

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL MANEJO DEL RIEGO AGRÍCOLA

20.0 l/m²
15.0 l/m²
10.0 l/m²
0 l/m²

VOLUMEN 2 EFICIENCIA EN EL RIEGO

Agricultura
es mucho más

ASESORAMIENTO INTEGRAL
POR LA SOSTENIBILIDAD



CONSEJERÍA
DE SECTOR PRIMARIO,
SOBERANÍA
ALIMENTARIA Y
SEGURIDAD HÍDRICA



**ACCEDE AL
DOSSIER DE
SERVICIOS**



**FORMA
PARTE DEL
PROGRAMA**

Desde COAG Canarias, en el marco del programa **Agricultura es Mucho Más** promovido por el Cabildo de Gran Canaria se ofrece asistencia técnica a aquellas personas productoras que lo soliciten en cuanto a sistemas y formas de manejo que faciliten una mejor gestión, eficiencia y ahorro de los recursos hídricos disponibles. Además, se realizan otras actuaciones como son las mediciones de la uniformidad de riego y el manejo de las diferentes herramientas digitales disponibles para el cálculo de las necesidades de riego de los cultivos.

Autores

Servicio Técnico de COAG Canarias

Agradecimientos

A la Granja Agrícola Experimental y al Laboratorio Agroalimentario y Fitopatológico del Cabildo de Gran Canaria por su contribución y colaboración para el desarrollo de los ensayos realizados tanto en campo como en el laboratorio.

Índice

1	Recomendaciones de riego	5
	1.1. Necesidades hídricas del cultivo	6
2	Dosis por planta. Importancia de la realización de los CUR para la obtención de este dato	13
	2.1. Mediciones del Coeficiente de Uniformidad de Riego (CUR)	15
	2.2. Tiempo óptimo de riego a partir de la observación de la profundidad mojada de riego	17
3	Diseño agronómico del sistema de riego	19
	3.1. Cabezal (elementos esenciales) y red de tuberías. Materiales.	19
4	Medidas culturales para el ahorro del agua	28
	Bibliografía	30



Introducción


Teniendo en cuenta que el agua es considerada como un recurso renovable pero limitado y que, según el Plan de Regadíos de Canarias, en los últimos años los periodos de sequía sufridos han ido aumentando y que tanto la agricultura como la ganadería son grandes consumidoras de agua, se ha puesto en valor la racionalidad en el uso y distribución de los recursos hídricos para poder garantizar la disponibilidad y el buen uso de esta riqueza.

Según este plan, el Archipiélago Canario es actualmente una región con escasos recursos hídricos ya que en muchas ocasiones la extracción de los acuíferos supera la recarga de los mismos. Por esta razón, es de vital importancia llevar a cabo las medidas necesarias para paliar las limitaciones de uso impuestas por la cada vez más escasa disponibilidad de los recursos hídricos y que van encaminadas hacia un uso racional de los recursos disponibles y la aplicación de criterios de **gestión integrada del agua**.

Aunque los sistemas de desalinización y depuración de agua solventan parte de este déficit hídrico, suponen un alto coste tecnológico y energético.

Por esta razón, se considera esencial ofrecer una guía sobre el buen manejo de este bien tanpreciado en la cual quedan expuestas las actuaciones de mejora de la eficiencia y ahorro de agua propuestas que faciliten una mejor gestión de los recursos hídricos de la unidad de producción.

En términos generales, la eficiencia de riego final va a depender de las infraestructuras de riego disponibles y de los conocimientos del agricultor/a. Es por ello que, en esta guía, se pretende recoger recomendaciones e informaciones básicas y prácticas para que los agricultores realicen un manejo eficiente del agua en sus explotaciones.



1 Recomendaciones de riego

Llevar a cabo un uso eficiente del agua de riego es lograr que el agua aplicada con uso beneficioso para el cultivo sea la máxima posible y que, por lo tanto, las pérdidas por evaporación o por drenaje a capas más profundas sean mínimas.

La eficiencia de riego a conseguir dependerá del sistema de riego instalado en la finca, y según esto se tiene que:

Tabla 1. Eficiencia recomendada según el sistema de riego.

SISTEMA DE RIEGO	EFICIENCIA RECOMENDADA
Manta / Surco	75%
Aspersión	85%
Localizado (goteo)	92%

Para lograr un riego eficiente en las explotaciones, el agricultor/a debe tener conocimiento de:

- La cantidad de agua necesaria para la planta de acuerdo a su estado de crecimiento y condiciones climáticas particulares.
- La cantidad de agua que aporta el sistema de riego a cada planta tras un tiempo determinado de riego.
- La cantidad de agua que el suelo es capaz de retener sin que empiece a drenar hacia las capas más profundas donde las raíces no pueden aprovecharla.
- La calidad del agua de riego.

1.1. Necesidades hídricas del cultivo

De forma general se puede decir que, las necesidades de agua de los cultivos dependen de las características de la especie vegetal cultivada y del clima en el que se encuentra.

NECESIDADES de AGUA = CARACTERÍSTICAS de la ESPECIE + CLIMA

Donde, según la FAO, los efectos del clima sobre los requerimientos de agua del cultivo vienen reflejados en la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_0) y el efecto del cultivo se incorpora en el coeficiente de cultivo (K_c).

En el caso de la agricultura, las necesidades de los cultivos son mayores que las que tendrían las mismas especies en su ámbito natural, por el gran rendimiento que se les pide. Además, cuando el agua suministrada por la lluvia no es suficiente para cubrir con garantía la ET_0 del cultivo, hay que plantearse una aportación extra de agua, la cual se lleva a cabo a través del riego.

Por ello, las necesidades de agua de las plantas cultivadas, al final hay que transformarlas en necesidades de riego y viene determinada por la siguiente ecuación:

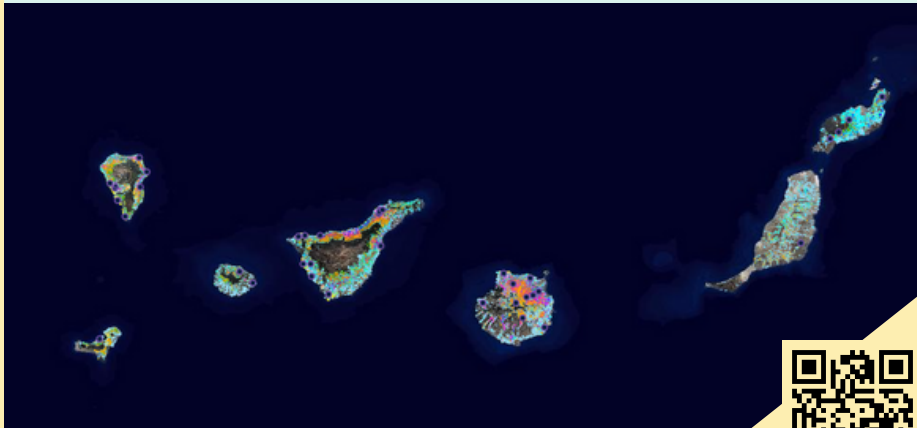
NECESIDADES de RIEGO = NECESIDADES del CULTIVO - PRECIPITACIONES

¿CÓMO SABREMOS CUÁNTA AGUA NECESITA NUESTRO CULTIVO? Las necesidades de riego (N_r), expresada en litros por metro cuadrado y día (L/m^2 y día) o litros por metro cuadrado y semana (L/m^2 y sem.), se pueden estimar en base a la evapotranspiración de referencia (ET_0), los coeficientes de cultivo (K_c) y la precipitación efectiva (P_{ef}) de la semana anterior aplicando la siguiente fórmula:

$$N_r = \frac{(ET_0 \times K_c) - P_{ef}}{0,85}$$

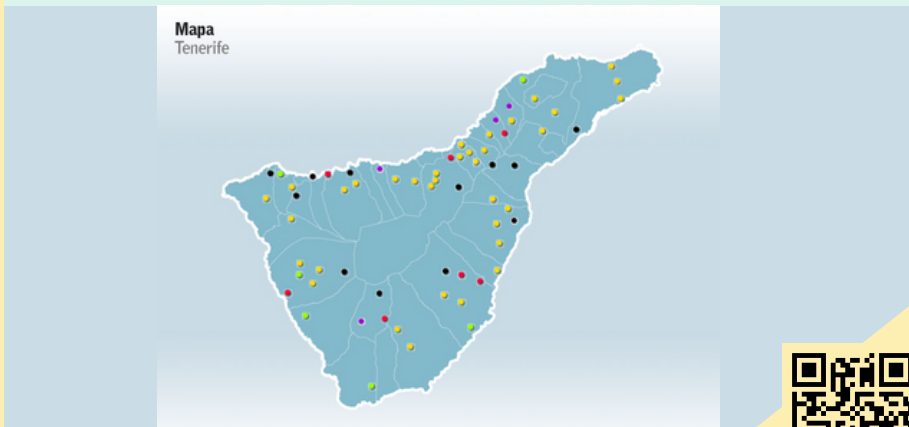
La **evapotranspiración de referencia (ET₀)** (según FAO Penman-Monteith) se puede obtener a través de los datos que proporcionan las estaciones meteorológicas de la red SIAR y que se pueden consultar en las páginas web de Agrocabildo (Cabildo de Tenerife) y red SIAR del Gobierno de Canarias:

Datos agroclimáticos para el riego de la red SIAR para Canarias



www3.gobiernodecanarias.org/agricultura/agroclimatica/#/visualizador

AgroMeteorología » Estaciones meteorológicas | Tenerife



www.agrocabildo.org/agrometeorologia_estaciones.asp

Se debe escoger la estación más cercana a la finca y los datos correspondientes a la semana anterior a la que desea calcular y sumar dichos valores.

Si se trata de un cultivo bajo invernadero se adoptará un valor de ET_0 comprendido entre el 80 y 60% de la del aire libre.

El **coeficiente de cultivo (K_c)** permite adaptar los valores de evapotranspiración de referencia a las necesidades de riego de diferentes cultivos y dentro de estos a los distintos estados de desarrollo.

Se distinguen 4 periodos de cultivo:

- **Periodo 1:** Desde siembra o plantación hasta emergencia o enraizamiento. Durante este periodo deben darse riegos con la frecuencia necesaria para garantizar una buena emergencia.
- **Periodo 2:** Desde el fin del periodo anterior hasta que el cultivo cubre prácticamente todo el terreno. El riego debe irse incrementando paralelamente al desarrollo del cultivo hasta adquirir el valor del periodo 3.
- **Periodo 3:** El fin del periodo anterior hasta que se forma la cosecha. Es el periodo de mayores requerimientos de agua.
- **Periodo 4:** Desde cosecha formada a recolección. En este periodo se suele reducir el riego.

Tabla 2. Coeficientes de cultivo (K_c) para hortalizas según el periodo de desarrollo.

TABLA DE COEFICIENTES DE CULTIVO (K_c) PARA HORTALIZAS*			
CULTIVOS	PERIODO DE CULTIVO		
	2	3	4
Papa	0,5 a 1,1	1,1	0,7
Cebolla	0,5 a 1	1	0,8
Col	0,5 a 1	1	0,8
Tomate local	0,6 a 1,1	1,1	0,6
Judía verde	0,6 a 1	1	0,9
Lechuga	0,7 a 1	1	0,9
Zanahoria	0,5 a 1	1	0,7

(*)Para obtener otros coeficientes de cultivo diferentes a los indicados en la anterior tabla, puede consultarse la monografía FAO 56 “Requerimientos hídricos de los cultivos”, concretamente las páginas 110 a la 114.

Para determinar la precipitación efectiva (**Pef**), se toma la suma de la precipitación diaria de la estación meteorológica seleccionada en el periodo deseado (**Pp**) y se aplica el siguiente criterio:

- Si (**Pp**) es menor de 1 mm, $P_{ef} = 0$
- Si (**Pp**) está comprendida entre 1 y 20 mm, se utiliza la ecuación:

$$P_{ef} = 0,8 \times Pp$$

- Si (**Pp**) es mayor de 20 mm, se toma el 60% de su valor:

$$P_{ef} = 0,6 \times Pp$$

En cualquier caso el valor máximo de **Pef** a considerar será de 100mm/semana.

Tanto la precipitación efectiva y la evapotranspiración de referencia (**ET₀**) se expresan en mm/semana.

Recordar que: **1 mm de altura de agua = 1 litro/m² = 10 m³/ha**

Tener en cuenta que:

- Estas recomendaciones son para riego localizado con una uniformidad de riego y calidad de agua aceptable.
- En caso de regar con aguas salinas y disponer de un buen drenaje o de utilizar riego por aspersión o a chorro incrementar la dosis en un mínimo del 5%.
- Esta previsión debe contrastarse con la previsión meteorológica. Y en base a ella aumentar o disminuir las necesidades de riego previstas.

Ejemplo: Cálculo de las necesidades de riego para un cultivo de cebolla en el T.M. de Gáldar para el periodo comprendido entre el 27 de febrero y 5 de marzo de 2023.

En primer lugar se tendrá que consultar los datos registrados en la estación de Gáldar correspondientes a la evapotranspiración (**ET₀**) y precipitación (**Pp**) de la semana anterior a la que se quiera calcular:

Tabla 3. Registro diario de datos climáticos en Gáldar durante una semana (año 2023).

DÍA	ET ₀ (mm/día)	Pp (mm/día)
20/02/2023	2,57	0,00
21/02/2023	2,54	0,00
22/02/2023	2,37	0,00
23/02/2023	2,06	2,73
24/02/2023	2,41	0,00
25/02/2023	2,36	0,00
26/02/2023	2,57	0,39
TOTAL (mm/sem)	16,88	3,12

El coeficiente de cultivo de la cebolla, que se consultará en las tablas de la FAO (descrito anteriormente), suponiendo que el cultivo se encuentra en una fase media (periodo 3), será:

$$K_c = 1$$

Dado que la precipitación (Pp) está comprendida entre 1 y 20 mm/sem., la precipitación efectiva (Pef) será:

$$P_{ef} = 0,8 \times P_p = 0,8 \times 3,12 = 2,496 \text{ mm/sem}$$

Finalmente, las necesidades de riego para el cultivo de cebolla en la semana del 27 de febrero al 5 de marzo de 2023 serán de:

$$N_r = \frac{(ET_0 \times K_c) - P_{ef}}{0,85} = \frac{(16,88 \times 1) - 2,496}{0,85} = \frac{16,88 - 2,496}{0,85} = 16,92 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2} \text{ y semana}$$

La cantidad obtenida se compara con lo que hemos regado la semana anterior y sabremos si hemos regado de más o de menos.

Viendo las previsiones meteorológicas para la siguiente semana sabremos si continuarán las lluvias o no. Si continúan, tomaremos el anterior valor. En caso de que la previsión es que deje de llover, debemos incrementar el riego, para lo cual recalculemos con:

$$P_{ef} = 10\% P_p$$


Al considerar que el suelo aún está parcialmente mojado por la lluvia de la semana anterior.

Se concluye que, las necesidades de riego (N_r) obtenidas hay que dividir las entre el número de riegos que daremos en el periodo que queremos calcular.

Además de lo anterior, es importante destacar, dentro de este apartado, la existencia de diferentes herramientas digitales que ofrecen de forma práctica e intuitiva una pronta respuesta al conocimiento de la frecuencia óptima de riego en los cultivos. Estas herramientas son:

- A través del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) se pueden obtener las necesidades hídricas diarias o semanales de un determinado cultivo teniendo en cuenta los datos agroclimáticos ofrecidos por la estación meteorológica más cercana a la finca.

Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA)



https://www.icia.es/icia/index.php?option=com_content&view=article&id=30:estaciones-de-asesoria-de-riegos&catid=262&Itemid=100008

- Mediante la web de agricultura y desarrollo rural del Cabildo de Tenerife.

AgroMeteorología » Estaciones meteorológicas | Tenerife



Mapa Tenerife



www.agrocabildo.org/agrometeorologia_estaciones.asp

- Consultando los datos agroclimáticos para el regadío ofrecidos por la red SiAR para Canarias.

Datos agroclimáticos para el regadío de la red SIAR para Canarias




www3.gobiernodecanarias.org/agricultura/agroclimatica/#/visualizador



2 Dosis por planta. Importancia de la realización de los CUR para la obtención de este dato

El coeficiente de uniformidad de riego (CUR) es una medida que representa la uniformidad con la que el agua es distribuida a través de la instalación de riego en las diferentes parcelas de una finca.

Un bajo coeficiente de uniformidad implicará que para cubrir las necesidades de las zonas que reciben menos agua y abono (si la fertilización es a través del riego), parte de las plantas recibirán un exceso de agua, y en definitiva afectará al desarrollo homogéneo del cultivo.

Para determinar la uniformidad por unidad de riego se escogen entre 16 y 24 emisores (goteros) en diagonal desde la esquina inicial de la unidad hasta la esquina final de la misma. Se van colocando envases debajo de cada gotero para recoger el agua en un tiempo determinado, que tiene que ser el mismo para todos los emisores.

Una vez terminada la medición de riego, se mide el caudal de cada emisor en un recipiente graduado y se anota.

Con los valores obtenidos en campo se puede conocer el caudal de agua que recibe cada planta. Estos valores se registran en una tabla y se aplica la fórmula siguiente:

$$CU = \frac{q_{25} \text{ (Promedio de los emisores con caudal más bajo)}}{q_a \text{ (Promedio de todos los emisores)}} \times 100$$

Finalmente, el valor obtenido se compara con los valores estándar de coeficiente de uniformidad para clasificar el funcionamiento del tipo de riego.


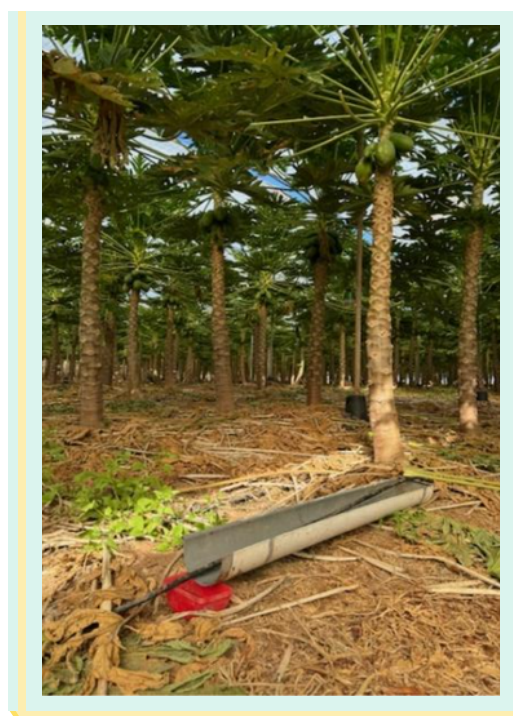
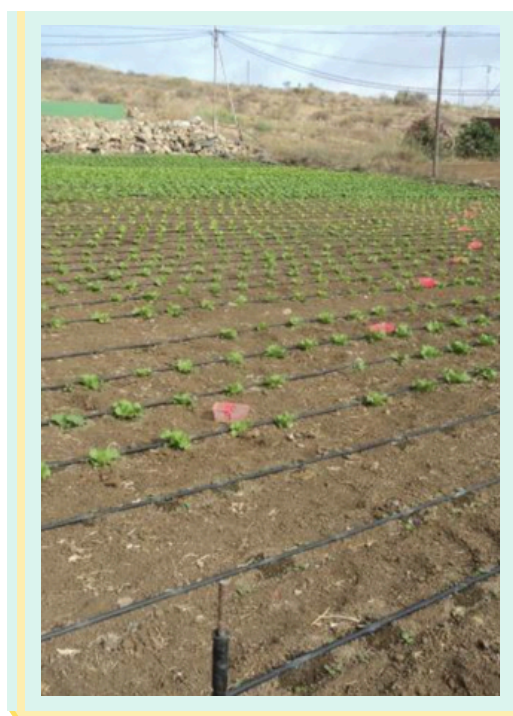


Tabla 4. Relación entre el coeficiente de uniformidad y la calidad del riego.

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	TIPO DE RIEGO
Mayor de 90 %	Excelente
Entre 80 y 90 %	Bueno
Entre 70 y 80 %	Regular
Menor de 70 %	Inaceptable

Por un lado, el factor que más influye en la uniformidad de riego son las obturaciones o taponamientos, pero, tanto las diferencias de presión dentro de la red, debido a las pérdidas de carga y la topografía del terreno como un mal diseño de la instalación de riego también son factores condicionantes de la uniformidad.



2.1. Mediciones del Coeficiente de Uniformidad de Riego (CUR)

Destacar dentro del marco legal, la modificación del apartado 5.2 del programa de actuación contra la contaminación por nitratos de origen agrario a que se refiere el artículo 6 del Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, con el objeto de prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario. Dentro de lo cual se detallan las actuaciones a aplicar en lo relativo al riego:

5.2. Actuaciones. Deberán centrarse por tanto en la aplicación de las siguientes medidas:

A. Riego. Será de obligado cumplimiento el uso del riego localizado, ya sea por goteo, microaspersión o aspersión, que permita la aplicación controlada de los volúmenes de agua necesarios por unidad de superficie con una alta frecuencia, diario o como mínimo, una aplicación semanal, **con un coeficiente de uniformidad de la instalación de riego que sea superior al 75%**, excepto en aquellas explotaciones con una superficie inferior a una hectárea que no puedan disponer de estanques para riego o una red de riego a la demanda con presión en cabecera de la finca, técnicamente justificado. Cálculo de las necesidades de riego.

El excesivo aporte de agua o su deficiente distribución contribuyen al arrastre de los iones nitrato y el aumento de la contaminación. Para que esto no suceda debe establecerse una correcta ejecución y práctica del riego.

Esta orden expresa que en el caso de no disponer sensores que determinen cuándo/cuánto regar, los aportes de riego se basarán en la evapotranspiración. En este caso, el cálculo de las necesidades de agua del cultivo (ET_c) se basará en la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

Siendo:

ET_0 = evapotranspiración del cultivo de referencia.

K_c = coeficiente del cultivo

Y las necesidades de riego se obtendrán mediante la ecuación:

$$Nr = \frac{(ET_c - P_{ef})}{CU \times (1 - RL) \delta F^1}$$

¹ En la ecuación se utilizará RL en vez de F cuando RL > F.

Siendo:

P_{ef} = precipitación efectiva.

CU = coeficiente de uniformidad.

RL = requerimientos de lavado.

F= factor de manejo.

Ejemplo

Cálculo del tiempo de riego para una plantación de aguacateros en el T.M. de La Aldea de S.N.

DATOS INICIALES:

Necesidades de riego: 11,73 litros/m².

Semana Nro. 49 del 27/11/2023 al 03/12/2023.

Estación meteorológica:

www3.gobiernodecanarias.org/agricultura/agroclimatica/#/visualizador



Emisores: goteros integrados de 4 L/h.

Distancia entre emisores: 40 cm.

Emisores por mato: 12.

Edad de la plantación: 8 años (se supone que los frutales sombrean toda la superficie de cultivo).

Marco de plantación: 5x5 metros.

Superficie cultivada: 3.000 m².

Resultados del CUR, (caudal medio por gotero): 3,5 L/h.

Tipo de suelo: franco-arcilloso.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE RIEGO:

- $120 \text{ frutales} \times 12 \text{ goteros} \times 3,5 \text{ L/h} = 5.040 \text{ L/h}$ (lo que se riega realmente en 60 minutos).
- $11,73 \text{ L/m}^2/\text{semana} \times 3.000 \text{ m}^2 = 35.190 \text{ litros a la semana.}$
- $35.190 \text{ L} : 5.040 \text{ L/h} = 6,98 \text{ horas} = 7 \text{ horas de riego a repartir en varios riegos.}$

En caso de lluvia, si durante la semana caen, por ejemplo, 3 mm (L/m²), pues $3 \times 3.000 \text{ m}^2 = 9.000 \text{ litros}$, entonces:

- $(35.190 - 9.000) : 5.040 = 5,2 \text{ horas de riego (5 horas y 12 minutos)}$

2.2. Tiempo óptimo de riego a partir de la observación de la profundidad mojada de riego.

Otra forma de controlar el riego sin tener que consultar las necesidades hídricas estimadas que ofrecen las diferentes herramientas digitales nombradas anteriormente es conociendo en cada momento el contenido del agua en el suelo y con ello determinar el momento preciso en el que es necesario aplicar un riego en función de que se alcance un valor límite pre establecido. Las veces que se alcance ese valor a la semana, determinará la frecuencia óptima de riego.

También mediante el control del contenido del agua a diferentes profundidades es posible establecer el tiempo de riego preciso que logra situar el agua en la zona radicular, y no más allá.

Los sistemas más utilizados para ello son los tensiómetros, tanto analógicos como digitales y las sondas FDR (Reflectometría de frecuencia).

Los **tensiómetros** son dispositivos que poseen un tubo lleno de agua, una cápsula porosa de cerámica a través de la cual el agua entra o sale en función de la humedad de agua en el suelo. Mediante un vacuómetro se puede medir la presión que ejerce el agua por su tendencia a entrar o salir del tensiómetro.



Tensiómetro

Las lecturas se registran normalmente en centibares (cb) y se deben interpretar de forma diferente dependiendo de la textura del suelo.

Tabla 5. Interpretación de lecturas en centibares (cb) según la humedad del suelo.

LECTURA (CB)	INTERPRETACIÓN
0 - 10	Suelo saturado de agua. Aireación de raíces comprometida.
10 - 25	Humedad y aireación adecuada para la mayoría de los cultivos.
25 - 40	En suelos arenosos, momento de iniciar un riego.
40 - 60	En suelos francos (textura media), momento de iniciar un riego.
+ 60	Riesgo de estrés hídrico en suelos arenosos y francos. Momento de iniciar el riego en suelos arcillosos.

Las sondas FDR miden de forma instantánea el contenido volumétrico del agua en el suelo, en %. Mediante el seguimiento de su evolución a diferentes profundidades, es posible conocer el contenido de humedad en esos puntos, comprobar el efecto que produce en la sonda las aplicaciones de cada riego efectuado y detectar las pérdidas por percolación profunda que se puedan producir.

Con toda esta información se puede establecer exactamente los momentos en lo que se precisa de un nuevo riego y además, la duración óptima de cada riego.



Sondas FDR



3 Diseño agronómico del sistema de riego

3.1. Cabezal (elementos esenciales) y red de tuberías. Materiales.

Una instalación de riego consta de tres tipos de componentes:

- Cabezal de riego.
- Red de distribución de agua.
- Emisores.

El agua debe entrar en el sistema de riego dotada de la presión necesaria (mediante un equipo de bombeo) para hacer funcionar correctamente la instalación y que el agua alcance el punto más alejado de la red. El agua entra en el cabezal de riego donde hay un conjunto de elementos destinados a filtrar, tratar, medir y suministrar el agua a la red de distribución y posteriormente llega a los emisores.

El **equipo de filtrado** es uno de los componentes principales e importantes del cabezal ya que elimina las partículas y elementos que lleva el agua en suspensión y que pueden ocasionar obturaciones en cualquier parte de la red de riego, principalmente en los emisores. Está compuesto por distintos tipos de filtros.

Si el agua de riego viene cargada con gran cantidad de sólidos en suspensión, entonces hay que realizar un prefiltrado a la entrada del cabezal. Para ello se utilizan los hidrociclones, pero si el agua llega sin presión al cabezal se tendrá que utilizar los depósitos de decantación. Esto dependerá del nivel de tecnificación de la instalación de riego.

Si el **agua proviene de pozo**, lo normal es que no lleve algas en suspensión ya que no recibe directamente la luz solar, no siendo necesario disponer de un filtro de arena. Sin embargo el agua puede llevar partículas de arena o limo por lo que debe colocarse un prefiltrado a la entrada del cabezal.

Si el **agua procede de un embalse o depósito**, lo más común es que el agua tenga contacto con la luz solar y por tanto lleve algas, bacterias y otras sustancias orgánicas en suspensión, pero que no tenga cantidades importantes de arenas o limos en suspensión ya que estos se habrán depositado en el fondo del agua. Por lo tanto, no serían necesarios los hidrociclones, pero sí sería recomendable colocar uno o más depósitos de arena a la entrada del cabezal, que eliminarán además parte de los limos y las arcillas que están en suspensión.

Los **filtros de arena** tienen gran capacidad de acumulación de suciedad y se usan para retener las partículas orgánicas, bacterias, algas y restos de animales y plantas, en suspensión.

Su lavado debe realizarse cuando la diferencia de presiones entre la salida y la entrada del filtro alcance como máximo 0,5-0,6 kg/cm².



Filtros de arena

Siempre después de un filtro de arena, se dispondrá uno de malla o de anillas.



Filtros de anillas o malla

Después del sistema de fertirrigación, deben disponerse **filtros de anillas o malla**, para retener las posibles sales que precipiten que se forman al mezclar los fertilizantes con el agua. Además, es conveniente colocar al menos un filtro de malla o anillas en determinados puntos de la instalación, para eliminar posibles suciedades que se acumulan, a medida que el agua circula por las tuberías o piezas especiales. Deben colocarse al inicio de las tuberías secundarias o de las terciarias.

Se deben colocar dos manómetros a la entrada y salida del filtro o de la batería de filtros y se ejecuta la limpieza cuando la diferencia entre ambos es de 0,5 kg/cm².



Otro elemento importante es el **equipo de fertirriego**, que añade fertilizantes, microelementos, fitosanitarios, etc., al agua de riego. Dependiendo del nivel de tecnificación y automatización de las explotaciones, se pueden instalar desde potentes programadores (ordenadores) de riego hasta inyectores tipo venturi.



Equipo de fertirriego

El equipo de fertirrigación se coloca después del hidrociclón o arena (en el caso de estar instalado en el sistema de riego) y antes de la unidad de filtro de mallas o anillas.

Los más utilizados son:

- **Tanques de fertilización**, que son depósitos (de 50 a 150 litros) conectados en paralelo a la red de distribución, son baratos pero presentan problemas de uniformidad de aplicación ya que con el paso del agua, la concentración disminuye y el fertilizante no se aporta en cantidad constante con el tiempo.



Inyector Venturi

- **Inyectores tipo Venturi** que consiste en un tubo conectado en paralelo a la tubería principal con un estrechamiento donde se produce una succión que hace que el fertilizante pase a la red. No requieren energía para su uso y además proporcionan el abono de forma constante a la red de riego. Sin embargo, generan una gran pérdida de carga en la tubería donde se instalan, del orden de 0,7 a 1 kilo, lo que limita su uso si se dispone de poca presión en la red.

- **Inyectores eléctricos o hidráulicos** inyectan (mediante una bomba conectada al motor) la solución nutritiva contenida en un depósito que no está conectado a la red y por lo tanto no está sometido a presión. Mantienen una concentración constante de fertilizante en el agua de riego que puede ser seleccionada con un dosificador acoplado al inyector.



En la instalación de riego también existen elementos de medida de caudal o volumen de agua que pasa por un determinado punto de la instalación y de la presión en cualquier punto del sistema.

Los **medidores de caudal** son útiles a la hora de detectar posibles obturaciones, fugas o roturas. Además, estos contadores de volumen permiten realizar un riego controlado, ya que se puede conocer la cantidad de agua que se ha aplicado independientemente del tiempo que se esté regando. Los más usados, por su precisión, son tipo Woltman.

La instalación de estos elementos es conveniente realizarla en puntos de la red alejados de donde existan codos, tes o válvulas para que no provoquen alteraciones del flujo de agua y proporcionen una medida errónea.

Los **medidores de presión** ayudan a saber si algún componente está siendo sometido a presiones de trabajo mayores de las nominales y tienen, por tanto, riesgos de rotura.



Medidor de caudal



Medidor de presión

Con los manómetros se pueden localizar pérdidas de carga excesivas, como por ejemplo, en un filtro muy sucio que necesita una limpieza o si por el contrario hay una presión insuficiente para que un elemento trabaje correctamente, como por ejemplo, en un ramal de goteros donde no hay presión suficiente para que los emisores goteen.

Los manómetros más utilizados son los tipos Bourdon, de funcionamiento mecánico.



Es fundamental medir la presión, como mínimo, a la salida del equipo de bombeo (para saber la presión de entrada de la instalación), y a la entrada y salida de filtros. Además se aconseja medirla en la entrada de las unidades de riego y de las tuberías terciarias.

Respecto a los **elementos de control** que deberían instalarse en la red de riego se tienen:

Los **reguladores de presión** que se utilizan para regular y controlar presión a partir del punto donde se instale. Con estos reguladores se pueden evitar sobrepresiones que puedan romper tuberías, emisores, etc.

Es importante colocar un regulador de presión a la entrada de cada subunidad de riego, para mantener la presión constante durante el funcionamiento de los emisores. Su uso es más importante, cuanto más accidentado es el terreno y mayores las diferencias de presión en distintos puntos de la instalación.

Por otro lado, los **reguladores de caudal** se utilizan para dejar pasar el caudal determinado. Se aconseja colocar un regulador de caudal a la entrada de cada unidad de riego para que pase solo la cantidad de agua que se desea hacia las terciarias y laterales. Los más usuales son los de diafragma, que regulan caudales entre 2 y 50 litros por segundo. Su funcionamiento se basa en un diafragma de material elástico que se deforma abriendo o cerrando la sección de paso y dejando pasar por tanto solo el caudal nominal.

Los **elementos de protección** protegen los elementos de la instalación de sobrepresiones o depresiones. Normalmente, coinciden con la apertura y cierre de válvulas, puesta en marcha de bombas etc. Los más utilizados en riego localizado son las ventosas y los calderines.

Las **ventosas** son dispositivos que se instalan para introducir o evacuar el aire y deben instalarse en: puntos altos de la instalación, tramos largos con pendientes uniformes, cambios de pendientes en las conducciones y en salidas del grupo de bombeo.



Ventosa Simple
Efecto 1"

Ventosa Doble
Efecto 1"

Ventosa Triple
Efecto 1"

Los **calderines** son depósitos metálicos de diferentes tamaños y forma, aunque normalmente son cilíndricos, que contienen en su interior aire y agua a presión. Alivian la presión del sistema cuando esta sube demasiado, haciendo que el agua de la red entre en el calderín y el aire que hay en su interior se comprima.



Calderín

Para el diseño agronómico de un sistema de riego se tiene en cuenta el tipo de suelo y las necesidades de agua del cultivo tanto en cantidad como en calidad.

La calidad del agua es un factor importante puesto que si se dispone de agua con alta salinidad se tendrá que aumentar la necesidad de agua del cultivo por la necesidad de lavado de sales, y en el caso de contar con agua de riego muy turbia, habrá que elegir de forma adecuada el equipo de filtrado y los goteros.

Se tiene que establecer un mínimo de volumen de riego a humedecer, que tendrá que ser suficiente para garantizar el suministro de agua necesario para un óptimo desarrollo.


El volumen de suelo humedecido se sustituye por el porcentaje de suelo mojado, que es la relación expresada en % entre el área mojada por los emisores y el área total regada.

El valor de porcentaje mojado más apropiado depende del tipo de cultivo (frutales, cultivos herbáceos), clima (húmedo, árido) y del tipo de suelo.

En general, se recomiendan los siguientes valores:

- Cultivos frutales de marco de plantación amplio: 25% - 35%.
- Cultivos de plantación de marco medio (distancia entre plantas inferior a 2,5 m): del 40% al 60%.
- Cultivos de marco de plantación reducido (hortalizas, flores, cultivos herbáceos en general): el porcentaje de suelo mojado asignado a este tipo de cultivos está comprendido entre un 70% y un 90%.

En el riego localizado se persigue una concentración máxima de raíces funcionales y en la mayoría de los cultivos esto sucede entre los 15 y los 30 cm de profundidad.



En el caso de **cultivos con amplio marco de plantación**: hay que mojar bien toda la superficie de terreno bajo la copa del árbol, para evitar una excesiva evapotranspiración y que se produzcan pérdidas de agua por filtración profunda. Hay que procurar que las zonas húmedas se unan a una profundidad no superior a la de las raíces, puesto que de no ser así, las raíces no colonizarán esa zona al no ser capaz de atravesar el suelo seco y la zona salinizada que hay entre los dos bulbos y en definitiva se estará desaprovechando una zona de agua al no estar ocupada por las raíces, y en definitiva, se estará disminuyendo la eficiencia del sistema de riego.

Se aconseja instalar un mayor número de emisores y por tanto aumentar el porcentaje de suelo mojado. A medida que la copa crece, hay que mover los goteros.

En **plantaciones jóvenes** se coloca un número menor de emisores que va incrementándose hasta el número definitivo. En un suelo arenoso, el porcentaje de suelo mojado es mucho menor que en un suelo arcilloso, por lo que aquí es recomendable utilizar microaspersores en vez de goteros.

En el caso de **cultivos herbáceos**, lo que se suele hacer es mojar franjas continuas que coincidan con las líneas de plantas, dejando secos los espacios entre filas. Normalmente, la distancia entre plantas de una misma fila de cultivo no coincide con la distancia entre emisores, como consecuencia muchas plantas están en zonas de mayor salinidad y menor humedad. Por esta razón, es fundamental que haya solape de bulbos húmedos.

En cuanto a la frecuencia y tiempos de riego, destacar que, para conseguir una alta eficiencia de riego se debe aportar el agua en riegos cortos y muy frecuentes. Atendiendo al tipo de cultivo, suelo, clima etc., la duración del riego puede variar desde varios riegos en un solo día hasta intervalos de 3 y 4 días.

El riego debe ser más frecuente cuanto:

- Menos profundo sea el suelo.
- Menor sea la capacidad de retención de agua del suelo (arenoso).
- Mayor sea la evapotranspiración.
- Peor sea la calidad del agua.

Sabiendo qué tipo de goteros se necesitan instalar en la explotación agrícola, se podrá hacer una óptima elección de los mismos en las casas comerciales y se conocerá la presión de trabajo de dichos goteros.

Con estos datos, se conocerá el caudal y la presión de agua con la que trabajará el sistema de riego.

Es fundamental que el agricultor/a conozca su sistema de riego y el dato clave es el volumen de agua que su sistema de riego es capaz de suministrar a la hora.

Este dato se puede saber conociendo el caudal nominal del emisor. Conviene saber marca y modelo para consultar características del emisor en su ficha técnica. Las mangueras con goteros integrados suelen venir marcadas expresando el diámetro, caudal nominal y presión de trabajo.

La **presión nominal o presión de trabajo** es la presión a la que se ha diseñado el emisor, y que suele ser de 10 m.c.a (metros de columna de agua). En el caso de los goteros autocompensantes, esta presión se sustituye por el rango de presiones de funcionamiento.

El **caudal nominal** del emisor es el caudal que suministra el mismo a la presión nominal. Se suele expresar en litros/hora. Los más utilizados en riego localizado son:

- Goteo: 2,4,8 y 16 litros/hora (sobre línea o integrado).
- Micro-aspersión y difusores: existe amplia gama de caudales nominales desde 50 hasta 200 litros/hora.

Tener en cuenta que, sólo los emisores autocompensantes mantienen su caudal nominal constante ante diferentes presiones. En parcelas con huertas a diferentes alturas se recomienda este tipo de emisor ya que es especialmente significativo por la gran variación de caudales que provocan las diferencias de presión.

Destacar con respecto a esto que, en un ensayo realizado en la Granja Agrícola Experimental del Excmo. Cabildo de Gran Canaria, se evaluaron diferentes tipos de goteros autocompensantes. Midiendo el caudal emitido en un determinado tiempo y a diferentes presiones, se comprobó si estos emisores se ajustaban o no al caudal nominal, caudal al cual dice el fabricante que funciona el gotero a una determinada presión.

En líneas generales, se obtuvo que ningún emisor se ajustó al caudal nominal en el rango de presiones de funcionamiento, aunque, sí hubo varios de ellos que se acercaron bastante e incluso algunos de estos goteros continuaron emitiendo un caudal cercano al nominal aún con presiones superiores a la nominal.

Respecto a la cinta de exudación de riego que también se ensayó, quedó que en todas las mediciones el caudal obtenido estuvo bastante por debajo del caudal nominal.

Por otro lado, en función del tipo de emisor utilizado en el sistema de riego se distinguen tres tipos de riego localizado:


- **Riego por goteo:** utilizados para cultivos con marco de plantación amplio (olivos, frutales etc.) cultivos bajo invernadero, como por ejemplo, tomate, pimiento, pepino, melón, ornamentales etc. y en cultivos en línea, por ejemplo, coliflor, col, papa etc.
- **Riego por tuberías exudantes:** utilizado para cultivos en línea con poca distancia entre plantas.
- **Riego por microaspersión:** indicado tanto para cultivos leñosos como para cultivos herbáceos de distinto marco de plantación.



4 Medidas culturales para el ahorro del agua

Teniendo en cuenta que el agua es un recurso escaso y que la agricultura es una actividad indispensable para la vida misma, es necesario crear conciencia sobre la necesidad de manejar el agua con la mayor eficiencia posible.

Todo lo expuesto en esta serie de manuales valdría como medidas que se pueden tomar para lograr un uso eficiente del agua en los cultivos y que a modo de resumen sería:

- Elegir el **sistema de riego más eficiente** y adecuado para satisfacer las necesidades del cultivo. En este sentido, los sistemas de riego por goteo o por aspersión son los más adecuados ya que consumen mucha menos agua que el riego de superficie y pueden lograr los mismos rendimientos.
 - Ajustar las **dosis de riego** a las necesidades reales del cultivo en cada momento.
 - Elegir el **momento de efectuar los riegos** para evitar la evaporación del agua, sobre todo cuando se utiliza el riego por aspersión. Es preferible efectuar el riego en las primeras horas de la mañana o últimas de la tarde, o incluso por la noche, en lugar de hacerlo a mediodía.
 - Evitar las pérdidas de agua por escorrentía e infiltración fuera del alcance de las raíces.
 - Ajustar el empleo de **fertilizantes** a las necesidades reales del cultivo y administrarlos adecuadamente para que no se produzcan pérdidas por lixiviación.
 - Llevar a cabo medidas culturales que favorezcan la retención de humedad en el suelo, como es el caso del uso de los **acolchados**. Consiste en la protección de la capa superficial del suelo por cualquier cubierta, orgánica e inorgánica. Se consigue así proteger la estructura superficial del suelo, evitar los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, mejorar la tasa de infiltración, disminuir las pérdidas por escorrentía y la erosión, y reducir el crecimiento de las plantas adventicias. El resultado de esta práctica es un suelo mullido, que empapa mejor, que mantiene más tiempo el riego por desecarse menos y que ofrece mejores condiciones para el desarrollo de los cultivos.
- 




- La utilización de **subproductos ganaderos**, como pueden ser los purines y/o el suero lácteo (tabefe o tabique) que además de nutrir los cultivos, son una fuente de hidratación a tener en cuenta, además de los biofertilizantes líquidos (bioles, tés...) que elabore el agricultor/a en su finca.
- La implantación de setos vegetales, vallados con malla o paredes, disminuyen la fuerza del viento en los cultivos y la pérdida de agua por evapotranspiración.





Bibliografía

1. Azud. Manual de manejo y mantenimiento. Instalaciones de riego por goteo. Calidad y sostenibilidad en el cultivo de la platanera en Canarias. 2012. Asociación de Organizaciones de Productores de Plátanos de Canarias (ASPROCAN).
 2. Casas Castro, Antonio y Casas Barba, Elena. 1999. El análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de los cultivos hortícolas en la zona peninsular. Caja Rural de Almería.
 3. Manual FAO nº 56. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.
 4. Orden conjunta de 22 de abril de 2021, por la que se modifica el Programa de Actuación para prevenir y reducir la contaminación causada por los nitratos de origen agrario aprobado por Orden de 27 de octubre de 2000.
 5. Rafael Fernández Gómez et al. 2010. Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
 6. Reche Marmol, José. 1994. Limpieza y mantenimiento de las instalaciones de riego por goteo. Hojas divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
 7. Renz González, Osvaldo. Enero 2020. Manejo eficiente del riego. Información técnica. Agrocabildo - Cabildo de Tenerife.
- 



**Agricultura
es mucho más**

ASESORAMIENTO INTEGRAL
POR LA SOSTENIBILIDAD



CONSEJERÍA
DE SECTOR PRIMARIO,
SOBERANÍA
ALIMENTARIA Y
SEGURIDAD HÍDRICA

