados para velocidades de viento bajas y las diferencias entre pluviómetros altos y bajos en estas condiciones no son relevantes. Sin embargo, en condiciones de vientos altos la CU desciende y el descenso es más acusado en el caso de los pluviómetros localizados a 2 m. En todos los ensayos realizados aparecen diferencias entre las dos presiones estudiadas, siendo mayores los CU en el caso de ►►►

Soluciones reales para el riego



irritec[®]

don't wait for rain[™]

www.irritec.com

3,0 kg/cm². En general, el CU es superior al 80% para velocidades de viento muy bajo (<1,5 m/s), disminuyendo por debajo del 70% para velocidades de viento mayores de 3 m/s. Se llegan a registrar coeficientes de uniformidad en torno al 50% con velocidades de viento a partir de 5-6 m/s.

En este trabajo se calcularon también las pérdidas por evaporación y arrastre (PEA) (Figura 10) como la diferencia entre el agua aplicada por los aspersores y la recogida en los pluviómetros del área estudiada. Así, se observa que las PEA aumentan cuanto mayor es la velocidad de viento en todas las combinaciones estudiadas. Las PEA con presiones bajas son iguales o ligeramente superiores a las observadas a 3,0 kg/cm² para el marco 18x18C.

Para el marco 18x15T, las PEA a presiones bajas son iguales o ligeramente inferiores que a 3,0kg/cm² tanto con pluviómetros altos como con pluviómetros bajos. En general, no se puede concluir que las diferencias entre las presiones analizadas en este trabajo tengan un efecto claro en las PEA.

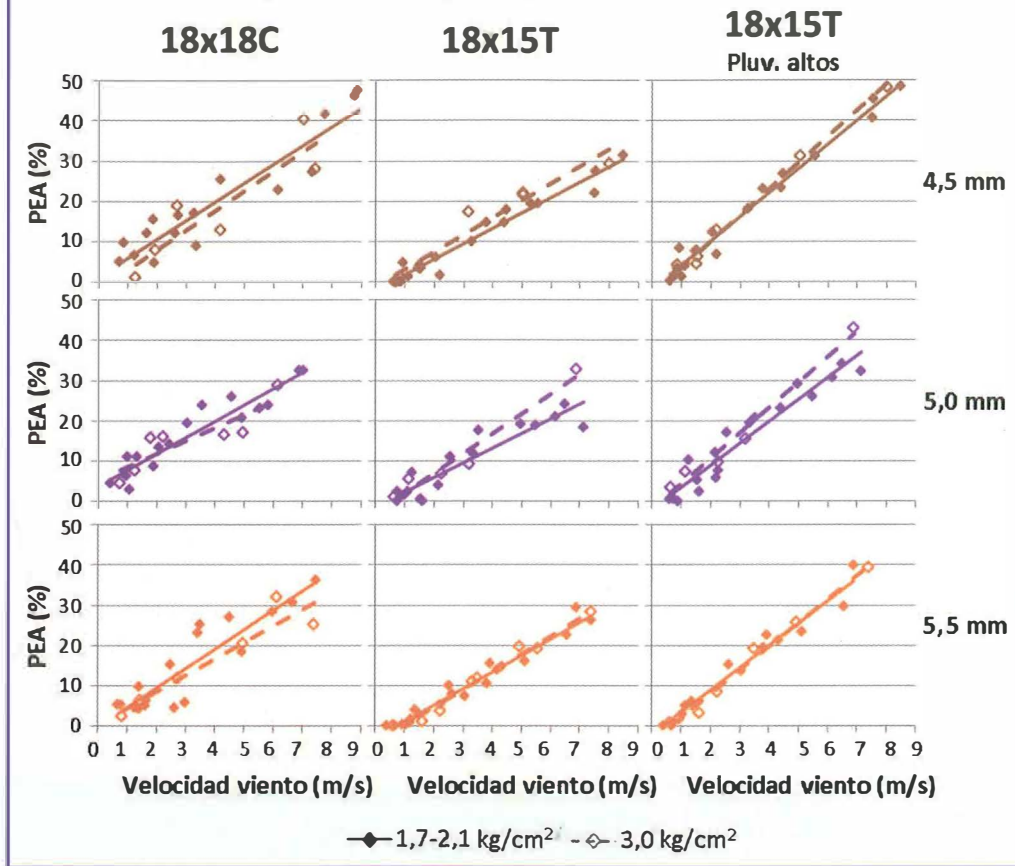
CONCLUSIONES

Es posible el riego por aspersión a baja presión de trabajo con los marcos de cobertura total habituales en zonas regables sin un descenso significativo de la calidad del riego en la parcela.

El aspersor que incorpora la aleta deflectora presenta mejoras en la distribución pluviométrica respecto al mismo aspersor sin aleta. Las curvas pluviométricas con la aleta presentan una distribución más triangular y adecuada para el solapamiento de las coberturas de riego por aspersión para todas las boquillas y presiones analizadas.

Las coberturas que trabajan a baja presión (2 Kg/cm²) combinadas con boquillas de tamaño ligeramente superior (5 o 5,5 mm) dan lugar a pluviometrías similares a las que presenta una instalación convencional (3 Kg/cm² con boquillas de 4,4 mm). Las boquillas más

Figura 10. Pérdidas por evaporación y arrastre (PEA) obtenidas para cada boquilla y marco en función de la velocidad del viento, a presiones bajas (1,7-2,1 kg/cm²) y presión normal (3,0 kg/cm²), para pluviómetros a baja altura (18x18C y 18x15T) y pluviómetros a altura del aspersor (18x15T).



adecuadas en función de la pluviometría y del tiempo de riego disponible son las de 5,0 y 5,5 mm.

En cobertura total, el aumento de la velocidad del viento produce mayores descensos en la uniformidad del riego conforme menor es el tamaño de la boquilla, por lo que para velocidad de viento alta son más adecuadas las boquillas más grandes.

Las diferencias en uniformidad entre los riegos a baja presión (1,7-2,1kg/cm²) y los riegos a presión normal (3,0 kg/cm²) son mínimas para la boquilla de 4,5 mm y, en general, aumentan al aumentar el tamaño de boquilla.

En el caso de los ensayos con pluviómetros instalados a 0,4 m sobre el suelo, la disminución del coeficiente de uniformidad conforme aumenta el viento es más acusada en el marco 18x18C que en el marco 18x15T. Así, los valores de uniformidad con velocidades de viento de 5 m/s son menores al 70% en el marco 18x18C y cercanos al 80% en el marco 18x15T. Sin embargo, con velocidades de viento bajas, la uniformidad del marco 18x15T es ligeramente menor que en el marco 18x18C. La elección del marco de aspersión debe considerarse en conjunto con otros factores como son el paso de maquinaria, el coste de instalación, etc., dado que el efecto del viento

se atenúa a lo largo de la campaña de riego debido a la variabilidad del viento.

Para cultivos de porte alto como el maíz, la uniformidad registrada con los pluviómetros colocados a 2 m sobre el suelo con el aspersor con aleta deflectora es similar a la obtenida en otros trabajos que utilizan modelos de aspersor convencionales, por lo que este aspersor trabajando a baja presión puede ser utilizado para regar cultivos de distintas alturas. En los ensayos de cobertura total, las pérdidas por evaporación y arrastre calculadas aumentan conforme lo hace la velocidad del viento. Los resultados experimentales indican que las diferencias de PEA entre los marcos analizados dependen de la intensidad del viento, del tamaño de las boquillas y de la presión de trabajo, sin poder concluirse que de forma general sean diferentes.

BIBLIOGRAFÍA

Dechmi, F., Playán, E., Cavero, J., Faci, J.M., Martínez-Cob, A. (2003). Wind effects on solid-set sprinkler irrigation depth and yield of maize (*Zea mays*). *Irrigation Science*, 22(2):67-77. doi: 10.1007/s00271-003-0071-9

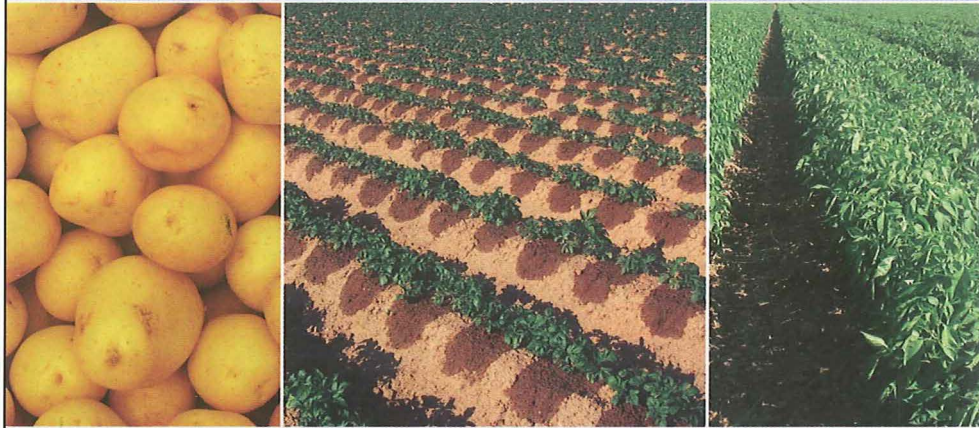
Kincaid, D.C. (1991). Impact sprinkler pattern modification. *Transactions of the ASAE*. 34(6): 2397-2403. doi: 10.13031/2013.31885

Sánchez, I., Zapata, N., Faci, J.M. (2010). Combined effect of technical, meteorological and agronomical factors on solid-set sprinkler irrigation: II. Modifications of the wind velocity and of the water interception plane by the crop canopy. *Agricultural water management*, 97(10): 1591-1601. doi:10.1016/j.agwat.2010.05.013

Regaber

matholding group

GOTERO AUTOCOMPENSANTE PARA RIEGO EN PATATA



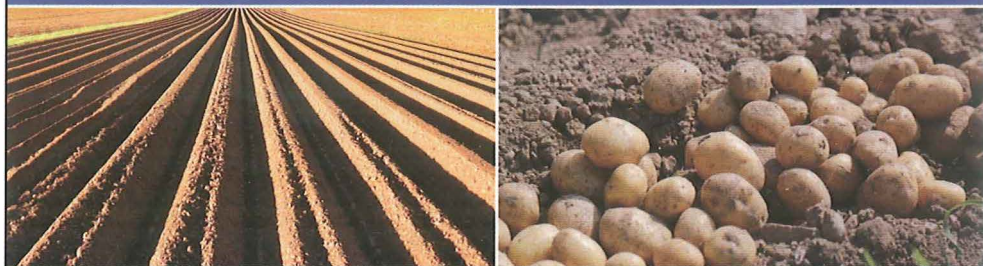
EFITECH®



DripNET® PC

Si eres un agricultor exigente, busca una producción uniforme y abundante, en las mejores condiciones.

LA MEJOR SOLUCIÓN PARA AHORRAR AGUA, ENERGÍA Y FERTILIZANTES



www.regaber.com