



2 hm³

JUNTA DE ANDALUCÍA

CONSEJERÍA AGRICULTURA

S. A. R.

Servicio de asesoramiento al
regante



Camino de Écija Km. 2
Telf. 957338522
689100834
625424143
www.crsalvagarcia.es

Consejos Riego – H₂O

ÍNDICE

1. **Introducción.**
2. **El uso de un método de riego.**
3. **El agua en el suelo y la planta.**
4. **Programación de riego.**
5. **Aumento de la eficiencia de riego.**

1. Introducción

En nuestro país, la superficie de regadío crece constantemente y el uso de agua para sus cultivos se sitúa ya en torno al **80%** del total. Este hecho, junto con unos aportes muy poco estables en el tiempo ha provocado un interés en los **recursos hídricos**. Otra vía de actuación muy necesaria estriba en la **mejora y modernización de infraestructuras** en gran número de zonas con objeto de mantener regadíos competitivos y eficientes.

El **efecto positivo** del regadío es evidente en el ámbito social, creando un mayor empleo, y en el económico al representar gran parte de la producción final agraria con mucha menor superficie de cultivo.

Regar supone completar las necesidades de agua de los cultivos que no son satisfechas por la lluvia favoreciendo así su crecimiento. Los métodos de riego abarcan las diferentes formas de aplicar el agua al suelo de manera que ésta pueda ser aprovechada por las plantas. Para la elección de uno u otro método ha de tenerse en cuenta numerosos factores; entre otros la topografía y geometría de la parcela, el cultivo y el tipo de suelo, la disponibilidad y calidad del agua de riego y ciertos aspectos económicos y medioambientales.

2. El uso de un método de riego

Depende de numerosos factores, entre los que es preciso destacar los siguientes:

- La **topografía** del terreno y la **forma** de la parcela, es decir la pendiente, longitud y anchura, si existen caminos, u otro tipo de elemento que pueda interferir en el riego y la posibilidad de que el agua pueda ser llevada hasta la parcela sin un coste excesivo.
- Las **características físicas del suelo**, en particular las relativas a su capacidad para almacenar el agua de riego que debe ser puesta a disposición de las raíces de las plantas.
- **Tipo de cultivo**, del que es especialmente necesario conocer sus necesidades de agua para generar producciones máximas, así como su comportamiento en situaciones de falta de agua.
- **La disponibilidad de agua**, aspecto muy relevante en cuanto puede ser necesario programar los riegos no en función de las necesidades de agua del cultivo sino de la posibilidad de que exista agua suficiente para regar y el **coste** de la misma.
- La **calidad del agua de riego**, lo que puede ser determinante en la elección tanto del método de riego como de ciertos componentes de la instalación.
- La **disponibilidad de mano de obra**, con la que se garantice la ejecución de todas las labores precisas durante el desarrollo del cultivo, en particular las referidas al riego.
- El **coste de la instalación** de cada sistema de riego en particular, tanto en lo que se refiere a inversión inicial como en la ejecución de los riegos y mantenimiento del sistema.
- El **efecto en el medio ambiente**, especialmente en el uso eficiente del agua, y la erosión del suelo

En la actualidad son tres los métodos de riego utilizados como forma de aplicar el agua al suelo:

1. Localizado
2. Aspersión
3. Superficie

Como riego a destacar en la zona y por su eficiencia tenemos

Riego localizado

Ventajas

- Permite un mayor ahorro de agua.
- Reduce los daños por salinidad en cultivos sensibles.
- Alta eficiencia de aplicación del riego.
- Reducción de la aparición de malas hierbas.
- Posibilidad de realizar fertirrigación.
- No requiere modificar los calendarios de labores.
- No requiere nivelación del terreno.

Cantidad de agua que se destina a riego en España

Según la Encuesta sobre el uso del agua en el sector agrario, el uso de agua de las explotaciones agrarias ascendió a 15.865 hectómetros cúbicos en el año 2006, lo que supone una disminución del 4 % respecto a 2005.

Distribución en el uso del agua de riego por cultivos

El 80% de las superficies de regadío en España se utiliza en regar diez cultivos herbáceos básicos, y los diez cultivos leñosos más importantes.

3. El agua en el suelo y la planta

3.1 Necesidades hídricas

El cálculo adecuado de las necesidades de agua de los cultivos es fundamental para suministrar la dotación realmente requerida por estos. Asimismo, una correcta programación de riegos nos informaría de cuándo y en qué dosis se deberían aplicar.

Para el cálculo del volumen de agua requerida para el riego necesitamos conocer tres aspectos:

Características físicas del suelo

- Textura

Cultivo y sus aspectos

- Tipo de cultivo
- Las fechas representativas en el desarrollo del cultivo (siembra, poda..)
- El marco de plantación el sistema de riego
- Eficiencia del sistema de riego

Serie de datos atmosféricos-climatológicos:

- Temperatura
- Radiación solar
- Humedad
- Viento
- Precipitaciones

Tabla Consumo de agua de las explotaciones agrícolas por tipos de cultivos/técnicas de riego (Unidades: miles de metros cúbicos). Año 2006

	España	Andalucía	%
Herbáceos	7.088.133	721.934	10
Frutales	3.034.800	537.028	17.7
Olivar y Viñedo	2.681.770	1.467.884	54
Patatas y hortalizas	1.264.370	315.461	25
Otros tipos de cultivos	1.795.882	734.409	41
TOTAL tipos de cultivos	15.864.955	3.776.716	24
Aspersión	3.409.289	398.595	12
Goteo	5.263.360	2.451.483	46
Gravedad	7.165.666	923.176	13
Otros	26.640	3.462	13
TOTAL técnicas de riego	15.864.955	3.776.716	24

3.2 Características físicas del suelo

Los suelos están compuestos de partículas minerales de **arena, limo y arcilla**,

La proporción que exista de cada uno de estos grupos define la **textura** del suelo y su **porosidad**.

Estas características físicas de un suelo son las que determinan la forma y cantidad en que el agua aplicada con un riego es absorbida, infiltrada y redistribuida

Dependiendo de la proporción de arena, limo y arcilla se pueden tener muy diversas texturas:

3.3 El agua en el suelo

Valores para cada tipo de suelo

Punto de saturación: situación a partir de la cual el suelo no puede albergar mas agua.

Capacidad de campo (C.C), es la cantidad máxima de agua que se puede almacenar en un suelo y ser utilizada por las plantas.

Punto de marchitez permanente (P.M.P), contenido de agua a partir del cual la planta no puede continuar la extracción
 Agua disponible para el cultivo: corresponde al volumen total de agua que el cultivo podría extraer,

$$AD = (CC - PMP) * Z$$

Siendo z la profundidad de raíces

Nivel de agotamiento permisible (NAP), valor por debajo del cual, aunque haya agua disponible en el suelo, el cultivo empieza a ver afectado su crecimiento y producción.

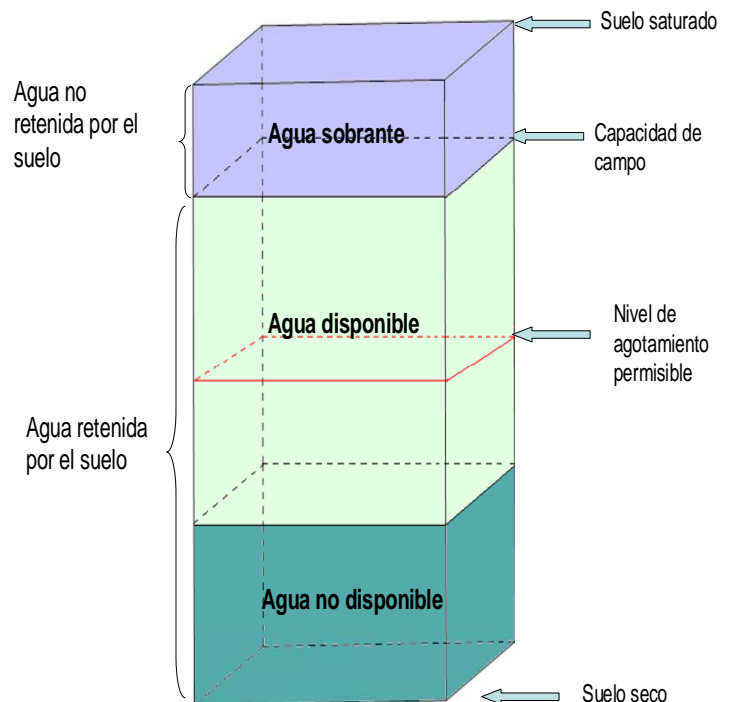
Suelo arcilloso

- Suelos pesados o de textura fina
- Infiltración lenta desde superficie a zonas profundas
- Poros muy pequeños, dificultad absorción de agua por las raíces.
- Suelos con mala aireación y es frecuente encontrar problemas de encharcamiento

Suelo arenoso

- Suelo con textura gruesa o suelo ligero
- Gran capacidad para absorber el agua e infiltrarla a zonas mas profundas.
- Poros grandes, las raíces no encuentran dificultad absorción
- Dificultad exploración de agua por las raíces.
- Poca retención agua
- No presenta problemas encharcamiento

Esquema de los distintos niveles de contenido de agua en el suelo



PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SUELO

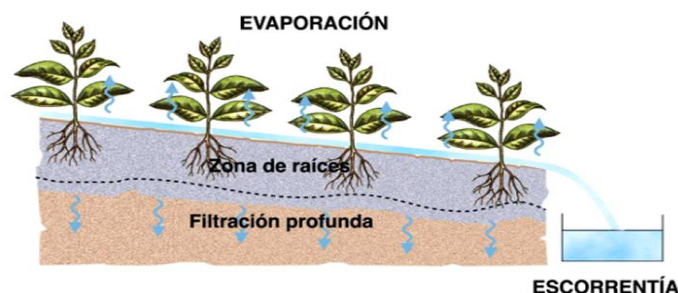


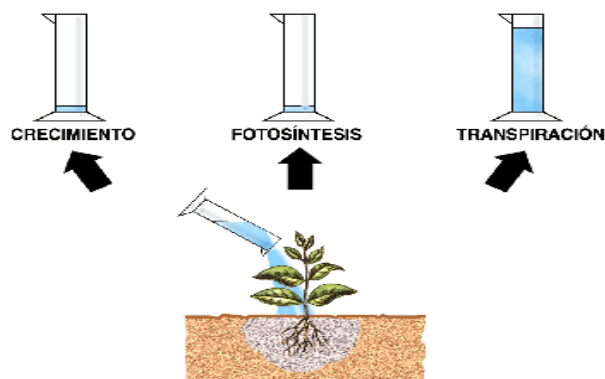
Tabla Contenido de agua en el suelo (cm³ de agua por cm³ de suelo)

Tipo de suelo	Capacidad de campo (cm ³ /cm ³)	Punto de marchitez permanente (cm ³ /cm ³)	Volumen disponible por m de profundidad
Arenoso	0.15	0.07	80
Limoso	0.31	0.14	170
Arcilloso	0.44	0.21	230

PROGRAMACIÓN DE RIEGO

4.1 Objetivos en la programación de riego

Con la programación de riegos se trata de determinar cuando se ha de regar y cuanta agua aplicar de manera que se pueda conseguir ahorro de agua y de abono con la máxima producción y calidad del producto, una mejora de la calidad de los productos, ahorro en abono, etc.



Las estrategias de riego se concretan elaborando un calendario de riegos en el que se precisa el momento del riego y la cantidad de agua que se aplica en cada uno de ellos.

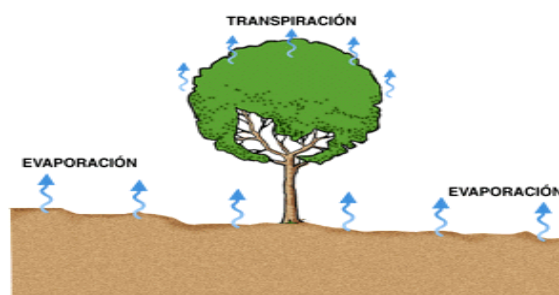
4.2 En el **riego localizado** la importancia del suelo como reserva de humedad para las plantas es muy pequeña en contra de lo que sucede en el riego por superficie o en el riego por aspersión. Su función principal es la de ser soporte físico de las plantas así como proporcionar el agua y los nutrientes pero en un volumen reducido. Aportaremos solo las *necesidades diarias*, por lo que, tendremos un ahorro de agua respecto a otros sistemas. Tendremos un fácil control de la lámina de agua, una reducción de la evaporación directa, eliminación de escorrentía, un aumento de la uniformidad de aplicación, reducción de la filtración profunda.

4.3 Necesidades de agua

Variarán en función del cultivo y del clima

La capacidad de cada suelo para retener el agua es diferente lo que implica que tanto la cantidad de agua a aplicar con el riego como la que pueden extraer las plantas puede variar mucho.

Las necesidades de agua de los cultivos vienen determinadas por la evapotranspiración (ET).



$$\text{EVAPOTRANSPIRACIÓN (ET)} = \text{TRANSPIRACIÓN} + \text{EVAPORACIÓN}$$

ETr diaria zona de Fuente Palmera-Palma del Río												
Etr	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
mm/día	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	6.0	5.0	3.5	2.5	1.5

Las necesidades reales dependen del cultivo por tanto



El coeficiente de cultivo (*Kc*) describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección.

En los cultivos anuales normalmente se diferencian cuatro etapas o fases del cultivo. Para cultivos leñosos el valor es mensual

Valores de Kc para cultivos leñosos


	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Olivar	0.5	0.5	0.65	0.6	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.6	0.65	0.5
Citricos (50% cobertura)	0.45	0.45	0.5	0.5	0.5	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.5	0.5

4.4 Necesidades brutas de riego

NECESIDADES BRUTAS DE RIEGO

Necesidades brutas de riego = $\frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación del riego}} \times 100$

$Nb = \frac{Nn}{Ea} \times 100$



Incrementar la cantidad de agua a aportar con el riego: **Necesidades de Lavado**

Necesidades brutas de riego = $\frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación del riego} \times (1 - \text{Fracción de lavado})} \times 100$

$Nb = \frac{Nn}{Ea \times (1 - FL)} \times 100$



4.5 Calidad del riego, eficiencia, uniformidad y déficit

Existen tres índices para determinar en qué manera el riego ha sido realizado de forma correcta tanto para el aprovechamiento de agua por parte del cultivo como de ahorro de agua:

La **eficiencia de aplicación (Ea)**: es precisamente el porcentaje de agua que las raíces aprovechan respecto del total aplicada. Su valor es diferente para cada método de riego, superficie, aspersion y localizado y dentro de cada uno de ellos, según cada sistema. Sin embargo se pueden dar algunos valores orientativos como los siguientes

Eficiencia de aplicación (Ea) esperable con distintos métodos de riego	
Método de riego	Eficiencia de aplicación (%)
Riego por superficie	55-90
Riego por aspersión	65-90
Riego localizado	75-90

$$\text{Necesidades brutas de riego} = \frac{\text{Necesidades netas de riego}}{\text{Eficiencia de aplicación del riego}} \times 100$$

$$N_b = \frac{N_n}{E_a} \times 100$$

El **cociente de déficit (CD)**, indica la relación entre el agua que ha faltado para llenar por completo la zona de actividad de las raíces (No aportada) y la cantidad total de agua que hubiera sido necesaria para llenarla totalmente (Necesaria). Refleja el porcentaje de volumen de suelo que debería recibir agua y no lo hace.

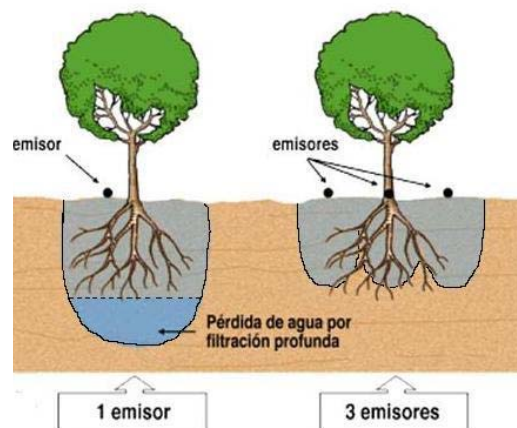
El **coeficiente de uniformidad (CU)** indica cómo de uniforme se ha distribuido en el suelo el agua aplicada con el riego. Si la uniformidad es baja existirá mayor riesgo de déficit de agua en algunas zonas y de filtración profunda en otras.

4.6 Número y disposición emisores de riego

- Para una buena uniformidad es necesario:
 - Emisores de buena calidad
 - Presión en todos los emisores lo mas parecida posible (correcto dimensionado de la red)

- Para un mismo volumen de agua aplicado, el uso de mayor nº de emisores supone reducir las pérdidas por filtración profunda y aumentar la eficiencia de aplicación de agua, y más aun para el caso de suelos arenosos.

- En plantaciones de árboles jóvenes es normal colocar al principio un nº de emisores menos que el definitivo.



4.7 Influencia de las características técnicas en la longitud máxima de los ramales

Longitud aproximada de las tuberías laterales (metros)											
Caudal del emisor 2 litros / hora						Caudal del emisor 4 litros / hora					
Diámetro lateral 16 milímetros			Diámetro lateral 20 milímetros			Diámetro lateral 16 milímetros			Diámetro lateral 20 milímetros		
Distancia emisores (metros)			Distancia emisores (metros)			Distancia emisores (metros)			Distancia emisores (metros)		
0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
90	150	200	140	200	260	60	95	120	85	135	190

(Estos valores son meramente orientativos, no deben de tomarse estrictamente)

4.8 Frecuencia y tiempo de riego

El tiempo entre riegos no va a depender únicamente del cultivo, sino también de la relación existente entre el suelo, la planta, el clima y la calidad del agua. Así por ejemplo, para un cultivo dado se puede afirmar que el riego debe de ser mas *frecuente* cuando, menos profundo sea el suelo, menor sea la capacidad del suelo de retener agua (arenoso), mayor sea la (ET), peor sea la calidad de agua de riego.

Calculo del tiempo de riego

PROGRAMACIÓN DE RIEGOS

Aporte del agua requerida en función de las necesidades diarias

Agricultor: establecer el tiempo de riego para aportar las necesidades brutas de riego

$$\text{Tiempo de riego (min)} = \frac{\text{Necesidades brutas (L/m}^2\text{)}}{\text{Caudal del emisor (L/h)}} \times \frac{1}{\text{N}^\circ \text{ emisores/m}^2} \times 60$$

$$\text{N}^\circ \text{ emisores/m}^2 = \frac{1}{\text{Distancia emisores (m)} \times \text{Distancia laterales (m)}}$$

EJEMPLO

Calcular el tiempo de riego de una instalación con los siguientes datos:

- Necesidades de agua del cultivo: 2.4 mm/día
- Distancia entre líneas de cultivo: 1.2 m
- Distancia entre plantas: 0.4 m
- Laterales por línea de plantas: 1
- Separación entre emisores: 0.4 m
- Caudal del emisor: 3 L/h

Marco de plantacion

Sistema de riego

$$\text{N}^\circ \text{ emisores/m}^2 = \frac{1}{\text{Distancia emisores (m)} \times \text{Distancia laterales (m)}} = \frac{1}{0.4 \times 1.2} = 2.08$$

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de riego (min)} &= \frac{\text{Necesidades brutas (L/m}^2\text{)}}{\text{Caudal del emisor (L/hora)}} \times \frac{1}{\text{N}^\circ \text{ emisores/m}^2} \times 60 = \\ &= \frac{2.4}{3} \times \frac{1}{2.08} \times 60 = 23 \text{ min} \end{aligned}$$

5. Aumento de la eficiencia de riego

¿Cuales son los problemas más comunes asociados al riego?

- *Estrés hídrico*, es decir falta de agua por falta de disponibilidad
- Generación de *despilfarros* hídricos como consecuencia de la *simultaneidad de riego* en días de lluvia.
- Mal diseño de las instalaciones
- Problemas de *uniformidad* provocados por la acción del viento.
- Generación de *escorrentías superficiales* cuando la intensidad del riego es superior a la capacidad de infiltración del suelo, o por *percolación profunda* (exceso de riego).
- Desajustes entre el aporte hídrico y las necesidades de la planta, provocando un aumento de materia verde y creación de medio propicio para el desarrollo de enfermedades.
- Factores económicos (ahorrar porque vale dinero, si eres eficiente ahorras y ganas)

¿Cómo se resuelven los problemas más comunes asociados al riego?

- Tomando decisiones en función de las condiciones climáticas reales.
- Dar prioridad de aguas pluviales para labores de riego frente al uso de agua de boca.
- Haciendo un adecuado diseño y mantenimiento de las instalaciones
- Optimizando el control y gestión total de los dispositivos de riego (puestas en ON/OFF vía GPRS). Telecontrol
- Reduciendo el tiempo de respuesta ante imprevistos gracias a la captación on-line de decisiones, resultados, alarmas...
- Calculando óptimamente y de forma continua las necesidades hídricas del cultivo a través del método de Penma (Evapotranspiración).