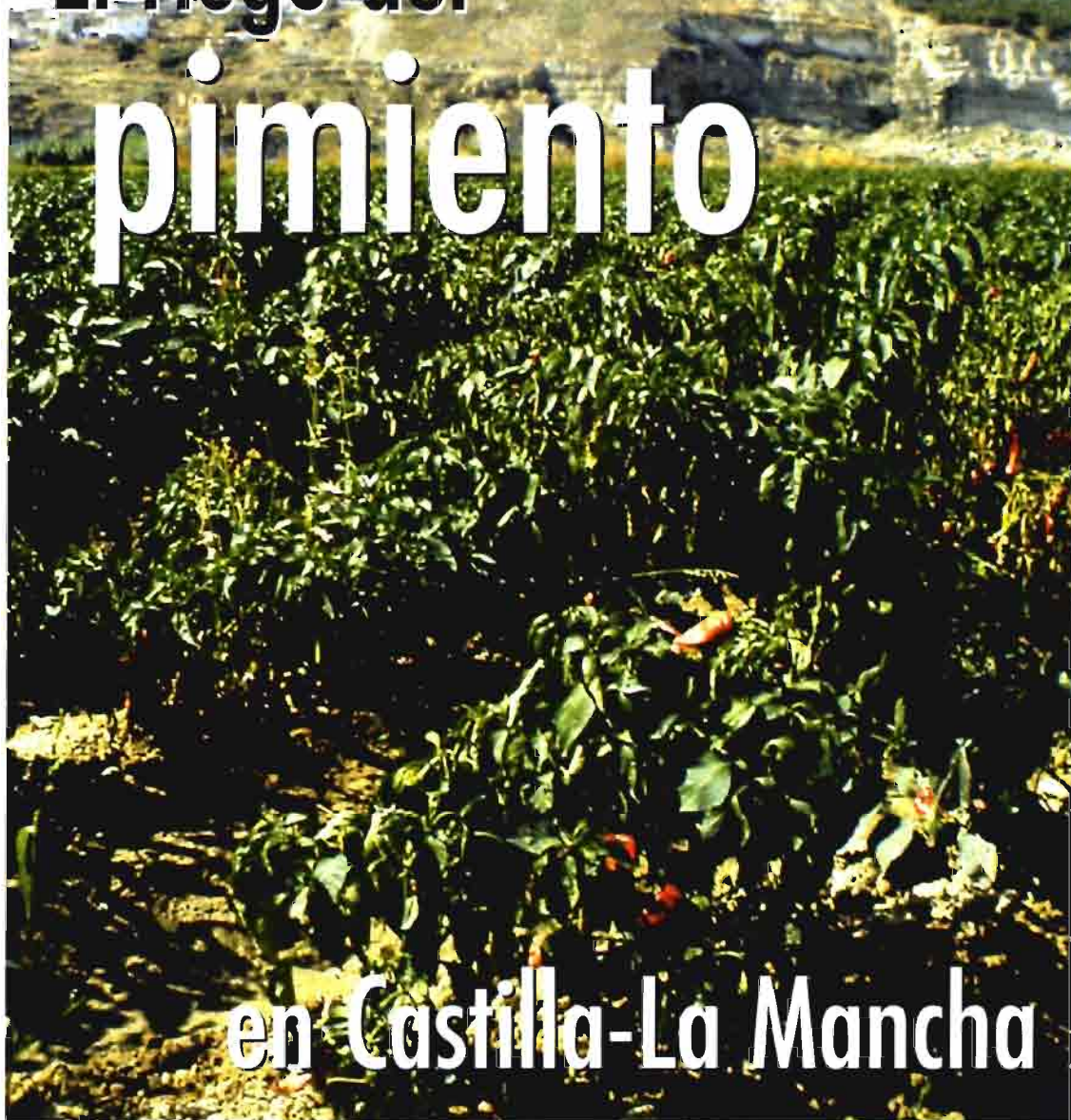


El riego del pimiento



en Castilla-La Mancha

Para hacer un uso eficiente del agua y debido a la actual escasez de este recurso, es necesario aplicar una cantidad que cubra sus necesidades, evitando el aporte de dosis excesivas, pero tampoco de forma que resulten deficitarias. En el Centro de Mejora Agraria "El Chaparrillo" se han realizado ensayos para determinar la dosis de riego en las diferentes técnicas de cultivo, cuyas conclusiones resume este artículo.

Para la aplicación de la dosis óptima es necesario el cálculo de las necesidades

Marta M^a Moreno Valencia^(1,2),
Amparo Moreno Valencia^(1,2),
Francisco Ribas Elcorobarrutia⁽¹⁾,
M^a Jesús Cabello Cabello⁽¹⁾

¹ CMA "El Chaparrillo". SITA de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

² EU de Ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real. Universidad de Castilla-La Mancha.

La creciente escasez de los recursos hídricos exige una optimización del agua de riego, de forma que su utilización sea lo más eficiente posible. Para ello se requiere conocer las necesidades hídricas del cultivo en cada momento de su desarrollo, bajo sus condiciones específicas de clima y suelo, para conseguir la máxima producción potencial del cultivo y evitar el aporte de dosis excesivas o deficitarias que supondrían un despilfarro o crearían situaciones de estrés en las plantas.

El riego es imprescindible en el cultivo de pimiento, ya que esta especie tiene un ciclo vegetativo muy largo y un gran desarrollo aé-

reo en comparación con el escaso y superficial sistema radical. Un aporte de agua irregular, en exceso o en defecto, puede provocar la caída de las flores y frutos recién cuajados y la aparición de podredumbre apical. En terrenos arcillosos o con mal drenaje, un aporte excesivo de agua puede además ocasionar problemas de asfixia radicular en las plantas. Son preferibles dosis pequeñas y frecuentes que aplicaciones abundantes y espaciadas en el tiempo.

Según Nuez et al. (1996), el pimiento, en general, es una especie que se adapta mal al riego por aspersión debido a que con este sistema se favorece el desarrollo y la dispersión de algu-

nas enfermedades. Si la aspersión produce una gota gruesa y el terreno es arcilloso, éste se compacta dificultando la penetración de agua y aire en el suelo. Tampoco se aconseja este sistema de riego en zonas de fuertes vientos y con acusadas pendientes, particularmente si la infiltración del agua en el suelo no es buena.

Los sistemas de riego por goteo permiten una aplicación frecuente de pequeñas cantidades de agua y fertilizantes, que se ajustan a la demanda del cultivo. De esta forma la planta dispone continuamente de nutrientes y humedad suficiente para que la asimilación se realice con el mínimo consumo de energía, incrementándose la rentabilidad del

cultivo y reduciéndose, asimismo, las cantidades de fertilizantes y de agua necesarias al ser mayor su eficiencia.

Necesidades de agua de riego

La necesidad de agua de riego es la cantidad de agua que debe aportarse a un cultivo para asegurar que recibe la totalidad de sus necesidades hídricas, teniendo en cuenta la precipitación efectiva. Según la FAO (Doorenbos y Pruitt, 1986), las necesidades hídricas de los cultivos se corresponden con el nivel de evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades que crece en un campo extenso (una o más hectáreas) en condiciones óptimas de suelo, incluida una fertilidad y un agua suficientes en el que se llega al potencial de plena producción (ETc). Dichas necesidades, que representan el consumo de agua por el cultivo, se expresan en mm/día y dependen de las condiciones meteorológicas, de las características del suelo y del propio cultivo (especie, variedad, estado fenológico, etc.).

Por tanto, las necesidades netas de riego del cultivo (Nn) se calculan mediante la expresión $Nn = ETc - Pe$, siendo Pe la precipitación efectiva, es decir, aquella parte de la lluvia que se

almacena en el volumen de suelo a profundidad radicular y que es consumida por la planta en procesos de evapotranspiración. En riego por goteo y para los ciclos de cultivo al aire libre, la Pe puede considerarse nula a efectos prácticos, por lo que las Nn coinciden con la ETc.

La evapotranspiración del cultivo (ETc) se puede calcular directamente con lisímetros ubicados en la parcela de cultivo o mediante la expresión $ETc = ETo \times Kc$, siendo ETo la evapotranspiración de referencia en mm/día y Kc el coeficiente de cultivo. La ETo hace referencia a la demanda climática, mientras que el Kc es específico del cultivo.

La FAO (Doorenbos y Pruitt, 1986) define la ETo como la tasa de evapotranspiración de una superficie uniforme de gramíneas verdes, en crecimiento activo, de 8 a 15 cm de altura, que no escasean de agua y que somborean totalmente el suelo. La determinación de la ETo se puede hacer directamente, con la utilización de lisímetros, o mediante métodos empíricos a partir de diversos factores climáticos (temperatura, humedad del aire, radiación, insolación, viento, evaporación) obtenidos en estación meteorológica. De todos ellos, el más utilizado es el del evaporímetro de cubeta

El riego es fundamental dado el largo ciclo vegetativo y el gran desarrollo aéreo del pimiento

clase A por adaptarse a períodos cortos de tiempo y por su fácil medida. Se trata de un recipiente cilíndrico de hierro galvanizado, de 1,21 m de diámetro y 25,4 cm de altura, que se coloca en el suelo sobre una plataforma. La evaporación se obtiene por diferencia entre dos lecturas consecutivas en un tornillo micrométrico enrasado al nivel del agua en el

evaporímetro. Conviene tomar las lecturas diariamente, por la mañana y siempre a la misma hora. El cálculo de la ETo se hará normalmente en períodos semanales a partir de los valores de evaporación (Eo) registrados en esas fechas mediante la expresión $ETo = Eo \times Kp$, siendo Kp el coeficiente de tanque o cubeta, que depende del tipo de tanque, características del entorno (cubierta verde baja, barbecho de secano), condiciones climáticas, etc. (Doorenbos y Pruitt, 1986).

El coeficiente de cultivo (Kc) representa la evapotranspiración del cultivo en condiciones de crecimiento y rendimiento óptimas. El valor del coeficiente Kc depende del tipo de cultivo (especie e incluso variedad), ciclo vegetativo, estado fenológico y condiciones específicas en la explotación (densidad de plantas, orientación de las líneas, etc.) y de las condiciones climáticas locales. El Kc varía a lo largo del ciclo, si bien Doorenbos y Pruitt (1986), en cultivos anuales, resumen la evolución de este coeficiente mediante cuatro rectas que representan

cuatro fases distintas de su desarrollo: inicial, de desarrollo, de mediados y de final del período.

En la fase inicial, el valor de Kc es constante y comprende la implantación del cultivo. En la fase de desarrollo, el Kc se representa por una recta ascendente e indica el período en el que el cultivo tiene un rápido crecimiento. La fase de mediados del período se inicia cuando se alcanza un alto porcentaje de superficie de suelo sombreada, en torno al 80%; durante este período, el Kc tiene un valor constante y se mantiene mientras la biomasa foliar del cultivo es elevada



Lisímetro de pesada en un cultivo de pimiento cv. *Infantes*.



Lisímetro de pesada en una parcela de gramíneas.



Estación meteorológica automática.



Evaporimetro de cubeta clase A.

(plena producción). La fase final se inicia cuando se producen las primeras pérdidas de superficie foliar, y se representa por una recta descendente hasta el final del ciclo.

Cálculo de la dosis óptima

En el cálculo de la dosis óptima de riego a aplicar al cultivo hay que considerar, además de las necesidades netas de agua ya comentadas anteriormente (N_n), otras cantidades adicionales para compensar las pérdidas inevitables que se producen por la falta de uniformidad en la aplicación y que dependen en gran parte del diseño de nuestra instalación, las pérdidas incontrolables por percolación en profundidad, fuera del alcance radicular, y las requeridas para el lavado de sales en profundidad en el caso de utilizar aguas salinas, evitando así la salinización del suelo explorado por las raíces. Estas cantidades adicionales, que representan la parte de agua aportada por el riego y no consumida por el cultivo, se cuantifican como porcentajes de la ET_c en un término denominado eficiencia total del sistema (E_{ft}). Así, las necesidades brutas o totales de agua a aplicar en el riego (N_t) vendrán dadas por la siguiente expresión:

$$N_t = \frac{N_n}{E_{ft}}$$

Cuando se utilizan aguas no salinas, $E_{ft} = E_{fu} \times E_{fp}$, es decir,

E_{ft} depende de la eficiencia de uniformidad de la aplicación (E_{fu}) y de la eficiencia de percolación (E_{fp}). E_{fu} coincide cuantitativamente con el coeficiente de uniformidad de la instalación (CU) y representa las variaciones en el caudal aportado por los emisores

FIGURA 1.
Evolución del coeficiente de cultivo (K_c) en pimiento cv. Infantes

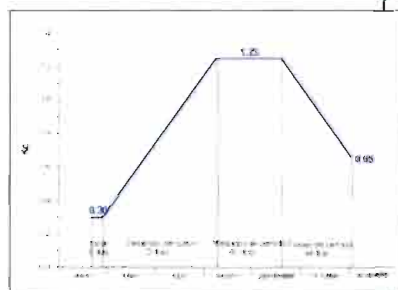
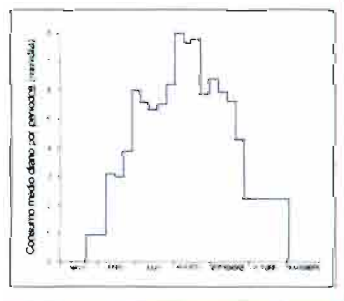


FIGURA 2.
Evolución del consumo medio diario (ET_c) por periodos.



res debido a las diferencias de presión entre distintos puntos de nuestra parcela; en riegos de alta frecuencia, E_{fu} deberá ser al menos 0,9 si el diseño de la instalación es correcto, no siendo recomendable utilizar valores inferiores. E_{fp} depende de la textura del suelo, variando desde 0,9 en suelos arenosos hasta 1,0 en los arcillosos.

En el caso de emplearse para el riego aguas salinas, con efectos negativos para el crecimiento vegetativo y el rendimiento del cultivo, hay que tener en cuenta la aportación de cantidades de agua adicionales para producir el lavado de sales fuera de la zona ocupada por las raíces. Estas cantidades se cuantifican a través de la eficiencia por salinidad del agua de riego (E_{fs}), cuyo valor es $E_{fs} = 1 - RL$, siendo RL la fracción por lavado de sales, equivalente al requerimiento mínimo de lixiviación para controlar las sales dentro de la tolerancia del cultivo. En riegos localizados de alta frecuencia, RL se puede calcular mediante la siguiente expresión (Doorenbos y Pruitt, 1986):

$$RL = \frac{CE_a}{2 \text{ Max } CE_e}$$

siendo CE_a la conductividad eléctrica del agua de riego (dS/m) y $\text{Max } CE_e$ la CE del extracto de saturación para la que el descenso de producción es del 100%. Para el pimiento este valor es de $9 dS/m$ a $25^\circ C$ (Doorenbos y Pruitt, 1986).

En la práctica del riego, E_{fp} y E_{fs} no actúan conjuntamente en el suelo, sino únicamente aquella eficiencia que produzca mayor fracción de pérdidas de agua; es decir:

Si $E_{fp} > E_{fs}$
se aplicará E_{fs} : $N_t = \frac{N_n}{E_{fu} \cdot E_{fs}}$

Si $E_{fp} < E_{fs}$
se aplicará E_{fp} : $N_t = \frac{N_n}{E_{fu} \cdot E_{fp}}$

La frecuencia de los riegos deberá ser tal que permita mantener elevado y más o menos constante el nivel de humedad en el volumen de suelo donde se concentra la mayor densidad ra-

dicular. De forma general, se recomienda aportar riegos diarios en suelos de textura arenosa y franco-arenosa, e incluso fraccionar la dosis diaria en dos o más aportaciones en los muy arenosos. En suelos arcillosos y franco-arcillosos, el riego puede aplicarse cada dos días.

Ensayos experimentales y conclusiones

En el Centro de Mejora Agraria "El Chaparrillo" de Ciudad Real (SITA de Castilla-La Mancha), se han realizado ensayos sobre el cultivo de pimiento cultivar Infantes, en condiciones de acolchado con plástico negro, riego diario por goteo y una densidad de 40.000 plantas/ha, durante cuatro campañas consecutivas (1998-2001).

En la **figura 1** se ha representado la evolución del coeficiente de cultivo (K_c) a lo largo del ciclo, y en la **figura 2** los consumos medios diarios del cultivo (ET_c) por periodos (datos correspondientes al año 2000). Como se observa, los mayores valores corresponden al mes de agosto (en torno a los 8 mm/día), coincidiendo con la época de mayor demanda climática y un desarrollo de las plantas cercano al máximo.

A la vista de los resultados obtenidos se puede extraer que las necesidades hídricas del cultivo oscilan entre 6.500 y 6.900 m^3/ha (período comprendido entre finales de mayo y finales de septiembre), lo que se traduce en unas necesidades totales en torno a los 8.000-8.500 m^3/ha , según campañas. ■

Referencias

Doorenbos J., Pruitt W.O. 1986. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje. 24. Ed. FAO (Roma), 194 pp.

Nuez F., Gil R., Costa J. 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ed. Mundiprensa. 607 pp.