

# UC Agriculture & Natural Resources Farm

## Title

Consejos sobre la sequía: El manejo de las sales por medio de la filtración

## Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/4z28z6dj>

## Authors

Cahn, Michael  
Bali, Khaled

## Publication Date

2018-05-01

## DOI

10.3733/ucanr.8594

Peer reviewed

## CONSEJOS SOBRE LA SEQUÍA

# El manejo de las sales por medio de la filtración

El uso de la filtración o lixiviación en el manejo de las sales

**E**l riego de los cultivos puede, con frecuencia, causar que las sales se acumulen en la superficie de la tierra. El agua de riego que se aplica a los cultivos puede contener una cantidad significativa de sales disueltas. Por ejemplo, cuando se aplica un acre-pie de agua con una concentración total de sal disuelta de 735 ppm (partes por millón) o una conductividad eléctrica (o EC, por sus siglas en inglés) de 1.15 dS/m, se podría potencialmente agregar una tonelada de sal a un acre de tierra cultivada. Las sales se acumulan en la tierra porque los cultivos con raíces toman el agua durante la transpiración pero excluyen la mayoría de las sales. La sal también se acumula cerca o en la superficie de la tierra porque el agua que se evapora de la tierra va dejando sal disuelta. Estas sales acumuladas pueden dañar los cultivos si no son filtradas más allá de la zona de la raíz.

**MICHAEL CAHN**, asesor de granjas para riego y recursos hídricos de Extensión Cooperativa de la Universidad de California, condado de Monterey, Santa Cruz y San Benito; y **KHALED BALI**, asesor de granjas y director condal para riego y recursos hídricos de Extensión Cooperativa de la Universidad de California, condado Imperial

Lixiviar o filtrar es el proceso de percolación del agua a través del perfil de la tierra con el fin de desplazar las sales más allá de la zona de las raíces, la región de la tierra donde las raíces de cultivos crecen normalmente. Durante la temporada de crecimiento, la filtración puede lograrse aplicando agua extra para que exceda la cantidad requerida para la evapotranspiración del cultivo. También puede lograrse regando el campo de cultivo antes de plantar o de que los cultivos permanentes desarrollen hojas en la primavera. Las sales pueden ser filtradas también después de la cosecha o durante las lluvias del invierno, si estas son suficientes.

La filtración es benéfica para la eliminación de sales solo si el suelo cuenta con un drenado adecuado. Las capas compactas que impiden que el agua se mueva previenen que las sales filtradas se desplacen por debajo de la zona de las raíces. Las prácticas como la labranza profunda, la incorporación de acondicionadores de tierra como el compost o



**Figura 1.** El drenado se puede mejorar plantando cultivos de cubierta (A), con acondicionadores de compost (B) y una labranza profunda (C) para mejorar la estructura de los macroporos de los suelos. *Fotografías:* M. Cahn, A y B; J. Mitchell, C.

*gypsum* (yeso) y la rotación con cultivos de cobertura de raíces profundas, como los cereales, pueden incrementar el volumen de macroporos en la tierra y mejorar el drenado (fig. 1). Los sistemas de drenado subsuperficiales también son comúnmente usados para mejorar el drenado de los campos con aguas subterráneas poco profundas o elevadas.

Aun cuando la filtración beneficia la eliminación de sales de la zona de raíces del cultivo, las sales filtradas pueden contribuir a un número de problemas del medioambiente. Los nutrientes, incluyendo el nitrato y en algunos casos el ortofosfato, así como algunos pesticidas, se pueden filtrar a los sistemas de drenado de la subsuperficie y contribuir a la degradación de la calidad del agua en lagos y ríos. Las sales concentradas de los sistemas de drenado de la subsuperficie también tienen un impacto en la calidad de los cuerpos hídricos de la superficie. El nitrato lixiviado puede contaminar el agua subterránea al punto que puede ser insegura para el consumo humano.

La pérdida de nutrientes puede reducirse si no se realiza la filtración inmediatamente después de las aplicaciones de fertilizante o cuando la tierra tiene un alto contenido de nitrato. También, con el uso de mejores prácticas para el manejo de riego y nutrientes se puede minimizar la pérdida de nitrato y fósforo. Además, si se usa una cantidad apropiada de filtración para lograr los niveles de salinidad deseados, ello ayuda a minimizar el drenado y la pérdida de nutrientes.

Usar una estrategia de filtración apropiada durante condiciones de sequía, cuando el suministro de agua es limitado, puede optimizar el uso del agua y la producción.

### Requisitos de la filtración y fracción de filtración

El requisito de filtración (LR, por sus siglas en inglés) se define como la cantidad de agua necesaria para mantener la productividad del cultivo. Depende de la salinidad del agua de riego, de la tierra, la tolerancia del cultivo a la sal, el manejo de riego y otros factores. La fracción de filtración (LF, por sus siglas en inglés) es la cantidad

de filtración que ocurre en un campo de cultivo; se define como la fracción del agua aplicada (riego más lluvia menos el escurrimiento superficial) que se drena por debajo de la zona de las raíces:

$$LF = D \div AW$$

donde D representa la profundidad del agua (en inglés) que se drena por debajo de la zona de raíces y AW es la profundidad del agua aplicada (de riego y lluvia) que se infiltra en la tierra. Una fracción alta de filtración (> 0.5) reduce la sal acumulada en la zona de las raíces más de lo que logra una filtración baja (< 0.1).

El requisito de filtración y la fracción de filtración siempre se expresan en forma de porcentaje al multiplicar los resultados de la ecuación de arriba por 100.

### Cómo calcular el agua aplicada para obtener un requisito de filtración deseado

Para determinar la cantidad de agua que debe aplicarse para satisfacer las demandas ET del cultivo y el requisito de filtración, use la siguiente ecuación:

$$AW = ETc \div [1 - (LR \div 100)]$$

en la que AW representa la profundidad en pulgadas del agua aplicada, ETc es la evapotranspiración en pulgadas del cultivo y LR es el requisito de filtración (%). Por ejemplo, si se desea un requisito de filtración del 30% y el ET del cultivo se calcula en 0.7 pulgada, se debe aplicar 1 pulgada de agua:

$$AW = 0.7 \text{ pulgada} \div [1 - (30 \div 100)]$$

$$AW = 1 \text{ pulgada}$$

Tome nota que se aplicó un 43% de agua adicional al ETc (143% de ETc) para obtener un 30% de la fracción de filtración. Para obtener un 50% de la fracción de filtración, se debe aplicar el doble de agua como ETc (0.7 pulgada  $\div$  0.5 = 1.4 pulgadas). Como una alternativa a la ecuación de arriba, use la tabla 1 para determinar la cantidad de agua aplicada que se expresa en porcentaje del ET del cultivo para obtener la fracción deseada.

Tabla 1. Aplicación de agua expresada como porcentaje de ET en un cultivo, que se necesita para obtener una fracción de filtración deseada

Fracción de filtración (%)	Aplicación de agua en forma de porcentaje de ET en un cultivo
5	105
10	111
15	118
20	125
25	133
30	143
35	154
40	167
50	200
60	250

### Cómo determinar el requisito de filtración para un cultivo

Cuando se usa un requisito de filtración adecuado durante el riego, se puede prevenir que las sales se acumulen en la zona de las raíces y reduzca el depósito de nutrientes, como el nitrato, y otras sales en el agua subterránea y de la superficie. Se puede usar un LR pequeño cuando el cultivo es tolerante a las sales o cuando el agua de riego tiene un contenido salino bajo y LR grande puede requerirse en el caso de un cultivo sensible a la sal o cuando el agua de riego tiene un alto contenido de sales. Para determinar el LR, use los siguientes pasos:

**Paso 1.** Determine la cantidad límite de la salinidad del suelo (ECe) que causa la pérdida de producción para cierto tipo de cultivo (vea Ayers and Westcott 1985). Estos valores son publicados extensamente en la publicación de ANR 8410, *Agua salina drenada para la producción de cultivos* (Grismer and Bali, 2015). La cantidad límite de salinidad del suelo para algunos cultivos comunes se resume en la tabla 2.

**Paso 2.** Determine el promedio de salinidad del agua usada para regar el cultivo. La mayoría de las pruebas de adecuación reportan una concentración salina ya sea en unidades de

Tabla 2. Cantidades límites de salinidad del suelo determinadas mediante extractos de pasta de tierra saturada (ECe) que causan una pérdida de producción en cultivos agronómicos y hortícolas

Cultivo	ECe (dS/m)	Tolerancia a la sal
Cultivos agronómicos		
alfalfa	2.0	moderadamente sensible
algodón	7.7	tolerante
arroz	3.0	moderadamente sensible
cebada	8.0	tolerante
frijoles	1.0	sensible
maíz	1.7	sensible
sorgo	6.8	tolerante
trigo	6.0	tolerante
Cultivos de verduras		
ajo	3.0	sensible
apio	1.8	moderadamente sensible
brócoli	2.8	moderadamente sensible
calabaza	4.7	moderadamente sensible
cebolla	1.2	sensible
espinacas	2.0	moderadamente sensible
lechuga	1.3	moderadamente sensible
papa	1.7	moderadamente sensible
pimiento	1.5	moderadamente sensible
repollo	1.8	moderadamente sensible
tomate	2.5	moderadamente sensible
zanahoria	1.0	sensible
Cultivos de perenne		
almendra	1.5	sensible
chabacano	1.6	sensible
ciruelo	1.5	moderadamente sensible
durazno	1.7	tolerante
fresa	1.0	sensible
naranja	1.7	tolerante
uva	1.5	tolerante
zarzamora	1.5	sensible

Fuente: Ayers and Westcott 1985.

conductividad eléctrica (dS/m,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  o mmhos/cm) o en unidades correspondientes a la concentración (ppm or mg/L). Los valores de salinidad en unidades de dS/m son necesarias para calcular el LR en el próximo paso. Las conversiones a dS/m son:

$$\begin{aligned} 1 \text{ dS/m} &= 1 \text{ mmhos/cm} \\ 1 \text{ dS/m} &= 1000 \mu\text{S/cm} \\ 1 \text{ dS/m} &= 640 \text{ ppm} = 640 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

**Paso 3.** El paso final consiste en usar la ecuación de abajo para calcular el requisito de filtración:

$$\text{LR} = (\text{ECw} \times 100) \div [(\text{ECe} \times 5) - \text{ECw}]$$

en la que ECw es la salinidad del agua de riego y ECe es la cantidad límite de salinidad del suelo en la zona de las raíces por encima de la cual la producción del cultivo se reduce (de la tabla 2). Alternativamente, use la tabla 3 para calcular el requisito de filtración determinando la intersección del valor ECw del agua de riego y la cantidad límite ECe del cultivo.

**Ejemplo:** El tomate tiene una cantidad límite de salinidad de 2.5 dS/m (tabla 2). Si la salinidad del agua de riego es de 1.5 dS/m, ¿cuál es el requisito de filtración adecuado (porcentaje)? La respuesta puede ser calculada directamente usando la ecuación de arriba o la tabla 3:

$$\begin{aligned} \text{LR} &= (1.5 \text{ dS/m} \times 100) \div [(5 \times 2.5 \text{ dS/m}) - 1.5 \text{ dS/m}] \\ \text{LR} &= 14\% \end{aligned}$$

El cálculo del requisito de filtración de arriba asume que el agua extraída por el cultivo que satisface la demanda de ET es proporcional a la distribución de raíces en el perfil de suelo y sigue el patrón de extracción 40-30-20-10. Si la zona de raíces del cultivo fuera dividida en cuatro capas de profundidad, un 40% de las raíces estarían distribuidas en la capa superior de la zona de las raíces, un 30% en la segunda capa, otro 20% en la tercera capa y el 10 ciento restante en la capa más profunda. A pesar de que la profundidad de la zona de las raíces varía entre los diferentes cultivos, esta ecuación ofrece una buena aproximación al LR por el patrón de distribución

Tabla 3. Requisitos de filtración (LR), expresados como porcentaje, para lograr una concentración salina del suelo (ECe) en la zona de raíces mediante el uso de agua de riego de diferentes concentraciones salinas (ECw). La intersección entre los valores ECw y ECe corresponden al LR apropiado.

Salinidad del suelo (ECe), dS/m	Salinidad del agua de riego (ECw), dS/m												
	0.2	0.5	0.7	1	1.3	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7
0.5	9	25	39	67	108	—	—	—	—	—	—	—	—
1.0	4	11	16	25	35	43	67	100	—	—	—	—	—
1.5	3	7	10	15	21	25	36	50	67	114	—	—	—
2.0	2	5	8	11	15	18	25	33	43	67	100	—	—
2.5	2	4	6	9	12	14	19	25	32	47	67	92	—
3.0	1	3	5	7	9	11	15	20	25	36	50	67	88
3.5	1	3	4	6	8	9	13	17	21	30	40	52	67
4.0	1	3	4	5	7	8	11	14	18	25	33	43	54
4.5	1	2	3	5	6	7	10	13	15	22	29	36	45
5.0	1	2	3	4	5	6	9	11	14	19	25	32	39
5.5	1	2	3	4	5	6	8	10	12	17	22	28	34
6.0	1	2	2	3	5	5	7	9	11	15	20	25	30
6.5	1	2	2	3	4	5	7	8	10	14	18	23	27
7.0	1	1	2	3	4	4	6	8	9	13	17	21	25

de las raíces y la extracción de agua en el perfil de suelo es relativamente consistente entre los tipos de cultivo.

Si la extracción de agua de un cultivo se aparta significativamente de este patrón, podría necesitarse un requisito de filtración diferente. Por ejemplo, un mayor requisito de filtración podría ser necesario si una porción más alta de la extracción de agua se encuentra cercana a la superficie del suelo. Para el agua de riego con un  $EC_w$  igual a 1 dS/m, un patrón de extracción de 50-30-15-5 resultaría en un  $EC_e$  en el perfil de suelo, con un promedio de 1.8 dS/m para un 15% de fracción de filtración. Para la misma salinidad y fracción de filtración del agua de riego, un patrón de extracción de agua de 40-30-20-10 resultaría en un  $EC_e$  en el perfil de suelo con un promedio de 1.6 dS/m. Bajo el patrón de raíces más superficiales, se necesita un 18% de fracción de filtración para obtener un promedio similar de salinidad del suelo como patrón de extracción de 40-30-20-10. El promedio más alto de  $EC_e$  para patrones de raíces superficiales es causado por una mayor acumulación de sal cerca de la superficie del suelo. Por lo tanto, el agua que drena de la capa superior del suelo va a tener una mayor salinidad que la de un cultivo con raíces proporcionalmente más profundas.

Los requisitos de filtración bajo un micro riego (de goteo y mini aspersores) podrían también diferir de los métodos convencionales como el riego por aspersores suspendidos o por inundación. Los cultivos son por lo general irrigados con más frecuencia por goteo o micro aspersores que con los métodos convencionales, por lo que una tierra con un contenido de humedad consistentemente más alto puede minimizar los efectos nocivos en el crecimiento del cultivo causados por la acumulación de sal. También, debido a que las raíces de los cultivos bajo un riego de goteo o micro aspersores tienden a concentrarse en la zona en la que se aplica el agua, la filtración de sales de la zona de las raíces puede ser más efectiva que con el uso de métodos de riego convencionales. Por ejemplo, en las verduras cultivadas en lechos elevados, mucha de la filtración con riego de aspersores se da en los surcos, donde la densidad de la raíz y la acumulación son

menores. Tome nota que debido a que la humedad del suelo se mueve lateralmente con un riego por goteo, las sales también podrían moverse lateralmente y acumularse en las orillas de las zonas mojadas.

Debido a que es difícil saber el patrón de extracción hídrica exacta de un cultivo y en dónde se están acumulando las sales en el perfil de suelo, especialmente bajo el riego por goteo, se recomienda una evaluación periódica consistente en un análisis de la salinidad del suelo para conocer si la filtración es algo adecuado.

Como se indica en la tabla 3, las fracciones de filtración pequeñas son necesarias cuando se usa agua de riego baja en salinidad ( $EC_w < 1$  dS/m) para irrigar cultivos con una tolerancia a cantidades límites de tolerancia a la sal mayores a 1.5 dS/m. Mucha del agua de la superficie usada para riego en los Valles de Sacramento y San Joaquín tiene niveles de salinidad menores a 0.5 dS/m y la mayoría del agua subterránea usada para riego agrícola tiene una salinidad de menos de 1 dS/m. La salinidad del agua de drenaje y reciclada es con frecuencia mayor a 1 dS/m. La tabla 4 enumera los requisitos de filtración de cultivos selectos en el Valle de San Joaquín que usan agua con un promedio de  $EC$  de 0.5 dS/m.

Tabla 4. Cálculo del requisito de filtración para cultivos selectos en el Valle de San Joaquín que son regados con agua de un  $EC$  de 0.5 dS/m

Cultivo	Requisito de filtración (%)
algodón	1
almendra	7
brócoli	4
cebada	1
frijoles	11
lechuga	8
maíz	6

## Factorización de la uniformidad del sistema de riego para el requisito de filtración

Debido a que ningún sistema de riego aplica el agua de manera perfectamente uniforme, se requiere de agua extra para asegurarse que la zona más seca del campo reciba suficiente agua para cumplir con los requisitos ETc y que una cantidad adecuada de la misma se filtre por debajo de la zona de raíces para minimizar la acumulación de sales. La distribución uniforme (DU, por sus siglas en inglés) de un sistema de irrigación puede ser usada para calcular el agua que debe aplicarse para cumplir con el ET del cultivo y los requisitos de filtración, además de superar un DU bajo

$$AW = (ETC \times 100 \div DU) \div [1 - (LR \div 100)]$$

donde AW es el agua aplicada en pulgadas, Etc es la evapotranspiración del cultivo en pulgadas y LR es el porcentaje de requisito de filtración.

El DU de un sistema de riego con una uniformidad perfecta es del 100%. Un sistema de riego con un DU bajo sería de menos del 70%, lo cual significa que la profundidad de aplicación promedio medida en las ubicaciones que representan el 25% más seco de un área del campo equivale a un 70% de la profundidad promedio del agua aplicada al campo entero. El área que representa el 25% con mayor sequedad de todo el campo es conocida como “la cuarta parte más baja”. La tabla 5, enumera los volúmenes de agua aplicada, expresados en porcentajes de ETc, que serían necesarios

Tabla 5. Volumen de agua aplicada, expresado como porcentaje de ET del cultivo, que se necesita para lograr un 5% de la fracción de filtración bajo sistemas de riego con distribuciones (DU) de diferentes uniformidades

Método de riego	DU	Porcentaje de agua aplicada a un ET de cultivo
aspersores sólidos fijos	75	140
aspersores que se mueven de forma lineal	80	124
goteo	85	111

para lograr una fracción de filtración del 5% en el área más seca de un campo con sistemas de riego con diferentes uniformidades. Un sistema de riego con un DU alto teóricamente requiere de menos agua para satisfacer las necesidades hídricas del campo y la filtración de sales.

Los efectos de un sistema de aspersores suspendidos con un DU bajo en la filtración de sales puede con frecuencia ser superado si la filtración se divide durante varios riegos. Si se mueven las líneas de aspersores de 10 a 20 pies entre riegos, las áreas que reciben menos agua durante el riego previo pueden ser compensadas con volúmenes más grandes durante el próximo riego. Asimismo, si el viento fuera un factor en crear áreas secas en un campo, las diferentes condiciones de viento durante riegos subsecuentes pueden compensar las áreas secas con un poco de agua extra.

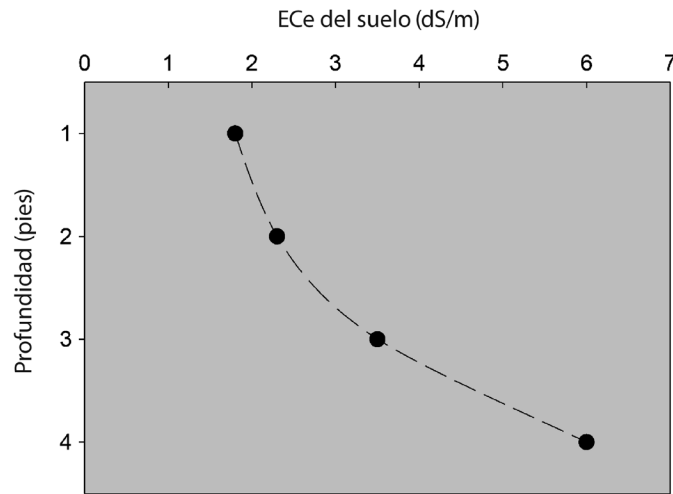
## Cómo evaluar si la filtración es la adecuada

Un método eficiente de evaluar si la filtración es efectiva es midiendo la salinidad del suelo a la altura de la zona de raíces de un cultivo.

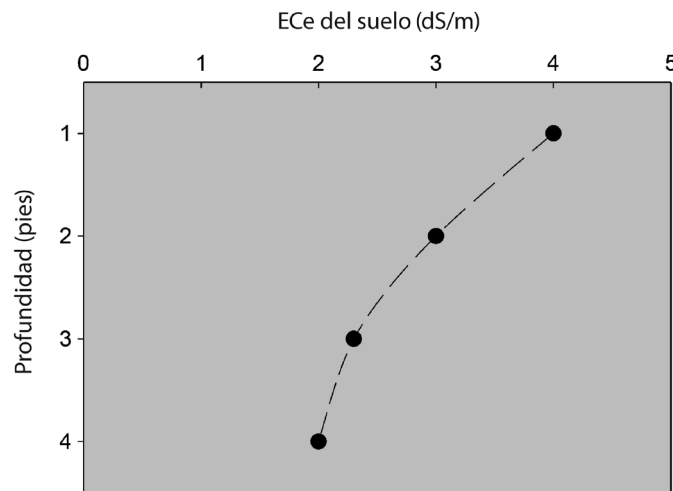
**Paso 1.** Tome muestras de tierra de tres a cuatro intervalos que sean iguales en profundidad en la zona de la raíces. Cada profundidad debe comprender una muestra de tierra de ocho o más sitios en un solo campo.

**Paso 2.** Analice un extracto saturado y agregado de la muestra de tierra de cada capa para la conductividad eléctrica (ECe).

**Paso 3.** Compare los valores de salinidad de las diferentes profundidades. La concentración de sal debe incrementarse con la profundidad si la filtración es efectiva (fig. 2). Si la salinidad es más alta en la superficie que en la profundidad del perfil de suelo (fig. 3), la filtración no es suficiente para reducir las sales.



**Figura 2.** Distribución de la salinidad en la zona de las raíces con una filtración adecuada.



**Figura 3.** Distribución de la salinidad del suelo en la zona de raíces de un cultivo con una filtración inadecuada. Compare la salinidad del suelo promedio en la zona de las raíces con una cantidad límite de EC para la pérdida de producción del cultivo. Si la salinidad del suelo es significativamente más alta que la cantidad límite, podría necesitarse de una mayor filtración.

**Paso 4.** Finalmente, evalúe la efectividad de la estrategia de filtración comparando el promedio de EC de la zona de raíces con el EC del agua aplicada, usando la ecuación para el requisito de filtración presentada arriba:

$$LR = (ECw \times 100) \div [(ECe \times 5) - ECw]$$

**Ejemplo:** La ECe en la zona de raíces de un cultivo de tomate es 2, 2.5, 4 y 6 dS/m para profundidades de 1, 2, 3 y 4 pies. El EC del agua de riego es de 1.5 dS/m. Calcule el ECe promedio de la zona de raíces:

$$(2 \text{ dS/m} + 2.5 \text{ dS/m} + 4 \text{ dS/m} + 6.5 \text{ dS/m}) \div 4 = 3.75 \text{ dS/m}$$

La cantidad límite de pérdida de producción en el tomate es 2.5 dS/m. Debido a que el promedio de EC para la zona de las raíces es mayor a la cantidad límite de EC para el tomate, la fracción de filtración usada no fue probablemente suficiente para prevenir la pérdida de producción. Calcule la fracción actual de filtración (LF) usada:

$$LF = (ECw \times 100) \div [(ECe \times 5) - ECw]$$

$$LF = (1.5 \text{ dS/m} \times 100) \div [(3.75 \text{ dS/m} \times 5) - 1.5 \text{ dS/m}]$$

$$LF = 8.7\%$$

En el ejemplo de arriba, un 9% de la fracción de filtración fue insuficiente para reducir la salinidad promedio en la zona de las raíces a 2.5 dS/m. Como se calculó en el ejemplo anterior, un 14% del requisito de filtración tendría mayores posibilidades de reducir la salinidad del suelo alrededor de la zona de raíces a un nivel que minimizaría la pérdida de producción.

### Filtración durante condiciones de sequía

- Durante las condiciones de sequía, el agua puede escasear y no podría ser posible optimizar la filtración para el manejo de la salinidad.
- Algunos cultivadores necesitan aplicar el déficit de riego, el cual significa aplicar menos cantidad de agua al potencial de evapotranspiración, para mantener el cultivo vivo. La combinación de una lluvia invernal menor a lo normal y el déficit de



riego pueden contribuir a una salinidad más alta de lo normal en la zona de las raíces del cultivo. Los granjeros deben pensar en usar cualquier estrategia posible para filtrar las sales de manera eficiente cuando el suministro de agua es limitado.

- El monitoreo de la salinidad del suelo y del agua pueden ser útiles para determinar si la filtración es efectiva. Monitorear la salinidad del suelo varias veces durante la temporada permite hacer cambios antes de que los cultivos sufran daños. Enfocarse en una filtración posttemporada para las áreas de mayor salinidad puede ayudar a reducir el requisito de filtración necesario para optimizar el crecimiento del cultivo durante la temporada de producción.
- Los requisitos de filtración pueden ser más bajos con el déficit de riego porque el ETc actual será menor bajo condiciones de riego normales, y por lo tanto una mayor porción del agua aplicada percolará por debajo de la zona de raíces.
- Cuando se riega con métodos altamente eficientes como el riego de goteo o un sistema de aspersores muy uniforme puede ayudar a filtrar las sales usando menos agua. Cuando se usa el riego por goteo, irrigar frecuentemente con pequeñas aplicaciones de agua puede evitar un desgaste excesivo de la humedad de la tierra y ayudar a los cultivos a evitar el estrés por salinidad.
- Evite aplicar altos índices de fertilizante o acondicionadores de tierra con alto contenido de sal, como el estiércol, el cual puede incrementar la salinidad en la zona de las raíces de cultivos jóvenes.
- Plantar cultivos que son más tolerantes a la sal también puede ser una opción efectiva dependiendo de las consideraciones económicas.
- El uso de fuentes alternativas de agua, como aguas residuales tratadas, agua reciclada o agua subterránea, puede ser útil para el control de la sal, pero podría requerir mayores fracciones de filtración de lo que se necesita para el agua de superficie de calidad más alta.

## Referencias

- Ayers, R. S., and D. W. Westcott. 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29. FAO website, <http://www.fao.org/DOCRp/003/T0234e/T0234E03.htm>.
- Grismer, M., and K. Bali. 2015. Agua salina drenada para la producción de cultivos. Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 8410. See the ANR online catalog, <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8410.pdf>.
- Hanson, B., S. R. Grattan, and A. Fulton. 1993. Agricultural salinity and drainage: A handbook for water managers. Oakland: University of California Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3375.



Esta publicación fue escrita y producida por la División de Agricultura y Recursos Naturales (ANR, por sus siglas en inglés) de la Universidad de California bajo un acuerdo con el Departamento de Recursos del Agua de California (Department of Water Resources). Para más información sobre las publicaciones y otros productos de ANR, visite el catálogo en línea de ANR Communication Services en [anrcatalog.ucanr.edu/](http://anrcatalog.ucanr.edu/) o llame al 1-800-994-8849. También puede pedir las por correo electrónico o solicitar un catálogo impreso de nuestros productos escribiendo a

University of California  
Agriculture and Natural Resources  
Communication Services  
2801 Second Street  
Davis, CA 95618

Telephone: 1-800-994-8849

E-mail: [anrcatalog@ucanr.edu](mailto:anrcatalog@ucanr.edu)

©2018 The Regents of the University of California. Este trabajo se publica bajo la Licencia Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0. Para una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> o envíe una carta a Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Publicación 8594  
ISBN-13: 978-1-62711-010-5

Esta publicación es una traducción de *Drought Tip: Managing Salts by Leaching*, ANR Publication 8550, publicada en 2015. Traducción por Leticia Garcia-Irigoyen.

La Universidad de California prohíbe la discriminación o el hostigamiento, contra cualquier empleado o persona que busque empleo en la Universidad de California, por razones de raza, color, origen nacional, religión, sexo, identidad en función del género, embarazo

(inclusive embarazo, parto y condiciones médicas relacionadas con el embarazo o el parto), incapacidad física o mental, estado de salud (casos de cáncer o de características genéticas), información genética (inclusive historial médico familiar), ascendencia, estado civil, edad, preferencia sexual, ciudadanía o por haber prestado servicio militar (según lo define la Ley de Derechos a Contratación y Recontratación de los Servicios Uniformados de 1994: servicio en el servicio militar incluye: membresía, solicitud de membresía, desempeño de servicio, solicitud de servicio u obligación de servicio en los servicios uniformados) o en cualquiera de sus programas o actividades.

La política de la Universidad también prohíbe represalias contra cualquier empleado o persona que busque empleo o cualquier persona que participe en sus programas y actividades y que haya presentado una queja por discriminación o acoso sexual según estas reglas. La política de la Universidad se propone concordar con las disposiciones de las leyes federales y estatales precedentes.

Las preguntas sobre la política antidiscriminatoria de la Universidad pueden dirigirse a: John Sims, Affirmative Action Contact y Title IX Officer, University of California Division of Agriculture and Natural Resources, 2801 Second Street, Davis, CA, 95618 (530-750-1397).

Email: [jsims@ucanr.edu](mailto:jsims@ucanr.edu). Website: [http://ucanr.edu/sites/anrstaff/Diversity/Affirmative\\_Action/](http://ucanr.edu/sites/anrstaff/Diversity/Affirmative_Action/).

Se puede encontrar una copia electrónica de esta publicación en el catálogo del sitio web de ANR Communication Services, [anrcatalog.ucanr.edu/](http://anrcatalog.ucanr.edu/).



La exactitud técnica de esta publicación fue evaluada anónimamente por científicos y otros profesionales calificados de la Universidad de California.

Este proceso de evaluación fue supervisado por Anthony O'Geen, editor asociado de ANR para Ciencias del Suelo, Aire y Agua.

web-5/18-LR/BG