

# La hoja informativa de riegos, en marcha

JOSÉ MARÍA FACI GONZÁLEZ  
ANTONIO MARTÍNEZ COB  
ANGEL BERCERO BERCERO (\*)



**Campo de ensayos.** Riego por inundación en la finca experimental del SIA en Montañana (Zaragoza).

*El Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la Diputación General de Aragón, junto con el Centro Meteorológico Territorial de Aragón, La Rioja y Navarra, han desarrollado una Hoja Informativa de Riegos en Aragón, que se publica los domingos en la prensa regional, con el fin de informar a los regantes sobre las necesidades de riego semanales de los principales cultivos en las distintas comarcas agrarias con superficies importantes de regadío. Estas necesidades se han calculado para unas condiciones medias de cultivo, suelo, prácticas agronómicas y manejo del agua y, por tanto, pueden precisar de reajustes para su aplicación a las condiciones particulares del usuario. El conocimiento de las necesidades de riego de los cultivos a tiempo real es una necesidad para el uso eficiente del agua de riego en los regadíos aragoneses.*

La mayoría de los regadíos aragoneses se encuentran en zonas áridas y semiáridas donde la precipitación es totalmente insuficiente para la producción óptima de los cultivos por lo que el riego es fundamental para la sostenibilidad de estas tierras.

El uso eficiente del agua exige el conocimiento de las necesidades de riego de los cultivos de forma que el riego suministre el agua adicional a la lluvia que el cultivo necesita para su producción óptima.

En los sistemas de riego a presión el ajuste de las cantidades de riego a las necesidades hídricas de los cultivos es sencilla ya que suele existir flexibilidad en el suministro de agua y además la dosis de riego se puede modificar simplemente cambiando la duración del riego. Sin embargo, en los sistemas de riego por superficie, este ajuste del riego a las necesidades es más complicado ya que en muchas ocasiones los riegos se efectúan a turnos y con unas dosis fijas y altas que son muy difíciles de cambiar. Ahora bien, el conocimiento de las necesidades semanales de riego es también una buena orientación para el buen manejo del riego por superficie.

El reto actual de la ingeniería del riego es conseguir un regadío rentable y permanente, introduciendo las mejoras tecno-

lógicas necesarias para obtener un uso eficiente de los recursos hídricos disponibles y disminuyendo al mínimo posible los efectos negativos que se puedan originar sobre el medio ambiente.

## **Comarcas y estaciones meteorológicas incluidas en la Hoja Informativa de Riegos**

Se eligieron aquellas comarcas cuya superficie de regadío supera el 3 % de la superficie total del regadío de Aragón. La Tabla 1 lista las comarcas y estaciones meteorológicas seleccionadas para su inclusión en la *Hoja Informativa de Riegos*.

En cada una de las estaciones meteorológicas listadas en el cuadro 1 se registran datos diarios de temperatura del aire (máxima y mínima) y de precipitación. Asimismo, el funcionamiento de estas estaciones es el adecuado para garantizar que se puede disponer cada semana de los datos mencionados. Estos datos, junto con la información climática general de cada comarca y la información sobre los ciclos de los cultivos más importantes, son la base para efectuar los cálculos necesarios sobre necesidades de riego para la Hoja Informativa de Riegos.

## **Cultivos incluidos en la Hoja Informativa**

Para su inclusión en la *Hoja Informativa de Riegos*, se han seleccionado los cultivos siguientes: 1) alfalfa; 2) maíz; 3) tri-



go; 4) tomate; y 5) plantación adulta de melocotonero sobre el suelo desnudo.

#### Cálculo de necesidades de riego de los cultivos

Las necesidades de riego varían a lo largo del tiempo y dependen fundamentalmente de los siguientes factores: 1) clima; 2) características propias del cultivo; 3) condiciones de suelo; 4) prácticas culturales; y 5) sistema de riego utilizado.

El efecto del clima sobre las necesidades de agua de riego de los cultivos viene dado por la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ). La  $ET_0$  se define como la tasa de evaporación y transpiración de una pradera de festuca, en crecimiento activo sobre una parcela grande, verde, de altura homogénea de entre 8 a 12 cm de altura y bien provista de agua. La  $ET_0$  se calcula en función de diversas variables meteorológicas. Existen diversos métodos de cálculo de  $ET_0$  que utilizan diferentes tipos de variables meteorológicas en el cálculo.

El efecto de las características propias del cultivo en consideración viene dado por el denominado coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), que varía a lo largo del ciclo de cultivo en función de su desarrollo fenológico. Para un cultivo concreto, la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) se calcula multiplicando la  $ET_0$  por su correspondiente  $K_c$ . La evotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) constituye las necesidades hídricas brutas del cultivo (no confundir con las necesidades de riego) para su desarrollo óptimo y representa la cantidad de agua que debe existir en la zona de raíces del cultivo para satisfacer su demanda evaporativa.

Parte de las necesidades hídricas brutas del cultivo son satisfechas por los aportes de la precipitación. No toda la precipitación caída en una zona determinada contribuye a satisfacer esas necesidades ya que se producen pérdidas por escorrentía, percolación profunda, evaporación directa del suelo, etc. Por ello, es necesario calcular la denominada lluvia útil ( $LL_U$ ), que representa la fracción de la precipitación que contribuye a satisfacer la  $ET_c$  de un cultivo. La diferencia entre la  $ET_c$  y la  $LL_U$  es la necesidad hídrica neta del cultivo ( $NH_n$ ), y constituye la cantidad de agua que se ha de suministrar a la zona de raíces mediante el riego.

Finalmente, las necesidades de riego del cultivo ( $NR$ ) representan la cantidad de agua que el sistema de riego ha de proporcionar a pie de parcela para que la cantidad de agua al-

CUADRO 1. COMARCAS Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS PARA EL DESARROLLO DE LA HOJA INFORMATIVA DE RIEGOS EN ARAGÓN

COMARCA	ESTACIÓN METEOROLÓGICA
Almunia-Calatayud	Calatayud «Aguas»
Bajo Aragón-Caspe	Alcañiz «Comarcal»
Cinco Villas	Ejea de los Caballeros «Comarcal»
Cuenca del Jiloca	Calamocha «San Roque»
Hoya de Huesca	Huesca «Monflorite»
Litera-Bajo Cinca	Tamarite de Litera «La Melusa»
Monegros-Bujaraloz	Bujaraloz
Monegros-Sariñena	Sariñena «Comarcal»
Somontano	Barbastro «Comarcal»
Zaragoza	Zaragoza «Aeropuerto»

macenada en la zona de raíces sea igual a las  $NH_n$  del cultivo.

En la Figura 1 se presenta un esquema simplificado de la información y pasos necesarios para calcular las necesidades de riego de un cultivo.

#### Determinación de la evapotranspiración de referencia

Para el cálculo de la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ), se utiliza el método de Hargreaves, que es un método sencillo y que sólo precisa de datos medidos diarios de temperatura del aire. La  $ET_0$  se calcula para cada uno de los siete días del período semanal considerado. Posteriormente, los valores diarios se suman para obtener la  $ET_0$  semanal. Con el método de Hargreaves, la  $ET_0$  diaria se calcula mediante la siguiente expresión:

$$ET_0 = 0,023 R_a \sqrt{TD} (T + 17,8)$$

donde:

$ET_0$  = Evapotranspiración de referencia diaria, mm/día

$R_a$  = Radiación extraterrestre, mm/día

$TD$  = Diferencia entre las temperaturas máxima y mínima diarias, °C

$T$  = Temperatura media diaria, °C

Los valores de la temperatura se obtienen de las estaciones meteorológicas consideradas y la radiación extraterrestre se obtiene a partir de la latitud de la estación meteorológica y del día del año.

FIGURA 1. ESQUEMA DEL PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LAS NECESIDADES DE RIEGO DE LOS CULTIVOS





## Cálculo de los coeficientes de cultivo

El coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) es un parámetro que depende de las características de cada cultivo y varía a lo largo de su ciclo. En el caso de los cultivos anuales (maíz, trigo y tomate en la *Hoja Informativa de Riegos*), el cálculo del coeficiente de un cultivo determinado se realiza dividiendo la duración de su ciclo en cuatro fases.

En el caso de la alfalfa, el valor de su  $K_c$  es máximo en el momento anterior al corte y mínimo en el momento posterior. Para facilitar el proceso se considera un valor medio del  $K_c$  para todo el año en función de las condiciones climáticas generales de la comarca.

En el caso de los cultivos leñosos, se utiliza cada mes un coeficiente de cultivo, determinado en función de las condiciones climáticas generales de la comarca considerada.

mucha escorrentía superficial debido a la alta intensidad de la precipitación. Asimismo, la lluvia es muy variable de unas zonas a otras incluso a escasa distancia.

Por todo estos factores, el regante deberá descontar la lluvia útil de su propia explotación o la de una estación meteorológica cercana. Como una aproximación aceptable, se puede estimar la lluvia útil como un 75 % de la lluvia total registrada. En la *Hoja Informativa de Riegos* se ha incluido la lluvia útil de las estaciones meteorológicas utilizadas.

## Determinación de las necesidades hídricas netas

Las necesidades hídricas netas del cultivo ( $NH_n$ ) se calculan como la diferencia entre  $ET_c$  y lluvia útil:

$$NH_n = ET_c - LL_u$$

Los valores de esta ecuación se expresan en mm/semana.



**Estación agrometeorológica.** Instrumentación manual y electrónica instalada en Monegros.

## Determinación de la evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) se determina mediante la expresión siguiente:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

Para cada comarca y cultivo seleccionados, se calcula la  $ET_c$  diaria. El valor semanal de la  $ET_c$  se obtiene sumando los correspondientes valores de cada uno de los siete días de la semana considerada.

Para aquellos cultivos y comarcas agrarias no incluidos en la *Hoja Informativa de Riegos*, el regante puede obtener información sobre coeficientes de cultivo y valores de  $ET_c$  para un año medio en la publicación titulada *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*, que publicará próximamente la Institución Fernando el Católico.

## Determinación de la lluvia útil

La lluvia útil es la proporción de la lluvia total caída en una determinada zona que se almacena en la zona de las raíces de un cultivo y que éste utiliza en el proceso de la evapotranspiración. La lluvia útil depende de la intensidad y magnitud de la lluvia, de la capacidad de retención de agua del suelo, del contenido de humedad antes de la lluvia, de la pendiente del terreno, etc. Por ejemplo, en una tormenta de verano, la lluvia útil puede ser muy baja ya que se producirá

CUADRO 2. EJEMPLO DE LA HOJA INFORMATIVA DE RIEGOS

AÑO 1997		SEMANA DEL 16 AL 22 DE MAYO				
Comarca	Lluvia útil	(litros/m <sup>2</sup> y semana)				
		Necesidades de riego de los cultivos				
		Alfalfa	Maíz	Trigo	Tomate	Melocotón
Almunia-Calatayud	7,2	30,9	18,7	38,2	19,1	28,0
Bajo Aragón-Caspe	28,6	37,4	21,9	45,9	22,3	33,9
Cuenca Jiloca	27,8	33,0	21,5	40,4	21,5	—
Cinco Villas	16,6	32,8	19,7	40,3	20,1	—
Hoya Huesca	11,6	32,7	20,0	40,4	20,0	—
Litera-Bajo Cinca	4,1	38,7	23,0	43,8	23,0	35,0
Monegros-Bujaraloz	6,2	36,0	21,5	44,3	21,5	—
Monegros-Sariñena	3,8	35,6	21,2	43,7	21,2	—
Somontano	25,9	33,3	20,4	41,2	20,0	—
Zaragoza	16,1	36,8	21,5	45,3	21,5	33,3

Descuento de las necesidades de riego, la lluvia útil de su comarca.

Las necesidades de riego son valores orientativos calculados para una eficiencia del 75 %.

1 litro/m<sup>2</sup> = 1 mm = 10 m<sup>3</sup>/ha.

Para más información contacte con las Agencias Comarcales de Extensión Agraria o con el Servicio de Investigación Agroalimentaria (Teléfono: 976 57 64 11).

## Determinación de las necesidades de riego

La eficiencia de aplicación del riego ( $E_a$ ) se define como el cociente entre el volumen de agua que queda almacenado en la zona radicular del cultivo y el volumen aplicado a la parcela de riego.

Las necesidades de riego se calculan con la expresión siguiente:

$$NR = NH_n / (E_a/100)$$

donde  $E_a$  es la eficiencia del sistema de riego (en tanto por ciento) y  $NH_n$  y  $NR$  se expresan en mm/semana.

En la *Hoja Informativa de Riegos*, a efectos de simplificación, las  $NR$  se calculan suponiendo que la  $E_a$  es de un 75 %, valor que corresponde a un sistema de riego con un manejo relativamente aceptable.

El cuadro 2 presenta un ejemplo de la *Hoja Informativa de Riegos* para una semana del mes de mayo de 1997. ■