Guía técnica

2020 | No. 5471

Buenas prácticas agrícolas en la gestión del riego

FiBL

El agua es esencial para el crecimiento de las plantas. Desempeña numerosos e importantes funciones, por ejemplo, en el metabolismo de las plantas en la fotosíntesis, en la absorción y transporte de nutrientes, para la presión celular y como agente refrigerante para evitar el sobrecalentamiento de las hojas de la planta al sol.

En muchas regiones del mundo, el agua se está convirtiendo en un recurso cada vez más limitado. Hoy, la agricultura es la mayor consumidora de los recursos hídricos disponibles, utilizando el 70 % de todas las extracciones de agua en el mundo. En el siglo XX, las extracciones de agua aumentaron al doble de la tasa de aumento de la población, sobre todo debido a la proliferación de la agricultura de regadío. El cambio climático y el rápido crecimiento de la población mundial intensificarán aún más la presión sobre los recursos hídricos disponibles.

En vista de las circunstancias mencionadas, se pide a la agricultura que aplique todas las medidas posibles para reducir al mínimo el desperdicio de agua y maximizar la eficiencia del uso del agua. La aplicación de buenas prácticas agrícolas en la gestión del riego puede contribuir a reducir la huella hídrica de la agricultura.

Esta guía ayudará a los agricultores y consultores agrícolas a mejorar las prácticas de riego y a lograr una gestión sostenible del agua.

Contenido

Consideraciones básicas ..... Página 2
Indicadores para calcular las necesidades de riego ..... Página 4
Cómo calcular el RAW ..... Página 6
Medición de la demanda de agua de un cultivo ..... Página 8
Sistemas de irrigación ..... Página 11
Riego climáticamente inteligente ..... Página 16
Calidad del agua ..... Página 17
Administración del agua ..... Página 19

Consideraciones básicas

Materia orgánica en el suelo – crítica y vulnerable

- La materia orgánica en el suelo (MOS) puede retener hasta 90 % de su propio peso en humedad. El suministro regular de abono y biocarbón tiene un valor especial para aumentar la MOS y la capacidad de retención de agua en el suelo.
- La MOS ayuda a crear una estructura de suelo con muchos poros que retienen el agua y, por lo tanto, contribuye a la retención de agua. Un suelo bien estructurado también permite el crecimiento desinhibido de las raíces y, por lo tanto, es importante para la absorción óptima de agua.
- El cultivo del suelo también afecta a la capacidad de retención de agua. Las máquinas rotativas como las fresadoras destruyen la estructura del suelo y reducen el número de poros retenedores de agua. Conducir un equipo pesado sobre un suelo húmedo tiene un efecto negativo similar.

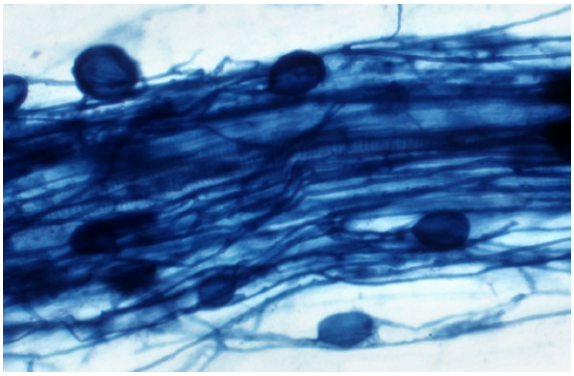
Cómo las plantas absorben el agua

- Las raíces de las plantas absorben agua de la matriz del suelo a través de la ósmosis. Un mayor contenido de sal en las raíces que en el agua del suelo circundante crea una fuerza de succión y las raíces absorben el agua a través de membranas celulares semipermeables.
- La pérdida de agua a través de la transpiración de las hojas crea un potencial de agua negativo y «atrae» el agua a través de la planta, desde las raíces hasta las hojas. El agua absorbida es transportada al tejido vascular (xilema) y luego es transportada a las hojas donde transpira y se evapora.
- La absorción de agua se produce principalmente a través de las raíces jóvenes, que están provistas de un gran número de pelos finos de raíz que aumentan la superficie de la raíz y pueden absorber agua.

El suelo es la principal fuente de agua para las plantas. Un suelo bien estructurado puede absorber y almacenar bien el agua. Permite el crecimiento sin obstáculos de las raíces y facilita el acceso al agua del suelo.

Micorriza – ayudantes en condiciones áridas

- La micorriza arbuscular (MA), hongos especializados que viven en simbiosis con las raíces de las plantas, amplían la «superficie de la raíz» y la zona de enraizamiento de las plantas. Pueden penetrar en pequeños poros del suelo, movilizar agua y nutrientes y llevarlos a la planta.
- Las plantas colonizadas por micorrizas tienen una mayor tolerancia al estrés hídrico y producen mayores rendimientos que los cultivos que no son colonizados en condiciones de escasez de agua. Un suelo microbiológicamente activo y/o la inoculación del suelo con MA puede reducir el estrés hídrico de un cultivo en condiciones áridas.
- Las micorrizas también desempeñan un papel importante en la estabilidad de los agregados del suelo.



Micorriza en la raíz de una planta. Los hongos simbióticos aumentan la absorción de agua y nutrientes de los cultivos en condiciones áridas.

Capacidad de absorción de agua específica de los cultivos y tolerancia al estrés hídrico

Los cultivos se diferencian por su capacidad de extracción de agua del suelo y en su capacidad de soportar el estrés hídrico debido a diferentes razones, algunas de las cuales son:

- Generalmente, las plantas con sistemas radiculares grandes o profundos, como la alfalfa, soportan mejor el estrés hídrico que las plantas con un sistema radicular poco profundo, como la lechuga.
- Las especies vegetales adaptadas a condiciones climáticas áridas, como el olivo o el mango, soportan mejor el estrés hídrico que las especies de climas húmedos, como el aguacate o el cacao.
- Híbridos modernos con un sistema radicular poco profundo son más sensibles al estrés hídrico que las variedades tradicionales.

Recuadro 1. Buenas prácticas en la gestión de cultivos y suelos

- Suministrar regularmente materia orgánica para mantener el contenido de humus del suelo.
- Reducir al mínimo el cultivo del suelo y evite el equipo de rotación.
- Cubrir la superficie del suelo con mantillo orgánico o láminas de mantillo sintético.
- Seleccionar cultivos y variedades adecuadas que puedan ser cultivadas en condiciones de crecimiento local con poca agua.

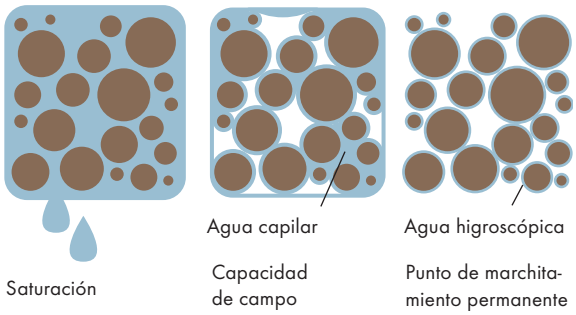
Indicadores para calcular las necesidades de riego

Capacidad de campo

El suelo puede contener cantidades importantes de agua en sus poros o ligada hidrostáticamente a la superficie de las partículas del suelo. El agua en los poros está más fácilmente disponible para las plantas que el agua ligada a las partículas.

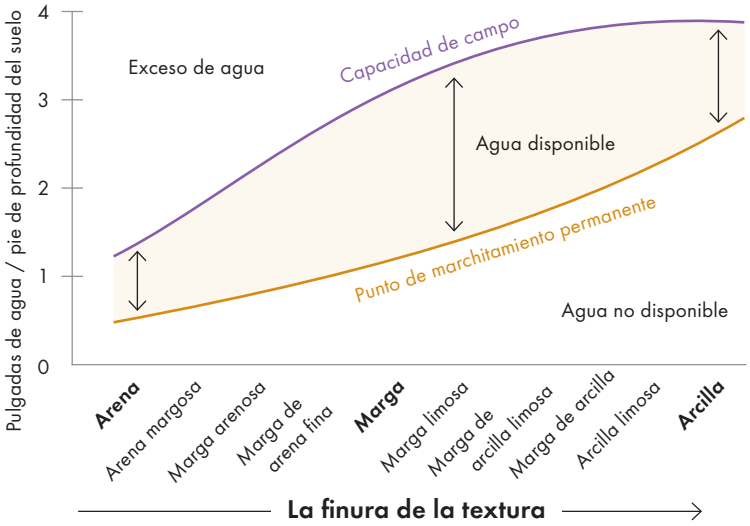
La capacidad de campo es la cantidad de agua que queda en un suelo después de que se ha saturado completamente y se ha dejado que drene libremente, generalmente durante uno o dos días.

Fig. 1. Condiciones de la disponibilidad de agua en el suelo



En un suelo saturado, todos los poros se llenan de agua, y el exceso de agua se pierde fácilmente. El agua capilar en los microporos del suelo no se pierde por la gravedad y todavía está disponible para las plantas. Sin embargo, el agua hidroscópica fuertemente ligada no está disponible para las plantas.

Fig. 2. Relación entre la capacidad de campo y el agua disponible en diferentes tipos de suelo



La capacidad de agua disponible difiere significativamente en los distintos tipos de suelo. El agua disponible es mucho más baja en los suelos arenosos que en los margosos o arcillosos. Sin embargo, en los suelos arenosos casi toda la capacidad de agua está fácilmente disponible para las plantas. En los suelos arcillosos, gran parte del agua del suelo está fuertemente ligada a las partículas de arcilla y no puede ser absorbida por las raíces de las plantas.

Punto de marchitamiento permanente

El punto de marchitamiento permanente es el contenido de humedad de un suelo en el que las plantas se marchitan y no se recuperan cuando se les suministra suficiente humedad.

Capacidad de agua disponible

La diferencia entre la capacidad de campo y el punto de marchitamiento de la planta es la capacidad de agua disponible (AWC, por sus siglas en inglés) (Fig. 2). La capacidad de agua disponible es la cantidad máxima de agua disponible para las plantas que un suelo puede contener y proporcionar. Es un indicador de la capacidad del suelo para retener el agua y hacerla disponible para el uso de las plantas. La capacidad de agua suele expresarse como una fracción o porcentaje de volumen, o como una profundidad (en pulgadas o cm).

Agua fácilmente disponible

El agua fácilmente disponible (RAW, por sus siglas en inglés) es la cantidad de agua en el suelo que las plantas pueden absorber fácilmente antes de que se produzca un grave estrés hídrico (Fig. 3).

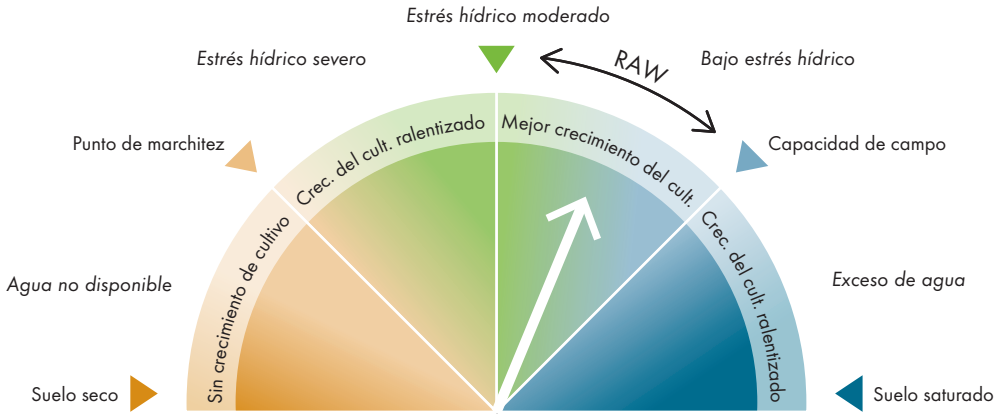
La tensión hídrica del suelo

La tensión hídrica del suelo describe la fuerza de adhesión con la que el agua se une a las partículas del suelo. Las raíces de las plantas necesitan desarrollar una fuerza de succión que es mayor que la tensión hídrica del suelo para poder absorber el agua. Cuando la tensión del agua en el suelo es mayor que en la raíz, el proceso de ósmosis se invierte y la planta se marchita y muere.

La tensión hídrica del suelo se expresa en kPa (kilo Pascal), barra o atmósfera (1 kPa = 0.01 bar = 1 at). En el punto de saturación (= capacidad de campo) la tensión del agua en el suelo es prácticamente 0.

Diferentes plantas species / varieties pueden soportar diferentes grados de estrés hídrico. Los cultivos sensibles al estrés hídrico, como las hor-

Fig 3. Disponibilidad de agua en el suelo y estrés hídrico en los cultivos



El agua fácilmente disponible (RAW) permite el mejor crecimiento de los cultivos.

talizas de hoja, deben regarse cuando la tensión hídrica del suelo supera -20 kPa. En el caso de los cultivos resistentes que pueden desarrollar una gran fuerza de succión, como el sorgo o el algodón, la tensión hídrica del suelo puede aumentar hasta más de -100 kPa antes de que sea necesario el riego.

Tabla 1. Tensión hídrica tolerable del suelo basada en el estrés hídrico de los cultivos agrícolas

Categorías	Tensión hídrica del suelo	Ejemplos
Estrés hídrico muy bajo	–20 kPa	Hortalizas de hoja (por ejemplo, lechugas)
Estrés hídrico leve	–40 kPa	Verduras resistentes (por ejemplo, tomates)
Estrés hídrico moderado	–60 kPa	Árboles frutales, cultivos de campo
Alto estrés hídrico	–100 kPa	Cultivos resistentes (por ejemplo, sorgo, algodón, alfalfa)

Impactos ambientales negativos debido al suministro de agua excesivo

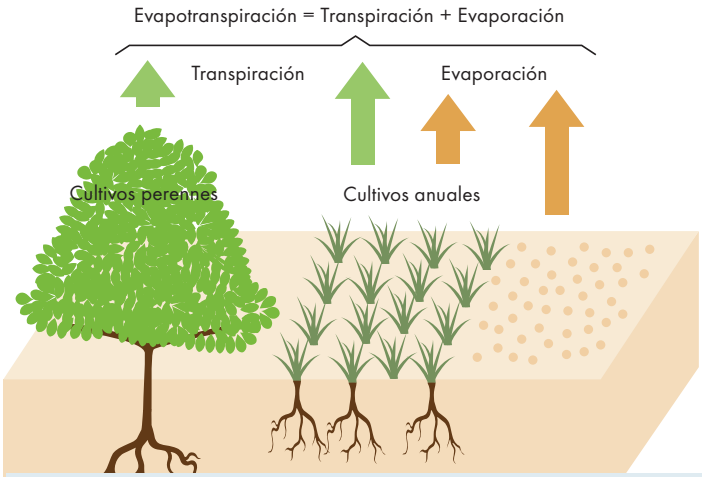
- Agotamiento/reducción de recursos hídricos
- La lixiviación de los nutrientes fuera de la zona de las raíces y la subsiguiente contaminación de las aguas subterráneas
- Uso ineficiente de la energía
- Escorrentía y erosión del suelo

Evapotranspiración

La mayor parte del agua que las plantas absorben del suelo a través de las raíces se libera eventualmente a la atmósfera en forma de vapor a través de los estomas de la planta. La liberación de vapor se llama transpiración. El agua también se evapora directamente del suelo a la atmósfera. Este proceso se llama evaporación. La evapotranspiración (ET) es la suma de la transpiración de las plantas más la evaporación de la superficie terrestre.

La evaporación es un indicador de la demanda total de agua diaria de un cultivo y un suelo. El objetivo del riego es compensar la ET, pero no suministrar agua en exceso.

Fig. 4. Evapotranspiración



Estimación de la necesidad de irrigación

Evapotranspiración ≥ efectiva RAW -> irrigación necesaria

Evapotranspiración < efectiva RAW -> no se requiere irrigación

Cómo calcular el RAW

La determinación de la cantidad de agua que debe suministrarse a un cultivo para su crecimiento óptimo está estrechamente vinculada a la capacidad del suelo para retener el agua y ponerla a disposición de las plantas, así como al estrés hídrico que un cultivo puede tolerar (p. ej., tolerancia al estrés hídrico baja, moderada o alta). La cantidad de agua fácilmente disponible (RAW bruto, por sus siglas en inglés) puede determinarse en cuatro pasos:

1. Determinación del tipo de suelo
2. Determinación de la profundidad de las raíces y del estrés hídrico tolerable
3. Determinación del porcentaje de grava y piedras en el suelo
4. Cálculo del RAW efectivo basado en los datos recogidos en los pasos 1 a 3

Cuanto más tiempo se pueda rodar el cilindro antes de que se rompa, mayor será el contenido de arcilla en el suelo. El ejemplo de la foto es de un suelo arenoso con poco contenido de arcilla.

1. Determinando el tipo de suelo

Los diferentes tipos de suelo pueden contener diferentes cantidades de agua. Cuanto menor sea el tamaño de las partículas, más agua puede contener un suelo. Sin embargo, no toda esta agua está disponible para las plantas. Los suelos arenosos con una estructura de curso y partículas grandes pueden contener relativamente poca agua, pero casi toda ella está disponible para las plantas. Los suelos arcillosos, por el contrario, pueden contener grandes cantidades de agua, pero sólo una parte limitada del agua está fácilmente disponible para las plantas.

El tipo de suelo puede determinarse mediante el análisis de partículas en un laboratorio o mediante el análisis sensorial en el campo, que es más común. Para un análisis de suelo en el campo, se amasa un puñado de suelo húmedo en un bolo y se evalúa su consistencia y coherencia (véase el cuadro 2). El contenido relativo de arcilla se determina rodando la bola para hacer un cilindro.

2. Determinando la profundidad de enraizamiento y el estrés hídrico tolerable

Diferentes cultivos tienen diferentes profundidades de enraizamiento. Sin embargo, la profundidad efectiva de enraizamiento de un cultivo puede variar en cierta medida según las condiciones del suelo y la disponibilidad de agua.

Las finas raíces de la planta en la capa superior del suelo absorben la mayor parte del agua. Sin embargo, las raíces más profundas también absorben agua. La mayoría de las hortalizas de ciclo

Tabla 2. Determinación sensorial del contenido de arcilla en el suelo

Tipo de suelo	Comportamiento de la bola húmeda	Longitud del cilindro	Contenido de arcilla
Arena	Coherencia prácticamente nula	Ninguna	<10 % (a menudo <5 %)
Textura areno-franca	Ligeramente coherente	≈5 mm	5–10 %
Textura franco-arenosa	Bola coherente pero muy arenosa al tacto	15–25 mm	10–20 %
Limo	Bola coherente y más bien esponjosa	≈25 mm	≈25 %
Textura franco arcillo-arenosa	Bola muy coherente, arenosa al tacto	25–40 mm	≥25 %
Textura franco-arcillosa	Bola de plástico coherente, suave de manipular	40–50 mm	20–30 %
Arcilla ligera	Bola de plástico; suave al tacto	50–75 mm	35–40 %

Adapted from McDonald et al. (1998)

corto tienen una profundidad de raíz efectiva de alrededor de 25 cm. La mayoría de los cultivos de árboles tienen su masa radicular efectiva en la parte superior 60 cm del suelo. Cuanto más profundas crecen las raíces de un cultivo, mayor es su tolerancia al estrés hídrico.

En general, los cultivos de crecimiento rápido con un sistema radicular poco profundo y una gran superficie foliar se cultivan en condiciones de estrés hídrico de bajo a moderado. El alto estrés hídrico de esos cultivos reduce el rendimiento y la calidad. Los cultivos resistentes con un gran sistema de raíces pueden crecer con un mayor estrés hídrico. Esos cultivos pueden desarrollar una alta tensión hídrica en las raíces y aprovechar el agua que está más fuertemente ligada a la matriz del suelo.

Observación regular del crecimiento de los cultivos y la saturación de agua

La observación visual de la planta y la vigilancia periódica del nivel de saturación de agua del suelo a diversas profundidades pueden proporcionar información, si se ha determinado correctamente la profundidad efectiva de las raíces.

Demasiada humedad del suelo en la zona de las raíces causa asfixia de las mismas; demasiada poca humedad del suelo aumenta el estrés hídrico y, en última instancia, da lugar a menores rendimientos. Sin embargo, la elección de una estrategia de riego con estrés leve a moderado induce a la masa de raíces a crecer más profundamente y más ampliamente y, por lo tanto, mejora su capacidad de absorción de agua.

Para determinar la profundidad efectiva de enraizamiento de un cultivo, se debe cavarse un agujero en el área de la raíz para hacer visibles las raíces del cultivo.

3. Determinando la proporción de grava y piedras en el suelo

Para determinar el contenido real de agua del suelo retenible, es necesario restar la proporción de grava y piedras. Para ello, 1 kg de suelo seco y molido se tamiza con un tamiz de malla 1 mm. Alternativamente, la arena muy gruesa, la grava y las piedras se separan manualmente.

4. Calculando el RAW efectivo

Para calcular el RAW efectivo basado en el RAW bruto de un suelo (véase el cuadro 3), su contenido real de agua retenida en el suelo y su profundidad efectiva de enraizamiento, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\text{RAW bruto (l/m}^2\text{)} \times (100 - \text{piedras y grava (\%)})}{100} = \text{RAW neto (l/m}^2\text{)}$$

$$\frac{\text{RAW neto} \times \text{profundidad de enraizamiento (cm)}}{100\ \text{cm}} = \text{RAW efectivo (l/m}^2\text{)}$$

Nota

El cálculo del RAW definiendo el tipo de suelo y de cultivo es sólo indicativo y debe estar respaldado por observaciones regulares y la intensidad de riego debe adaptarse a la capacidad de absorción de agua del suelo.

Ejemplo

Si el tipo de suelo es una marga arenosa con 20 % de piedras y grava y el cultivo es un cultivo vegetal con una profundidad efectiva de raíces de 30 cm, entonces el cálculo es el siguiente:

1. RAW para una marga arenosa en -40 kPa asciende a 50 l / m² (ver tabla 3, página 8).
2. Si el contenido del suelo es 80 % (20 % de piedras y grava), el RAW neto para este suelo es 50 × 0.8 = 40 l / m².
3. Con una profundidad de raíz de 30 cm, el RAW efectivo para este cultivo y este suelo es 0.3 × 40 = 24 l / m².

Conclusión: Cuando la evapotranspiración es igual o superior a 24 l / m² (o la tensión del agua en el suelo es superior a -40 kPa), el cultivo de hortalizas debe ser irrigado.

Tabla 3. RAW bruto en relación con el tipo de suelo y la tolerancia al estrés hídrico de los cultivos

Estrés hídrico tolerable	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto
Máxima tensión hídrica del suelo	–20 kPa	–40 kPa	–60 kPa	–100 kPa
Textura del suelo	RAW bruto (mm o l por m²)			
Arena	30	35	35	40
Areno-franca	45	50	55	60
Franco-arenosa	45	60	65	70
Limo	50	70	85	90
Franco arcillo-arenosa	40	60	70	80
Franco arcillosa	30	55	65	80
Arcilla ligera	25	45	55	70

Adaptado de: Calculating RAW, Dep. de Industrias Primarias y Desarrollo Regional, Gob. de W. Australia

Medición de la demanda de agua de un cultivo

La demanda de agua de un cultivo y, por tanto, la necesidad de riego, puede medirse o calcularse de diferentes maneras:

- Midiendo la tensión del agua en el suelo
- Midiendo la evapotranspiración del cultivo (ETc)
- Una combinación de medición de la tensión del suelo y ETc.

Medición de la tensión hídrica del suelo

Un método simple, barato y bastante fiable para medir si la planta sufre de estrés hídrico es el uso de instrumentos de medición de la tensión hídrica o de la humedad del suelo. Los dispositivos más comunes son los tensiómetros y los bloques de yeso.

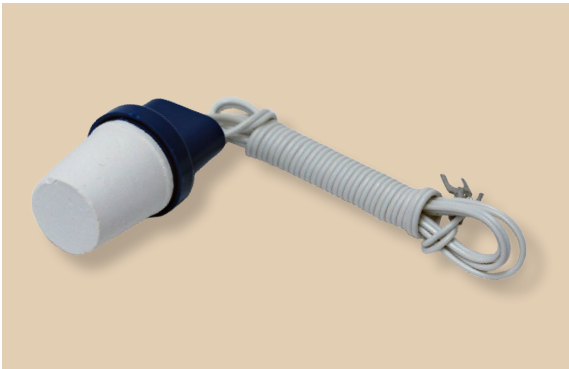
Usando tensiómetros

Un tensiómetro es un tubo sellado lleno de agua con una punta de cerámica porosa. La punta cerámica se coloca en la tierra y cuando aumenta la tensión del agua en el suelo (es decir, cuando el suelo se seca), el agua se succiona a través el extremo de cerámica y se crea un vacío en el tubo. El vacío se determina mediante un medidor y expresa la tensión del agua en el suelo directamente en kPa, bar o at. El rango de medición de los tensiómetros está limitado a aproximadamente 0 a 80 kPa.

Usando bloques de yeso

Un bloque de yeso constituye el instrumento más económico para medir la tensión hídrica del suelo. Dos electrodos insertados en un bloque de yeso miden la resistencia para que pase una corriente eléctrica.

Tensiómetro



Bloqueo de yeso

Una vez que el bloque se coloca en el suelo, absorbe más o menos agua según la cantidad de agua presente en el suelo. Cuanto más húmedo sea el bloque, menor será la resistencia, determinándose así la tensión hídrica relacionada del suelo. El rango de medición de los bloques de yeso está limitado a 30 a 1500 kPa.

Otros dispositivos de medición

Otras formas de medir el contenido de agua de un suelo, como las sondas de neutrones (NP, por sus siglas en inglés) o la reflectometría de dominio de tiempo (TDR, por sus siglas en inglés) son igualmente válidas, pero relativamente caras y más complicadas de usar. El rango de medición de las NP es de 0 a 1500 kPa, el de TDR 0 a 10.000 kPa.

Aplicando los instrumentos de medición en el campo

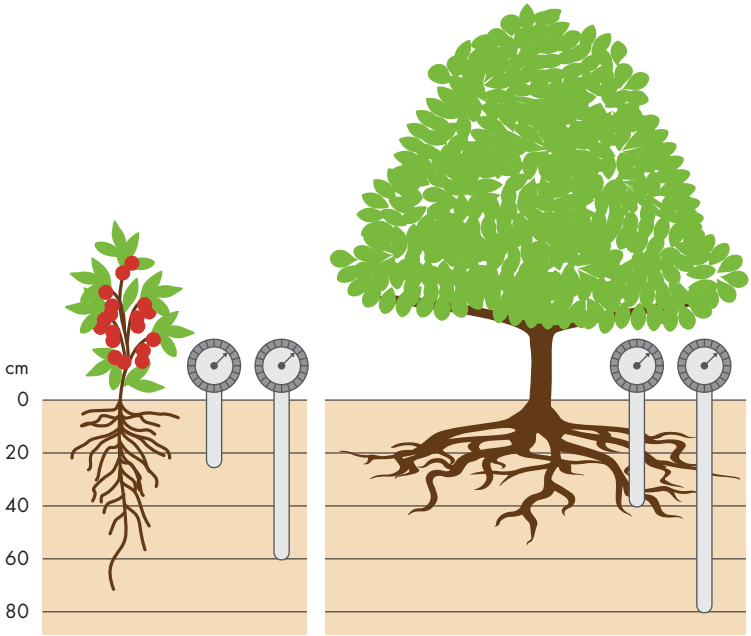
Por lo general, los instrumentos de medición se colocan a dos profundidades del suelo, es decir, en y bajo la zona de las raíces activas (véase la figura 5).

Las lecturas de la sonda en la zona de la raíz indican cuándo hay que reponer el RAW. El registro continuo de las lecturas de las sondas ayuda a identificar si se ha regado demasiada o muy poca agua.

Si la tensión del agua en el suelo debajo de la zona de las raíces disminuye (i. e. el contenido de agua en el suelo aumenta), la planta no ha podido absorber toda el agua de riego. En este caso, se suministró más agua que la capacidad de retención de agua del suelo. Como resultado, el agua se escurre de la zona de las raíces al subsuelo y se pierde.

La irrigación de precisión mediante la medición de la tensión hídrica del suelo es una herramienta poderosa para determinar la irrigación óptima.

Fig. 5. Profundidades de sondeo de la tensión hídrica del suelo



Normalmente, las sondas se colocan en 25 cm y 60 cm profundidad del suelo para los cultivos anuales, y en 40 cm y 80 cm para los cultivos de árboles.

Medición de la evapotranspiración del cultivo

Otra forma de programar el riego en lugar de medir la tensión hídrica del suelo con sondas es mediante la determinación de la evapotranspiración del cultivo (ETc). Cuando la ETc excede el RAW, es necesario el riego. Al igual que con otros métodos de medición, debe definirse el grado de estrés hídrico tolerado.

La ETc depende de las características del cultivo y de los factores ambientales. Las características de los cultivos incluyen el tipo de cultivo, el área de la cubierta, el tamaño de la planta y el estado de crecimiento. Los factores ambientales incluyen la temperatura y humedad del aire, la velocidad del viento y la radiación solar. Como las características de los cultivos y los factores climáticos están sujetos a cambios, la ETc varía continuamente.

La ETc real de un cultivo se calcula midiendo la ET de un cultivo de referencia normalizado, denominado evaporación de referencia o ETo. El resultado se multiplica por un coeficiente de cultivo (Kc) específico para el cultivo cultivado:

ETc = ETo × Kc

Glosario

RAW = Agua fácilmente disponible
ET = Evapotranspiración
ETc = Evapotranspiración del cultivo
ETo = Evapotranspiración de referencia
Kc = Coeficiente de cultivo

La ETo puede medirse con ayuda de un tanque de evaporación, calcularse a partir de los datos meteorológicos o una combinación de ellos. En las regiones con una producción extensiva de cultivos de regadío, las estaciones meteorológicas locales y/o las autoridades agrícolas supervisan y suministran información sobre la ETo. Las grandes explotaciones suelen utilizar los datos meteorológicos y de cultivo adecuados para calcular la ETo y la ETc.

Los coeficientes de cultivo (Kc) pueden consultarse en las Guías de la FAO para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos [1]. Los coeficientes de cultivo normalizados de la FAO se ajustan a menudo mediante datos adecuados sobre los cultivos y observaciones adecuadas de los cultivos y el suelo. Si, por ejemplo, la ten-

[1] Guías de la FAO para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Se puede consultar en www.fao.org/3/X0490E/X0490E00.htm

Tanque de evaporación (izquierda) y estación meteorológica (derecha), como se utiliza para medir la evapotranspiración de referencia ETo.

sión del agua del suelo es todavía muy baja antes de que se programe el próximo riego («el cubo está todavía suficientemente lleno»), entonces el coeficiente de cultivo puede ser reducido. Si la tensión hídrica del suelo, y por lo tanto el estrés hídrico, es muy alta antes de que se programe el riego, se pueden aumentar los Kc.

Recuadro 2. Buenas prácticas de gestión en el cálculo de la necesidad de agua y la programación del riego

- Determinar el agua fácilmente disponible (RAW) del suelo
- Determinar la profundidad radicular del cultivo
- Definir el grado tolerable de estrés hídrico para el cultivo cultivado
- Determinar la evapotranspiración del cultivo (ETc)
- Medir la tensión del agua en el suelo con los dispositivos adecuados
- Instalar caudalímetros para medir los volúmenes de agua de riego
- Considerar el riego deficitario

Sistemas de irrigación

Eficiencia del sistema de irrigación

Se han desarrollado muchas tecnologías para hacer más eficientes los sistemas de irrigación. Entre los ejemplos cabe citar el riego por oleaje, los pivotes de baja presión y la microirrigación.

La eficiencia del sistema de riego se calcula dividiendo el volumen de evapotranspiración por el volumen de agua de riego aplicado.

$$\text{Eficiencia del sistema de irrigación} = \frac{\text{evapotranspiración ETc } (l/m^2)}{\text{agua de riego aplicada } (l/m^2)}$$

Ejemplo:
Si en un período determinado, la ET total de un cultivo ha sido 100 l per m² y 200 liters de agua se ha regado para compensar esta pérdida, la eficiencia del sistema de riego es de un 50 %.

Tabla 4. Eficiencia de los sistemas de riego

Sistema de riego	Eficiencia
Riego tradicional por inundación y por surcos	25–60 %
Riego por pulsos	30–80 %
Riego por aspersión	60–90 %
Microaspersión	80–90 %
Goteo	80–95 %

Adaptado de: BMP Irrigation Management, Colorado State University Cooperative Extension

Microaspersor en la producción de aguacate

Riego por goteo del subsuelo en un cultivo de tomates

En los sistemas de rociadores las pérdidas de agua pueden ser considerables en caso de viento, altas temperaturas y/o baja humedad relativa del aire.

Pérdidas de irrigación

Es inevitable que se produzcan pérdidas en el riego, por ejemplo, a través de la escorrentía superficial, el flujo subterráneo, la percolación profunda y la evaporación. Dependiendo del tipo de sistema de riego, estas pérdidas son más o menos importantes:

- **Irrigación por inundación y por surcos:** La irrigación por gravedad resulta en una profunda percolación del agua en el suelo.
- **Sistemas de rociadores:** En estos sistemas las pérdidas de agua se producen por deriva, evaporación e irrigación de las zonas más allá de la zona de enraizamiento.
- **Irrigación por goteo:** Este es el tipo de irrigación más eficiente. Sin embargo, su mayor desventaja es su limitado patrón de humectación.

La mejora de la eficiencia de los sistemas de riego suele requerir inversiones considerables. Sin embargo, como los costos del agua, la energía y la mano de obra aumentan continuamente, el rendimiento de la inversión puede ser positivo. Además, en períodos de escasez de agua, el agua debe ser empleada de la manera más eficiente posible.

En los sistemas de irrigación por inundación las pérdidas de agua son elevadas. Sin embargo, los pequeños agricultores pobres a menudo no pueden permitirse soluciones de alta tecnología.

Patrones de mojado

Los patrones de humectación del riego por goteo y por microaspersores difieren entre sí. En los suelos arenosos, el perfil de humectación bajo el emisor tiene forma de pera y de bulbo en los suelos limosos o arcillosos. Los altos volúmenes de descarga amplían la forma del cono.

En suelos ligeros, el número de emisores de goteo debe ser aumentado, si las zonas húmedas se van a mezclar. Los sistemas de micro irrigación mojan una superficie mucho mayor y el tipo de suelo influye menos en la forma del perfil mojado (fig. 7 y 8).

Irrigación por goteo en el pepino

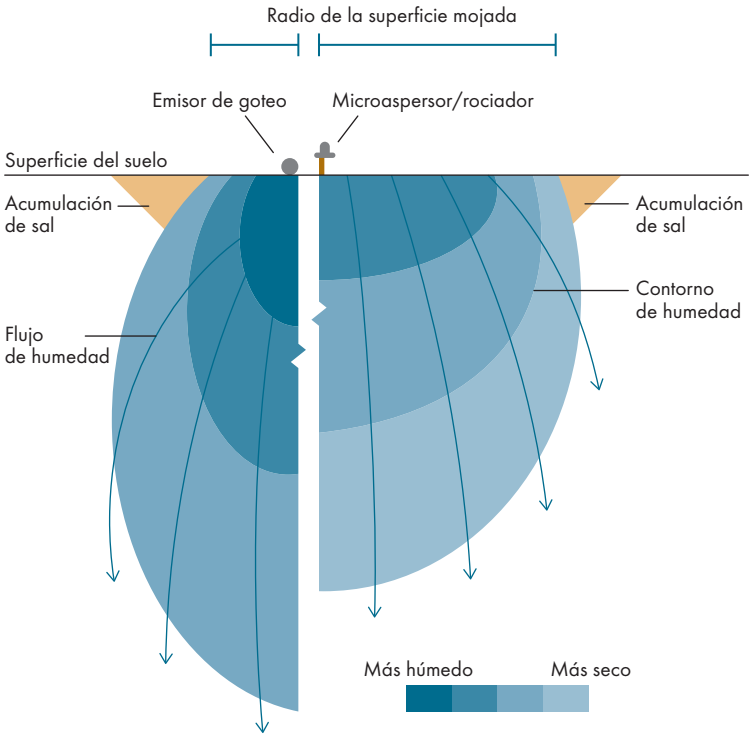
Recuadro 3. Buenas prácticas en la elección de los sistemas de riego

- Elegir un sistema con alta eficiencia de riego.
- Elegir un sistema adaptado a las necesidades de agua del cultivo.
- Diseñar el sistema para un patrón de humectación óptimo.

Buenas prácticas en la gestión de los sistemas de riego

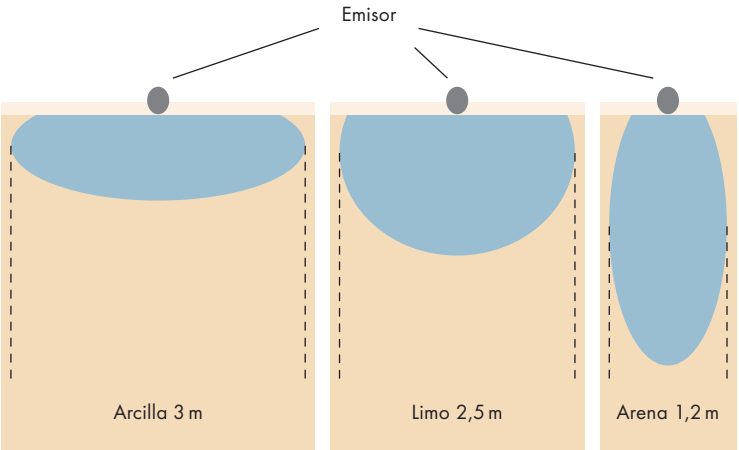
- En los sistemas de riego por superficie: evitar las pérdidas de agua por percolación y escorrentía profundas, mantener y mejorar los canales de riego, instalar válvulas de pulso.
- En los sistemas de riego por superficie: evitar las pérdidas de agua por percolación profunda y escorrentía, mantener y mejorar los canales de riego, instalar válvulas de pulso.
- Controlar regularmente los sistemas de riego para detectar fugas y mal funcionamiento.
- Regar solo en las horas frescas de la mañana.

Fig. 7. Patrones de humectación de la irrigación por goteo y microaspersión



Los patrones de humectación de la irrigación por goteo y por microaspersión difieren entre sí.

Fig. 8. Patrones de humectación de los emisores de goteo en diferentes suelos



En suelos arenosos, el perfil húmedo bajo el emisor tiene forma de pera y de bulbo en suelos limosos o arcillosos. Los altos volúmenes de descarga amplían la forma del cono.

Comparación de los sistemas de irrigación

	Irrigación por superficie	**Riego por aspersión**
Tipos	• Riego por inundación. • Riego por surcos. • Irrigación de oleadas.	• Sistemas instalados fijos. • Sistemas con redes fijas y laterales móviles. • Sistemas de pivote. • Rociadores de lluvia, etc.
Características	• Irrigación por gravedad. • Riego por inundación: cuenca delimitada por presas de tierra llenas de agua (p. ej. arroz). • Riego por surcos: el agua se conduce por surcos a lo largo de las hileras de cultivo. • Irrigación de oleaje: el agua es conducida a través de surcos a intervalos.	• Sistema presurizado, generalmente con tuberías principales y laterales, que terminan en uno o más aspersores (emisores). • Es posible que los diámetros de entrega varíen. • La presión y las dimensiones del emisor se ajustan para evitar gotas demasiado grandes o demasiado pequeñas.
Ventajas	• Bajo consumo de energía. • Baja inversión requerida para sistemas tradicionales. • No se necesita capacidad de almacenamiento de agua. • Se irriga toda la zona radicular.	• Adecuado para suelos ligeros. • Adecuado para terrenos en pendientes u ondulados. • Puede utilizarse para reducir la ET mediante la reducción de la temperatura foliar. • Pueden utilizarse como protección contra las heladas en la producción de fruta.
Desventajas	• Baja eficiencia de riego en sistemas tradicionales. • Riesgo de exceso de suministro en la parte superior y de falta de suministro en la parte inferior del campo. • Riesgo de percolación profunda y lixiviación de nutrientes más allá de la zona radicular. • Pérdidas de agua por escorrentía (agua residual). • Riesgo de erosión interna y superficial del suelo. • Riesgo de encharcamiento y, por consiguiente, de asfixia en suelos mal drenados. • Alta necesidad de mano de obra.	• Las grandes gotas pueden dañar la estructura del suelo (especialmente de los aspersores tipo cañón). • Requiere bombas de alta capacidad y tuberías con paredes resistentes a la presión. • La irrigación excesiva del follaje puede aumentar el riesgo de desarrollo de enfermedades. • Patrón de distribución irregular del agua. • Pérdida de agua por deriva, evaporación y por el riego de áreas improductivas. • Utilizar agua limpia para evitar cultivo ensuciado. • Elevada necesidad de energía.
Áreas de aplicación sugeridas	• Regiones con amplios recursos hídricos, pero con precipitaciones bajas o poco frecuentes. • Regiones con poca infraestructura y canales de irrigación tradicionales.	• Se utiliza con frecuencia en cultivos de hileras, frutales y de campo.
Estimation	• Principalmente utilizado en sistemas de cultivo de arroz. • Está disminuyendo rápidamente en el cultivo de frutas y verduras por la baja eficiencia y la mano de obra. • Un sistema bien diseñado con terrenos nivelados con láser, zanjas revestidas, drenaje y reutilización del agua residual, tuberías en lugar de zanjas abiertas, caudalímetros y válvulas reguladoras, puede alcanzar una eficiencia de riego relativamente alta. • Irrigación de oleaje: distribución más uniforme y reducción de la percolación profunda del agua.	• Relativamente eficiente, cuando está bien diseñado y administrado. • Cuando todo el campo se humedece, toda la matriz del suelo puede ser utilizada para la absorción de agua por las plantas. • A fin de mejorar la eficiencia del agua en los cultivos con grandes distancias entre hileras, como los árboles frutales, la superposición entre los aspersores se limita a las hileras y no entre las hileras.

Riego por microaspersión	Irrigación por goteo
• Sistema de microrriego en el que el riego se limita a la zona real de las raíces de la planta. • Tiene un mayor patrón de humectación que la irrigación por goteo. • Los microaspersores emiten mayores volúmenes de agua por hora que el riego por goteo.	• Sistema de microirrigación en el que la irrigación se limita a la zona real de la raíz de la planta. • Funciona a baja presión y con bajos volúmenes de agua por hora.
• Alta eficiencia de irrigación. • La zona húmeda es más amplia que la de los sistemas de goteo, lo que permite una máxima penetración de las raíces. • Riego de precisión según la necesidad real de la planta. • Los emisores de microaspersores son más grandes que los emisores de goteo y se obstruyen con menos frecuencia.	• Muy alta eficiencia de riego. • Menor inversión que para los miniaspersores. • Baja necesidad de mano de obra. • Pérdidas de agua por evaporación o percolación mínimas. • El riego puede realizarse a cualquier hora del día. • El follaje permanece seco (bajo riesgo de enfermedades fúng.).
• Altos costos de inversión. • Requiere grandes volúmenes de agua y bombas de gran capacidad. • Alto requerimiento de energía. • Altas pérdidas de agua por evaporación cuando se usa en condiciones de calor y sol o viento. • Acumulación de sal en la zona fronteriza entre el suelo seco y el húmedo. • Distribución desigual del agua debido a la superposición de los aspersores.	• Los emisores pueden obstruirse por algas, limo bacteriano o sedimentos. • La zona radicular está limitada a la zona húmeda. • En suelos ligeros el patrón de humectación del riego por goteo es subóptimo. • Necesita un sistema de filtrado eficiente. • No es adecuado para la germinación de cultivos sembrados. • Acumulación de sal en la zona fronteriza entre el suelo seco y el húmedo. • Las líneas de goteo dificultan el deshierbe mecánico.
• Se utiliza con frecuencia en cultivos arbóreos de alto valor. • También es adecuado para la germinación de cultivos sembrados.	• Especialmente adecuado para los cultivos de hortalizas.
• Los sistemas de micro irrigación mojan un área mucho más grande y la forma del perfil mojado está menos influenciada por el tipo de suelo que en la irrigación por goteo (ver figuras 7 y 8, página 13).	• No es apto para la germinación de cultivos sembrados. • En suelos ligeros, el número de emisores de goteo debe ser aumentado, si las zonas húmedas se van a mezclar.

Riego climáticamente inteligente

El riego climáticamente inteligente (CSI, por sus siglas en inglés) es una buena práctica de riego que tiene en cuenta los crecientes impactos del cambio climático. El riego deficitario y el riego complementario son técnicas de riego climáticamente inteligentes.

Riego deficitario

Practicar el riego deficitario significa proporcionar menos agua de riego que la evapotranspiración calculada del cultivo (ETc). Esta estrategia se practica en regiones con escasos recursos hídricos.

Bueno saber

- En la mayoría de los casos, el riego deficitario causa reducciones de rendimiento aceptables en caso de altos costes de agua o de limitada disponibilidad de agua.
- Algunos cultivos tolerantes a la sequía, como las uvas (de mesa), pueden cultivarse de forma exitosa con un riego deficitario. Aunque no se alcanza el máximo rendimiento, el contenido de azúcar y la calidad de las uvas aumentan cuando la provisión de agua es inferior a la ETc.
- En el cultivo del olivo, el riego deficitario mejora la extracción de aceite, aumenta el contenido de ácidos grasos insaturados y polifenoles y reduce los valores de peróxido.
- Otros cultivos menos tolerantes a la sequía suelen tener un periodo en el que la demanda de agua es baja o la falta de agua no influye demasiado en la calidad o el rendimiento.

El riego deficitario es una estrategia de irrigación que se practica en regiones con escasos recursos hídricos. Practicar el riego deficitario significa proporcionar menos agua de riego que la evapotranspiración calculada del cultivo (ETc).

Eficiencia en el uso del agua

La eficiencia en el uso del agua (WUE, por sus siglas en inglés) puede ser un factor importante en el manejo del riego en regiones con escasos recursos hídricos. La WUE expresa el rendimiento del cultivo por unidad de agua.

$$\text{La eficiencia en el uso del agua} = \frac{\text{rendimiento de los cultivos (t/ha)}}{\text{agua de riego aplicada (l/m}^2\text{)}}$$

Bueno saber

- En la irrigación deficiente, el WUE es más alto que en la irrigación completa. Es decir, con la misma cantidad de agua, se puede cultivar una mayor superficie de tierra con un riego deficitario que con un riego completo, lo que en última instancia da lugar a un mayor rendimiento total.

Irrigación suplementaria

El riego complementario (SI, por sus siglas en inglés) se utiliza en cultivos esencialmente de secano que pueden sufrir precipitaciones tardías, irregulares o insuficientes. El SI tiene como objetivo suministrar al cultivo cantidades limitadas de agua en las etapas críticas de desarrollo del cultivo en las que es esencial que haya suficiente agua, por ejemplo, durante la floración y el cuajado de la semilla o del fruto.

Bueno saber

- El rendimiento y la eficiencia en el uso del agua pueden mejorarse mucho con el riego complementario, especialmente en las regiones semiáridas.
- También se utiliza el riego suplementario para la siembra temprana, cuando aún no han comenzado las precipitaciones naturales, para prolongar el período de vegetación y para mitigar la sequía o los períodos de calor.
- En las regiones frías, el SI puede utilizarse para prevenir los daños causados por las heladas.
- El riego suplementario es un aspecto importante de la agricultura climáticamente inteligente.

Recolección de agua

En la recolección de agua, el agua de lluvia se recoge y almacena. La recolección de agua es una característica importante en la agricultura climáticamente inteligente.

Bueno saber

- La captación de agua es cada vez más importante en las regiones con escasos recursos hídricos.
- En algunas normas sobre la gestión sostenible del riego, como el GLOBALG.A.P. Add-On SPRING (Programa Sostenible de Riego y Uso de Aguas Subterráneas), los esfuerzos para cosechar el agua son obligatorios.
- La recolección de agua de lluvia puede llevarse a cabo de muchas maneras. Las más comunes son la recogida de agua de lluvia de los tejados y la recogida de agua de la escorrentía de los campos, incluyendo la construcción de presas en las corrientes de agua para crear lagos.
- Si el agua recogida en las microcuencas no se utiliza para regar los cultivos directamente, puede almacenarse en e. g. tanques, cuencas o lagunas.

Cubrir el depósito de almacenamiento de agua ayuda a reducir la evaporación.

- Las zonas de almacenamiento natural deben impermeabilizarse mediante el revestimiento del fregadero con hormigón, lonas impermeables o arcilla compactada y se cubren idealmente para evitar la evaporación.

Recuadro 4. Buenas prácticas en el riego climáticamente inteligente

- Aplicar el riego deficitario o complementario
- Buscar la máxima eficiencia en el uso del agua
- Recolectar y almacenar el agua de lluvia
- Cubrir los depósitos de almacenamiento de agua

Calidad del agua

La calidad del agua es de suma importancia para el crecimiento de las plantas y la calidad del producto. Los minerales como la sal son perjudiciales para el crecimiento de las plantas, el hierro puede precipitarse y obstruir las tuberías y los emisores de agua, los sedimentos pueden obstruir los emisores de goteo y desgastar las boquillas y bombas de agua. La contaminación microbiana, por ejemplo con e-coli o norovirus, hará que el producto no sea apto para el consumo.

Contaminación microbiana

- Es menos probable que las aguas subterráneas contengan contaminantes microbianos que las aguas superficiales (p. ej., estanques, vías fluviales).
- El riesgo de contaminación depende también del cultivo irrigado. Las hortalizas de hoja que crecen cerca del suelo son más susceptibles a la contaminación que, por ejemplo, los cultivos frutales.

¿Cómo se previene la contaminación microbiana?

- Pruebe la calidad del agua de los pozos privados 1 a 2 veces por año, el agua superficial 2 a 3 veces por año (en la siembra, durante el uso máximo y poco antes de la cosecha).
- Evite bombear el agua desde áreas cercanas a las instalaciones ganaderas y específicamente desde áreas cercanas a las zonas de almacenamiento de estiércol.
- El uso de sistemas de riego por goteo o bajo cubierta reduce el contacto del agua posiblemente contaminada con las partes del cultivo cosechado.

Salinidad

El riego con agua salina puede arruinar irremediablemente la fertilidad del suelo. La sal en el agua de riego se acumula en el suelo y finalmente alcanza niveles que hacen imposible la producción de cultivos.

¿Cómo prevenir la salinidad?

- Si no es posible la lixiviación con agua de buena calidad, la producción de cultivos debe limitarse a la temporada de lluvias.
- En las regiones áridas, cuando sólo se dispone de agua salada, solo deberían plantarse cultivos tolerantes a la sal y a la sequía (por ejemplo, algodón, cereales o hortalizas tolerantes a la sequía, como los tomates). No se deberían plantar cultivos que requieran mucha agua durante todo el año, como los cultivos de hoja perenne de hoja caduca o perenne (e. g. aguacate).
- Muchas regiones áridas tienen una estación con precipitaciones naturales. La producción de cultivos debe limitarse a este periodo.
- En las zonas de producción cercanas al mar, el agua de pozo de alta calidad o el agua desalinizada se mezclan cada vez más con agua de mar o agua subterránea salina. Tales prácticas no se ajustan a la agricultura sostenible. Cuando se riega con agua salina, la sal tiende a acumularse en el suelo. El agua es absorbida por las plantas o se evapora de la superficie del suelo, pero las sales permanecen en el suelo.
- En áreas con suficiente disponibilidad de agua, la sal excesiva puede ser lavada (lixiviada) a capas más allá del alcance de las raíces. Sin embargo, la cantidad de agua necesaria para lixiviar las sales más allá de la zona de las raíces es muy alta (10–15 % del consumo total) y debe practicarse sólo cuando se dispone de suficiente agua de buena calidad (por ejemplo, en periodos en los que las precipitaciones o la disponibilidad de agua son abundantes) y los niveles de nitrógeno en el suelo son bajos.
- El agua de riego con un alto contenido en sal es perjudicial no solo para la fertilidad del suelo, sino también para el crecimiento de las plantas. Los iones como el cloruro y el sodio son tóxicos para las plantas y un alto contenido de sal en el agua de riego inhibe la absorción de agua. La concentración de sal se suele medir por conductividad eléctrica (CE) y se expresa en decimales de Siemens por metro (dS/m) o en decimales de micro Siemens por centímetro (yS/cm). 1 dS/m equivale a 1000 yS/cm. Otra forma de medir la salinidad es la cantidad de sales disueltas totales (TDS, por sus siglas en inglés) expresada en ppm. 1 dS/m = aprox. 640 mg/l o ppm.

Acumulación de sal en el suelo

Tabla 5. Clasificación de salinidad del agua de riego

EC (dS / m)	TDS (ppm)	Salinidad
0–1	0–640	baja
1–2	640–1280	moderada
2–5	1280–3200	alta
> 5	> 3200	extremadamente alta

La mayoría de los cultivos pueden ser regados con agua de hasta 1 dS/m sin pérdida de rendimiento. Algunos cultivos de hortalizas como la berenjena, la zanahoria, los frijoles y la cebolla son particularmente intolerantes a los altos niveles de salinidad. La CE del agua de riego para estos cultivos debe ser inferior a < 0,8 dS/m. Otros, como los tomates, la remolacha, el calabacín y los espárragos son tolerantes (CE del agua de riego hasta 3 dS/m). Los cultivos frutales de hoja caduca son generalmente intolerantes a los altos niveles de salinidad. Las frutas de pepita y el aguacate deberían regarse con agua con una CE de menos de 1 dS/m, idealmente < 0,4 dS/m. Los higos, los dátiles y las aceitunas, por el contrario, son bastante tolerantes a la alta salinidad.

Hierro

El alto contenido de hierro en el agua de riego puede crear problemas importantes. Especialmente el agua de pozo puede contener una alta concentración de hierro. El hierro se precipita en forma de óxido de hierro (herrumbre) cuando entra en contacto con el aire. Esto puede causar la obstrucción de los emisores de goteo o de los microaspersores. El agua de riego con una concentración superior a 1 mg /l (1 ppm) debe ser tratada antes de su uso. El tratamiento suele consistir en el prealmacenamiento y la aireación del agua para precipitar el óxido de hierro antes de que el agua sea bombeada al sistema de riego.

Sedimentos

Tanto las impurezas orgánicas como inorgánicas en el agua de riego pueden bloquear físicamente los emisores y reducir así la eficiencia del sistema de riego. Deben instalarse sistemas de filtrado adecuados para eliminar cualquier partícula que sea más grande de lo que puedan manejar los emisores. Los sedimentos orgánicos en el agua también pueden causar el crecimiento de bacterias o algas que pueden obstruir los emisores. Normalmente se requiere una combinación de filtros centrífugos y de malla, especialmente para los sistemas de riego por goteo. Las manchas visibles pueden además reducir la calidad de los cultivos de hortalizas.

Temperatura del agua

La biota del suelo y las raíces de las plantas reaccionan negativamente a los choques de temperatura. El agua de los pozos puede ser especialmente fría y debe ser puesta a temperatura ambiente, antes de ser usada para regar las plantas. En caso de bajas temperaturas persistentes del agua de pozo, el agua puede ser almacenada de forma intermedia en cuencas antes de ser bombeada al sistema de riego.

Por la misma razón, el riego debe realizarse en las primeras horas de la mañana, cuando tanto la planta como el suelo se enfrían por las bajas temperaturas nocturnas. El riego a primera hora de la mañana también reduce la evaporación de una superficie de suelo caliente y la evaporación en el aire antes de que el agua (de los aspersores) llegue al suelo.

Recuadro 5. Buenas prácticas para mejorar la calidad del agua

- Analizar regularmente el agua de pozo y de superficie en relación con los metales pesados, la contaminación microbiana y el contenido de sal.
- Instalar filtros para eliminar los sedimentos.
- Almacenar provisionalmente agua fría de pozo para alcanzar la temperatura ambiente.

Administración del agua

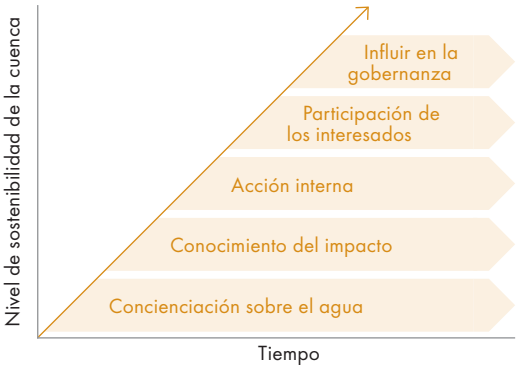
El objetivo de la administración del agua (Water stewardship) es la planificación y gestión responsable de los recursos hídricos en la cuenca. La administración del agua se propone mirar más allá de la granja individual, al paisaje y la sociedad que la rodea.

La administración del agua se limita generalmente a un enfoque de cuenca de captación o de cuenca fluvial e incluye a todas las partes interesadas. La administración del agua para los agricultores comienza en la granja pero incluye las necesidades de otras partes interesadas en la cuenca de captación. Los recursos hídricos deben compartirse esencialmente de manera equitativa y sostenible entre las partes interesadas. Por lo tanto, el agricultor debe ser consciente de los efectos que su gestión del agua tiene sobre los demás usuarios del agua en términos de volumen, nivel y calidad del agua.

Por lo tanto, la colaboración e interacción con otras partes interesadas en la cuenca, tales como otras granjas, industrias, hogares, el medio ambiente natural, organismos reguladores y agencias gubernamentales es de importancia esencial. Siempre que sea posible, se buscará la participación en foros de interesados o en grupos de interesados relevantes. Sólo cuando todas las partes interesadas trabajen juntas podrá alcanzarse el objetivo común de la distribución equitativa y el uso sostenible de las fuentes de agua disponibles.

La Plataforma para la Agricultura Sostenible (SAI, por sus siglas en inglés) afirma correctamente: «El compromiso es una herramienta para alentar a los usuarios de agua a trabajar juntos para

Fig. 9. La escalera de administración del agua del WWF



Incentivado para gestionar las cuencas hidrográficas de forma sostenible way-investment en mejoras de la cuenca.

Las empresas, los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales participan en plataformas de múltiples interesados para abordar las cuestiones.

Las empresas han tomado medidas para optimizar la gestión interna del agua, el uso, al mismo tiempo que miden e informan sobre la cantidad y la calidad del agua.

Comprensión detallada del impacto que ellos y sus proveedores tienen en las cuencas fluviales, incluyendo la identificación de «puntos calientes».

Comprensión de alto nivel de los desafíos mundiales en materia de agua, la dependencia del agua dulce y la exposición a riesgos relacionados con el agua.

Adaptado de: http://awsassets.panda.org/downloads/ws_briefing_booklet_lr_spreads.pdf

Awareness is the first step of the water stewardship ladder. The WWF stewardship ladder helps companies to take internal actions, to address their impact and to contribute to the responsible, sustainable management of water resources.

compartir los recursos y limitar las consecuencias negativas de la escasez de agua. Ello puede incluir la aceptación de que el uso del agua debe reducirse en los momentos críticos».

La conciencia es el primer peldaño de la escalera de la administración del agua. La escalera de administración del WWF ayuda a las empresas a tomar medidas internas, a abordar su impacto y a contribuir a la gestión responsable y sostenible de los recursos hídricos.

El Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) desarrolló un concepto de administración del agua como se presenta en la figura 9. Los pasos del modelo muestran las diversas actividades relacionadas con el agua en las que las granjas y otras partes interesadas pueden y deben participar.

Las organizaciones de etiquetas orgánicas como GLOABALG.A.P. con su norma complementaria SPRING[1] y la norma Bio Suisse sobre la gestión de los recursos hídricos (Parte V, art. 1.7)[2] exigen el compromiso con la gestión del agua como condición para la certificación.

Los documentos de orientación sobre cómo prepararse para la inspección y la certificación según las normas de SPRING y Bio Suisse se pueden encontrar en los sitios web de las respectivas organizaciones.

[1] https://www.globalgap.org/uk_en/for-producers/globalg.a.p.-add-on/spring/

[2] https://www.bio-suisse.ch/media/VundH/Regelwerk/2019/EN/rl_2019_en_excerpt_part_v__6.2.2019.pdf

Box 6. Buenas prácticas en la administración del agua

- Esforzarse por lograr una distribución equitativa de los recursos hídricos en la cuenca de captación.
- Comprender los retos relacionados con el agua en la cuenca de captación en la que se encuentra la granja.
- Comprender y mitigar el efecto que el uso del agua en la granja tiene sobre otros usuarios del agua en la cuenca.
- Participar en los foros de las partes interesadas y en los grupos de interés relevantes.
- Tomar todas las medidas posibles para limitar y economizar el uso del agua en la granja.
- Realizar una Evaluación de Riesgo de Impacto del uso del agua en la granja.
- Registrar todos los datos relacionados con el agua de la granja.

Pie editorial

Publicado por:
Instituto de Investigación de Agricultura Orgánica FiBL
Ackerstrasse 21, P.O.Box 219, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 8657-272, info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Autor: Paul van den Berge (FiBL)

Redacción: Gilles Weidmann (FiBL) **Diseño:** Brigitta Maurer (FiBL)

Créditos fotográficos: Adobe Stock: página 11 (1), 15; Archivo FiBL: p. 7; Thomas Alföldi (FiBL): p. 6, 9 (1); Zeynel Cebeci: p. 16; Dreamstime: p. 12 (1); Fotolia: p. 3 (1), 14 (2); Dwight Sipler (Stow, MA, USA): p. 11 (2); Soilmoisture Equipment Corp. (CA, USA): p. 8(2); Paul van den Berge (FiBL): p. 1, 2, 8 (1), 10, 12 (2), 13, 14 (1), 17, 18; Anja Vieweger (FiBL): p. 3 (2)

ISBN: PDF: 978-3-03736-163-4 **FiBL No de orden:** 5471

Esta guía se puede descargar gratuitamente en shop.fibl.org

1ª edición 2020 © FiBL

Crédito
La guía se elaboró con el apoyo financiero de Coop y Bio Suisse.