

22 JUL 1997

# Hoja Informativa de Riegos para los principales cultivos en Aragón

## Introducción.

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. 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. El objetivo de esta *Hoja Informativa de Riegos* es 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.

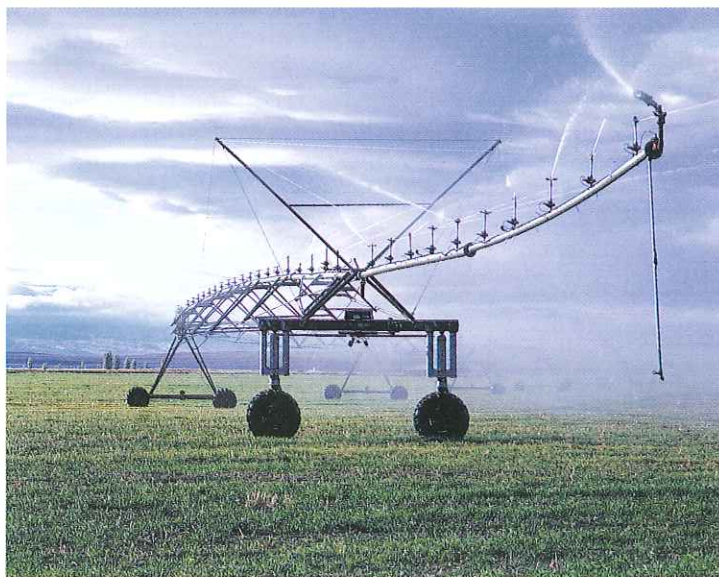


Foto 1. Riego por aspersión.

## El regadío en Aragón.

El regadío es el mayor usuario de agua en Aragón. La superficie en regadío de Aragón asciende a 404.684 ha., lo que supone un 21,6% de sus tierras de cultivo. Esta cifra se verá incrementada cuando finalicen las ampliaciones de regadíos de Bardenas, Monegros y otros planes previstos.

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. Los sistemas de riego utilizados incluyen fundamentalmente, sistemas de riego por superficie y sistemas de riego a presión tales como aspersión y localizados.

El uso eficiente del agua exige el conocimiento de las necesidades de riego de los cultivos, de forma que las cantidades de agua de riego aplicadas, queden almacenadas en la zona de raíces y cubran los consumos de agua del cultivo.



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 sostenible, introduciendo las mejoras tecnológicas 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.

## Qué comarcas y estaciones meteorológicas se incluyen en la hoja informativa de riegos.

Las comarcas incluidas en la *Hoja Informativa de Riegos*, se seleccionaron en primer lugar en función de la importancia relativa de su superficie de regadío. Así, se eligieron aquellas comarcas cuya superficie de regadío supera el 3% de la superficie total del regadío de Aragón. Un segundo criterio de selección fue la existencia de una estación meteorológica adecuada, bien situada y mantenida, fiable y capaz de proporcionar cada semana los datos diarios registrados de temperatura del aire (máxima y mínima) y de precipitación total. La *Tabla 1*, lista las comarcas y estaciones meteorológicas seleccionadas para su inclusión en la *Hoja Informativa de Riegos*.

**Tabla 1. Comarcas y estaciones meteorológicas seleccionadas para el desarrollo de una 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'

En cada una de las estaciones meteorológicas listadas en la *Tabla 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 de forma centralizada para su informatización. 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*.

## Qué cultivos se incluyen en la hoja informativa de riegos.

Para su inclusión en la *Hoja Informativa de Riegos*, se han seleccionado los cultivos siguientes: 1) alfalfa; 2) maíz; 3) trigo; 4) tomate; y 5) plantación adulta de melocotonero sobre suelo desnudo. Los cultivos de alfalfa, maíz y trigo se han seleccionado porque son los cultivos herbáceos más extendidos en los regadíos aragoneses. El tomate se ha seleccionado por ser un cultivo hortícola de amplia implantación en distintas comarcas. Por último, el melocotonero se ha elegido como una plantación frutal representativa de los cultivos leñosos en los regadíos aragoneses.



Para un mismo cultivo, las necesidades de riego no son únicas ya que dependen de la variedad y de su ciclo de cultivo. Así, por ejemplo, una variedad de maíz de ciclo 700 tendrá unas necesidades hídricas mayores que un maíz de ciclo 500. En el desarrollo de la *Hoja Informativa de Riegos* se han calculado las necesidades de riego para unas variedades de tipo medio, con unos ciclos de cultivo medios y representativos de los de la generalidad de las variedades de cada cultivo.

## Cómo se calculan las necesidades de riego de los cultivos.

La determinación de las necesidades de riego es fundamental para el riego eficiente de los cultivos. El riego debe suministrar a los cultivos el agua adicional a la lluvia que necesitan para su producción óptima. 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 del 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 evapotranspiración 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 agua mediante 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 (LLU), 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 LLU 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 almacenada en la zona de raíces sea igual a las  $NH_n$  del cultivo.

Ningún sistema de riego tiene una eficiencia del 100% y, por ello, las necesidades de riego son superiores siempre a las  $NH_n$ . El conocimiento de la eficiencia del sistema de riego empleado es fundamental para determinar las necesidades de riego del cultivo. En la *Hoja Informativa de Riegos* se considera, a título orientativo, una eficiencia media del sistema de riego de un 75%.

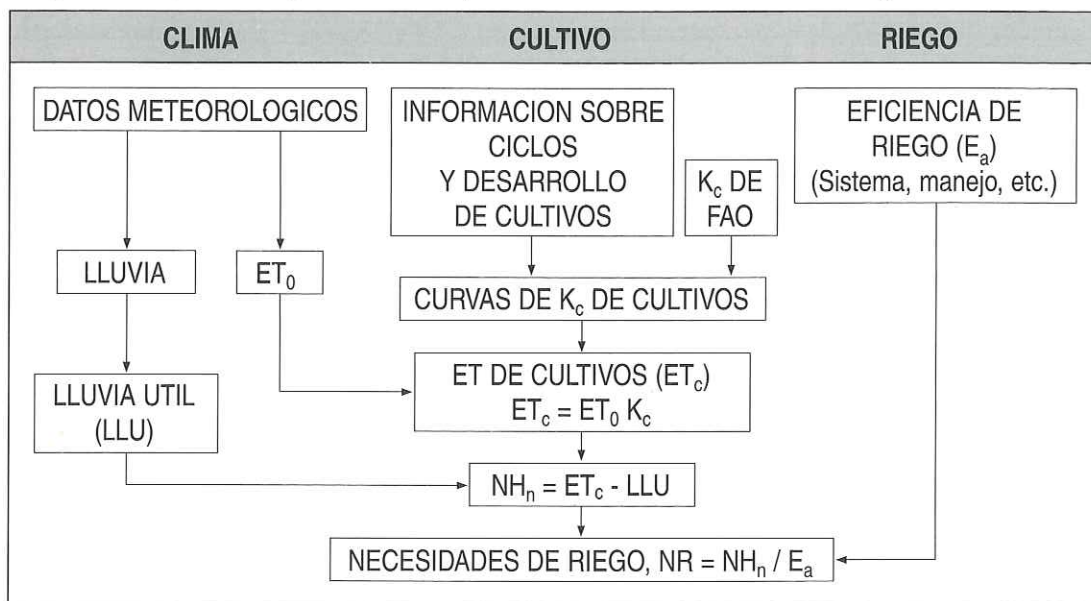
En la *Figura 1* se presenta un esquema simplificado de la información y pasos necesarios para calcular las necesidades de riego de un cultivo.

Por otro lado, las dosis aplicadas en riego no deben superar a la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. Cuando el riego supera esta capacidad de retención, se produce un exceso de agua aplicada que se traduce en pérdidas por percolación. Por ello, el establecimiento de las dosis adecuadas de riego requiere el conocimiento de las características del suelo.

La gran variabilidad de tipos de suelos existentes en Aragón, así como la diversidad de sistemas de riego y prácticas culturales utilizadas en las distintas zonas regables, dificultan la inclusión de las características de los suelos en el cálculo de las necesidades de riego de los cultivos (NR). Por ello, la *Hoja Informativa de Riegos*, cuyo desarrollo se presenta en esta *Hoja Divulgadora*, no tiene en cuenta la influencia de las características del suelo sobre las NR. A pesar de ello, hay que recalcar que la influencia del suelo puede ser muy importante. Por ejemplo, si un suelo es poco profundo o de textura gruesa (un ejemplo típico serían los suelos de saso), será necesario aumentar la frecuencia de riegos y disminuir las dosis aplicadas en cada riego de manera que éstas no superen la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, que en suelos de estas características es relativamente reducida.

Asimismo, el agua de riego siempre lleva, en mayor o menor medida, una cierta cantidad de sales disueltas. Estas sales se pueden ir acumulando en la zona de las raíces de los cultivos, salvo que el volumen de agua de riego aplicada sea algo superior a las necesidades de riego de los cultivos. En consecuencia, una pequeña fracción del agua de riego, conocida como fracción de lavado, debe percolar más allá de la zona de raíces para evitar la acumulación de sales en el perfil del suelo explorado por las raíces de los cultivos. Dependiendo de la salinidad del agua de riego y de la sensibilidad de cada cultivo a la salinidad, sus necesidades de lavado serán mayores o menores. El regante debería, pues, incrementar las necesidades de agua de riego presentadas en la *Hoja Informativa de Riegos* para tener en cuenta las necesidades de lavado de sales que pudiesen existir en su explotación. La fracción de lavado es significativa cuando el agua de riego tiene una salinidad elevada. Afortunadamente, las aguas de riego en la mayoría de los regadíos aragoneses tienen una calidad aceptable.

Figura 1. Esquema del procedimiento para calcular las necesidades de riego de los cultivos.



### 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:

$$ET_0 = 0,023 R_a TD^{1/2} (T + 17,8)$$

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.

### Cálculo de los coeficientes de cultivo.

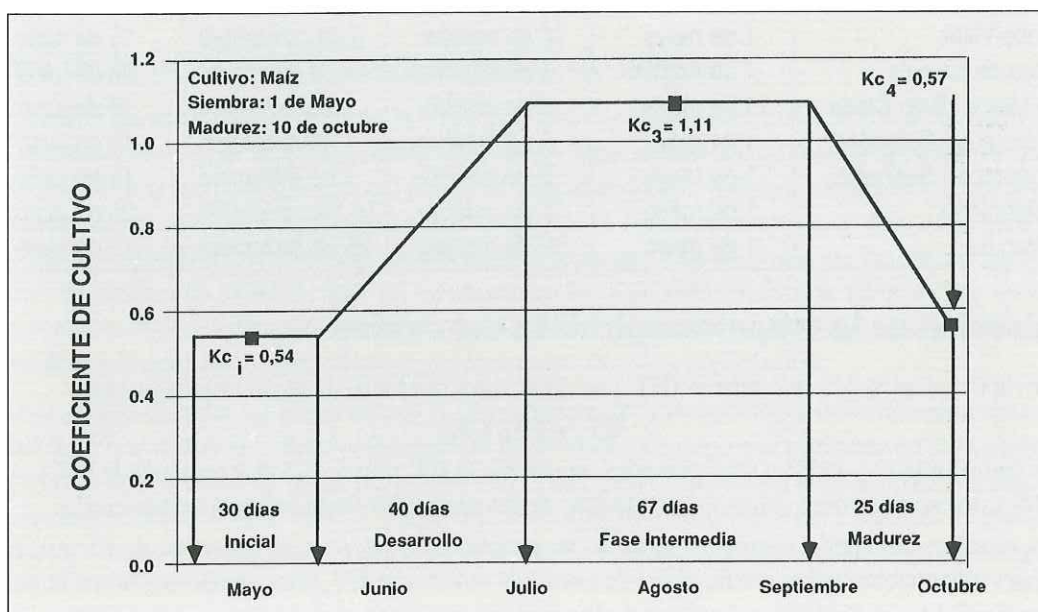
El coeficiente de cultivo es un parámetro que depende de las características de cada cultivo y varía a lo largo de su ciclo. En el caso de los cultivos anuales (maíz, trigo y tomate en la *Hoja Informativa de Riegos*),



el cálculo del coeficiente de un cultivo determinado se realiza dividiendo la duración de su ciclo en cuatro fases (Figura 2):

- 1) **Fase inicial:** germinación y crecimiento inicial. Esta fase transcurre desde la siembra hasta que el cultivo alcanza un 10% de suelo sombreado. El suelo sombreado se define como el porcentaje de la superficie del suelo a la que el cultivo da sombra cuando los rayos de sol inciden verticalmente.
- 2) **Fase de desarrollo del cultivo.** Esta fase transcurre desde el final de la fase inicial hasta que el cultivo alcanza una cubierta efectiva completa (un 70 a 80% de suelo sombreado).
- 3) **Fase intermedia.** Esta fase va desde que se alcanza una cubierta efectiva completa hasta el comienzo de la senescencia y maduración del cultivo.
- 4) **Fase de maduración.** Esta fase dura desde el final de la fase anterior hasta que el cultivo alcanza su plena maduración o hasta la recolección.

**Figura 2. Ejemplo de curva de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ), para un cultivo de maíz, sembrado a primeros de mayo y cuya madurez fisiológica se produce a mediados de octubre, para unas condiciones climáticas medias en Aragón.**



En cada una de estas fases, se determina el valor del coeficiente de cultivo (Figura 2). En la fase inicial, el coeficiente de cultivo inicial ( $K_{c_i}$ ) se determina en función del valor medio de la evapotranspiración de referencia durante esta fase y de la frecuencia de humedecimiento del suelo mediante riegos o lluvias. En la fase intermedia, el coeficiente de cultivo ( $K_{c_3}$ ) se determina en función de las características propias del cultivo y de las condiciones climáticas generales de la comarca agraria. En la fase de desarrollo, el coeficiente de cultivo se calcula mediante interpolación entre el coeficiente  $K_{c_i}$  y el coeficiente  $K_{c_3}$ . Al final de la fase de maduración, el coeficiente de cultivo ( $K_{c_4}$ ) se calcula asimismo en función del cultivo considerado y de las condiciones climáticas generales de la comarca. El coeficiente de cultivo a lo largo de dicha fase se determina por interpolación entre el coeficiente  $K_{c_3}$  y el coeficiente  $K_{c_4}$  (Figura 2).

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 de cálculo 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.

Para la elaboración de la *Hoja Informativa de Riegos* se utilizan los coeficientes de cultivo mensuales para un año medio publicados en el trabajo *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*. En este trabajo se calcularon, como se explica en los párrafos anteriores, los coeficientes de cultivo de los cultivos incluidos en la *Hoja Informativa de Riegos*, a partir de: 1) valores de  $K_c$  tabulados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en la publicación *Las necesidades de agua de los cultivos*; 2) condiciones climáticas generales de las comarcas

(humedad relativa mínima y velocidad del viento); y 3) información local agronómica sobre ciclos y etapas de desarrollo de los cultivos en las distintas comarcas agrarias de Aragón, información obtenida a través de las Agencias de Extensión Agraria. Ambas publicaciones se listan al final de esta *Hoja Divulgadora* para el caso de que el lector quiera ampliar el conocimiento del tema. En la *Tabla 2* se listan las fechas de siembra y madurez fisiológica para un año medio y un cultivar tipo de los cultivos de maíz y trigo en las comarcas agrarias que se incluyen en la *Hoja Informativa de Riegos*. Para el tomate se consideró que la fecha de trasplante es el 1 de mayo y la fecha de recolección el 15 de septiembre.

**Tabla 2. Fechas de siembra y de madurez fisiológica de los cultivos de maíz y trigo (año medio y cultivares tipo) utilizadas en la Hoja Informativa de Riegos.**

Comarca	Maíz		Trigo	
	Siembra	Madurez	Siembra	Madurez
Almunia - Calatayud	1 de mayo	10 de octubre	25 de noviembre	20 de junio
Bajo Aragón - Caspe	1 de mayo	10 de octubre	1 de diciembre	20 de junio
Cuenca del Jiloca	1 de mayo	20 de octubre	1 de noviembre	5 de julio
Cinco Villas	1 de mayo	10 de octubre	5 de noviembre	15 de junio
Hoya de Huesca	1 de mayo	5 de octubre	1 de diciembre	20 de junio
La Litera - Bajo Cinca	1 de mayo	5 de octubre	1 de diciembre	15 de junio
Monegros - Bujaraloz	1 de mayo	5 de octubre	1 de diciembre	15 de junio
Monegros - Sariñena	1 de mayo	5 de octubre	1 de diciembre	15 de junio
Somontano	1 de mayo	15 de octubre	15 de noviembre	25 de junio
Zaragoza	1 de mayo	10 de octubre	25 de diciembre	15 de junio

### Determinación de la evapotranspiración del cultivo.

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

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

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 *Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón*.

### 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. No toda el agua de lluvia es útil ya que parte de ésta se puede perder por escorrentía, por percolación, por evaporación antes de infiltrarse en el suelo, etc. 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 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 todos 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:

$$NH_n = ET_c - LLU$$

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



## Determinación de las necesidades de riego.

Ningún sistema de riego es 100% eficiente. La eficiencia de aplicación del riego 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.

En consecuencia, 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.

Los valores de la  $E_a$  de los distintos sistemas de riego dependen de sus propias características y de su manejo. A título ilustrativo, unos valores medios aproximados de eficiencia en sistemas bien manejados pueden ser los siguientes: a) sistema de riego por inundación, 75%; b) sistema de riego por aspersión, 80%; c) sistema de riego por goteo, 90%. Valores de eficiencia más bajos pueden deberse a diversos problemas, tales como un mal manejo del riego, dosis elevadas de aplicación del riego, falta de uniformidad de distribución del agua aplicada, etc. 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.

## Esquema de la hoja informativa semanal de riegos.

La *Tabla 3* presenta un ejemplo de la *Hoja Informativa de Riegos*. Los valores de las necesidades de riego se expresan en litros por metro cuadrado y semana y representan la cantidad de agua que se debe aplicar con un sistema de riego cuya eficiencia sea del 75%, suponiendo que no haya habido lluvia útil alguna y que las necesidades de lavado son despreciables. El usuario de la *Hoja Informativa de Riegos* deberá estimar la lluvia útil en su explotación o estación meteorológica cercana y descontarla de las necesidades de riego semanales. Los valores de la lluvia útil que aparecen en la *Hoja Informativa de Riegos* corresponden a las estaciones meteorológicas utilizadas en cada comarca. Debido a la alta variabilidad de la precipitación estos valores pueden coincidir en mayor o menor grado con los de cada explotación.

Esta forma de calcular las necesidades de riego difiere de la metodología descrita anteriormente en que la lluvia útil (LLU) se descuenta directamente de las necesidades de riego que aparecen en la *Hoja Informativa de Riegos* y no de la evapotranspiración del cultivo ( $ET_c$ ) tal como se menciona en el apartado de determinación de las necesidades hídricas netas ( $NH_n$ ). Se ha utilizado este procedimiento para facilitar el uso de la *Hoja Informativa de Riegos* a los regantes, ya que pueden tener en cuenta la lluvia útil de su propia explotación.

**Tabla 3. Ejemplo de la Hoja Informativa de Riegos de la semana del 16 al 22 de mayo de 1997.**

HOJA INFORMATIVA DE RIEGOS ■ Año 1997 ■ Semana n.º 21 ■ Del 16 al 22 de mayo						
Comarca	(litros/m <sup>2</sup> y semana)					
	Lluvia útil	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).

## Utilización de la hoja informativa de riegos.

El volumen semanal de riego a aplicar se determinará restando la lluvia útil a los valores proporcionados en la *Tabla 3*. Por ejemplo, en un cultivo de alfalfa en la comarca de Monegros-Bujaraloz se puede observar que el consumo de la semana considerada es de 36,0 l/m<sup>2</sup>. Como la lluvia útil de esa semana fue de 6,2 l/m<sup>2</sup>, el volumen semanal de riego a aportar al finalizar esa semana es:

$$36,0 - 6,2 = 29,8 \text{ l/m}^2$$

Con esta cantidad de agua de riego, la humedad del suelo volverá a capacidad de campo. Si la pluviometría del sistema de riego es, por ejemplo, de 7,0 l/m<sup>2</sup> y hora, la duración del riego será:

$$29,8 / 7,0 = 4,3 \text{ horas}$$

### Lecturas adicionales:

Doorenbos, J., Pruitt, W.O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO Riegos y Drenajes 24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 194 pp.

Faci, J.M. 1992. Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón. Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza. Zaragoza. 125 pp.

Faci, J.M., Martínez Cob, A. 1991. Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón. Diputación General de Aragón. Zaragoza. 115 pp.

Martínez Cob, A., Faci, J.M., Bercero, A. 1997. Evapotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón. Institución Fernando el Católico, Diputación de Zaragoza. Zaragoza (en prensa).

Smith, M. 1993. CROPWAT. Programa de ordenador para planificar y manejar el riego. Estudio FAO Riegos y Drenajes 46. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 141 pp.

#### Información elaborada por:

<b>José M. Faci González</b>	Unidad de Suelos y Riegos, Servicio de Investigación Agroalimentaria, Diputación General de Aragón.
<b>Antonio Martínez Cob</b>	Estación Experimental de Aula Dei, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
<b>Angel Bercero Bercero</b>	Servicio de Formación y Extensión Agraria, Diputación General de Aragón.

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:  
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Medio Ambiente de la D.G.A.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:  
Apartado de Correos 617 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 57 63 11, ext. 256.

■ **Edita:** Diputación General de Aragón. Dirección General de Tecnología Agraria. Servicio de Formación y Extensión Agraria. ■ **Composición:** Centro de Técnicas Agrarias.  
■ **Imprime:** Los Sitios, talleres gráficos. ■ **Depósito Legal:** Z-3094/96. ■ **I.S.S.N.:** 1137/1730.



Departamento de Agricultura  
y Medio Ambiente