

Resumen: Manejo de Agua y Riego durante Tiempos de Sequía

CONFERENCISTA INVITADO: MICHAEL CAHN, ASESOR AGRÍCOLA DE RIEGO Y RECURSOS DE AGUA, UCCE CONDADO DE MONTEREY, ENERO 25 DEL 2022

Estrategias para optimizar los recursos de agua bajo un suministro de agua limitado

Es importante evaluar las fluctuaciones estacionales de las necesidades hídricas de los cultivos que planea sembrar. Ya que conozca las necesidades hídricas, podemos determinar cuánta tierra puede cultivar para tener una buena cosecha. Recuerde que queremos maximizar la producción y la rentabilidad de la tierra bajo cosecha. Usted puede hacer que las asignaciones de agua de riego perduren más allá de lo normal y sembrar más cultivos o más tierra con tan solo aumentar la eficiencia de riego. Además, aumentar la capacidad de retención de agua del suelo a largo plazo puede ayudar a conservar más agua dentro del suelo. Muchas regiones de California reciben lluvias invernales, incluso durante tiempos de sequía. Estas lluvias suelen ser muy intensas, por eso es importante que toda esa agua se infiltre y se conserve en el suelo para recargar el acuífero. Finalmente, es fundamental pensar a largo plazo. Hay que desarrollar y utilizar suministros de agua alternativos.

Calculando el volumen de agua necesaria para regar los cultivos

El primer paso del manejo de agua durante una sequía es calcular el volumen de agua necesario para producir los cultivos seleccionados de esa

temporada. Esto se demuestra en un proceso de tres pasos.

Paso 1: Estimar las necesidades hídricas de sus cultivos durante la pretemporada y en temporada (antes de regar, al momento de establecimiento de los cultivos, la evapotranspiración de los cultivos (ET), (Tabla 1, 2, 3), manejo de salinidad).

Paso 2: Estimar la contribución de fuentes de agua que no provengan del riego (lluvia, brisa, capa de agua colgada, o la humedad del suelo).

Paso 3: El valor del Paso 1 menos el valor del Paso 2 = volumen de agua necesaria para regar un cultivo.

Ejemplo: Estimando el agua necesaria para regar un acre de brócoli:

Paso 1.

Necesidades hídricas temporales	Pulgadas de agua
Antes de la temporada (preparación de las camas de cultivo)	2.0
Establecimiento del cultivo (después de trasplantar)	3.0
Durante la temporada (basado en la ET)	20.6
Total	25.6

Paso 2.

Fuentes de agua no relacionadas al riego	Pulgadas de agua
Cambio en la humedad del suelo disponible	1.0
Precipitación	1.0

Fuentes de agua no relacionadas al riego	Pulgadas de agua
Brisa	0.1
Agua subterránea de poca profundidad	0.0
Total	2.1

Paso 3. Requisito temporal de agua= 25.6 - 2.1 pulgadas = 23.5 pulgadas.

Calculando cuántos acres se pueden plantar basado en el agua de riego disponible y el requisito de agua temporal para los cultivos

Por ejemplo, si la distribución de agua es 200 acres-pies para esta temporada,

200 acre-pies ÷ 23.5 pulgadas × 12 pulgadas por pie = 102 acres de brócoli.

Tabla 1: Requisito de evapotranspiración de los cultivos en el Valle de Sacramento.

Cultivo	Tipo de Riego	Temporada	Requisito de ET
Chile (chile morrón rojo)	Goteo	mayo-sept.	22
Tomate (para procesar)	Goteo	mayo-sept.	23

Tabla 2: Requisito de evapotranspiración de los cultivos en los valles interiores de la Costa Central.

Cultivo	Tipo de Riego	Temporada	Requisito de ET
Bok choy (invernadero)	Aspersión	julio-sept.	4
Brócoli	Aspersión	abril-junio	13
Brócoli	Aspersión	mayo-julio	14
Brócoli	Aspersión	sept-marzo	6
Repollo	Aspersión	abril-agosto	15
Coliflor	Aspersión	marzo-junio	13
Coliflor	Aspersión	nov-abril	12

Cultivo	Tipo de Riego	Temporada	Requisito de ET
Apio	Aspersión/Goteo	mayo-agosto	14
Lechuga (iceberg)	Aspersión/Goteo	abril-julio	10
Lechuga (iceberg)	Aspersión/Goteo	junio-agosto	8
Lechuga (iceberg)	Aspersión	junio-agosto	9
Chile (chile morrón rojo)	Goteo	mayo-sept.	14
Espinacas (baby)	Aspersión	mayo-sept.	4
Tomate (frescos para el mercado)	Goteo	junio-sept.	16
Tomate (para procesar)	Aspersión	mayo-sept.	18

Tabla 3: Requisito de evapotranspiración de los cultivos en los valles costeros de la Costa Central.

Cultivo	Tipo de Riego	Temporada	Requisito de ET
Brócoli	Aspersión	marzo-agosto	9
Brócoli	Aspersión	mayo-sept.	11
Brócoli	Aspersión	sept-marzo	6
Coles de Bruselas	Aspersión	julio-dic.	14
Repollo	Aspersión	agosto-oct.	10
Repollo	Aspersión	abril-julio	11
Coliflor	Aspersión	marzo-junio	7
Coliflor	Aspersión	agosto-dic.	6
Apio	Aspersión/Goteo	mayo-sept.	8
Lechuga (iceberg)	Aspersión/Goteo	feb.-mayo	5
Lechuga (iceberg)	Aspersión/Goteo	abril-julio	7

Cultivo	Tipo de Riego	Temporada	Requisito de ET
Lechuga (iceberg)	Aspersión/Goteo	junio-agosto	6

¿Cuántos acres se pueden regar basado en el flujo del pozo o de la bomba de agua y de la demanda máxima de agua de un cultivo?

Por ejemplo, digamos que el flujo de un pozo de agua = 300 galones por minuto (gpm) a 40 psi (revise la curva de rendimiento de la bomba). Un examen de bomba le dará la información sobre la curva de rendimiento (figura 1).

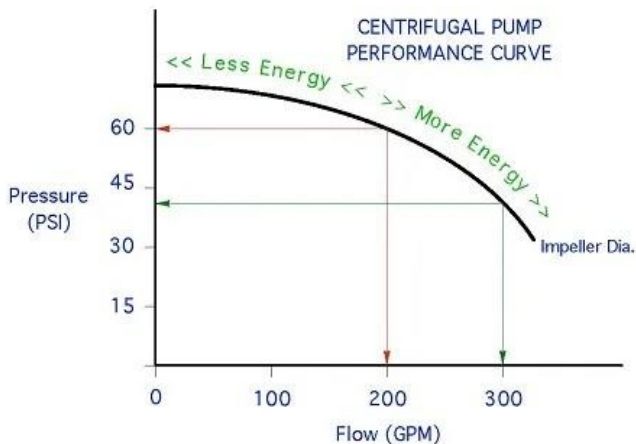


Figura 1: Curva de rendimiento de una bomba centrífuga

¿Cuántos acres de brócoli se pueden regar basado en el flujo del pozo o de la bomba de agua y de la demanda máxima de agua del cultivo?

- Flujo de la bomba = 300 gpm
- ETc Máximo = 0.25 pulgadas/día
- Uniformidad de aplicación de la aspersión = 0.75 (75%)

- Horas de funcionamiento = 12 horas por día × 6 días por semana

Necesidad hídrica del cultivo = 0.25 pulgadas/día × 7 ÷ 0.75 = 2.33 pulgadas por semana por acre

2.33 pulgadas/semana × 27,154 galones por acre-pulgada = 63,359 gal por acre por semana

Capacidad de la bomba = 300 galones por minuto × 60 min/hora × 12 horas/día × 6 días/semana = 1,296,000 galones por semana

1,296,000 gal/semana ÷ 63,359 gal/acre por semana = **20.5 acres se pueden regar con un solo pozo de agua.**

¿Qué tal si el abastecimiento de agua no es suficiente?

Trate de cultivar los mejores campos y plantar los cultivos más lucrativos. Busque los campos con las texturas de suelo más convenientes, una inclinación uniforme, buen drenaje, la menor presión de malezas, la fertilidad máxima y una presión baja de enfermedades del suelo. Los buenos registros de campo pueden otorgar esta información. Evite los campos con capas de suelo compactadas e impermeables, una inclinación excesiva, o problemas de alta salinidad del suelo. Seleccione variedades de cultivos de alto rendimiento o de temporadas más cortas para no utilizar tanta agua. También optimice su programa de manejo de plagas y de fertilizantes.

Conserve el agua a través del aumento de la eficiencia de sistemas de riego

El aumento de eficiencia de sistemas de riego puede ayudar a extender el agua sobre más área de campo. Una forma de hacer esto sería mejorar la uniformidad de aplicación de su sistema de riego. La uniformidad de distribución en un sistema de riego por goteo puede alcanzar entre 85-90% y 75-80% para un sistema de riego por aspersión. Un sistema de riego por goteo tiene gran potencial para una uniformidad de aplicación alta, un manejo de

salinidad eficiente, mejor manejo de fertilizantes, y dado a que las hojas no se mojan con el sistema de goteo, resulta una mejor cosecha y calidad de cultivos.

Como conservar agua o incrementar su rendimiento de agua a través del aumento de la eficiencia de riego

El brócoli tiene una evapotranspiración (ETc) de 13 pulgadas durante la temporada. Para un sistema de riego por aspersión con una uniformidad de distribución de 0.70 (70%) y un requisito de lixiviación de 10% (para que la sal no se acumule en el suelo), la necesidad de agua para un acre de brócoli = $13 \text{ pulgadas} \div 0.70 \div (1 - (10\% \div 100\%)) = 20.6 \text{ pulgadas}$

Si utiliza un sistema de riego por goteo, usted puede reducir la cantidad de agua necesaria con tan solo cambiar la uniformidad de distribución. Por ejemplo, si la uniformidad de distribución de un sistema de riego por goteo es 0.90 (90%) y el requisito de lixiviación es de 10%, la necesidad de agua para un acre de brócoli sería = $13 \text{ pulgadas} \div 0.90 \div (1 - (10\% \div 100\%)) = 16 \text{ pulgadas}$. En este ejemplo, ahorraría 4.6 pulgadas de agua al usar un sistema de riego por goteo.

Es importante mantener bien el sistema de riego por goteo para optimizar la uniformidad de aplicación. Repare las fugas de agua y si inyecta fertilizantes, especialmente fertilizantes orgánicos, debería hacer la inyección antes del filtro de riego para evitar el taponamiento de emisores. Optimice la presión y manténgase dentro el rango de la recomendación del fabricante. Igual, también debe optimizar el diseño del sistema de riego para mantener una presión uniforme por todo el campo.

El manejo de la presión es algo crítico para maximizar la uniformidad de aplicación de los sistemas de riego por goteo. La mayoría de los sistemas de riego funcionan mejor cuando la presión está entre 8-12 PSI. Usted puede revisar la presión del sistema por todo el campo si instala

manómetros de presión para agua. Por ejemplo, puede instalar válvulas schrader para revisar la presión con el mismo manómetro y así obtener una comparación efectiva. Los reguladores de presión ayudan a mantener la presión de su sistema de riego al nivel deseado.

La uniformidad de aplicación de un sistema de riego por aspersión se puede optimizar si 1) se asegura que las boquillas sean de un tamaño uniforme, revise si hay boquillas mezcladas de diferentes tipos o si algunas están desgastadas; 2) el manejo de la presión es algo crítico porque los aspersores no son efectivos a presiones muy bajas o muy altas; 3) optimice el distanciamiento de las tuberías laterales; 4) utilice el sistema por aspersión cuando la velocidad del viento sea menos de 5 millas por hora; y 5) los modelos de aspersores más nuevos proporcionan una uniformidad de aplicación más alta que los aspersores de impacto compuestos de latón.

Ahorre agua a través de una mejor programación de riego

La eficiencia de un sistema de riego se puede mejorar a través de la programación de riego. Existen diferentes métodos que se pueden utilizar para programar el riego – basados en el clima (ET), basado en las plantas, y basado en el suelo. Lo ideal y lo más efectivo sería una combinación de los tres. El monitoreo de la humedad del suelo se puede hacer utilizando tensiómetros de suelo. En vez de un solo tensiómetro, es mejor utilizar múltiple para determinar el contenido de humedad del suelo por todo el campo.

Utilice el método de tocar y sentir con una sonda de suelo – el agua no se difunde muy lejos de la línea de goteo, y el sondeo del suelo le dará un buen sentido sobre la ubicación del agua y que tan húmedo está el suelo. La programación de riego basado en el clima se puede lograr utilizando los datos de diferentes estaciones de California Irrigation Management Information System (CIMIS), que están ubicadas por todo el estado. La estación

meteorológica de CIMIS ofrece un ET (evapotranspiración) de referencia y usted mismo puede calcular la evapotranspiración del cultivo (ETc). $ETc = ET_{ref} \times K_{cultivo}$, donde $K_{cultivo}$ es el coeficiente del cultivo, el cual puede variar entre 0.1 a 1.2. CropManage, un sitio de apoyo en línea sobre el manejo de riego y nitrógeno, también ayudara con la programación de riego. CropManage, es una herramienta de riego gratis, la cual fue desarrollada por la division de Agricultura y Recursos Naturales de la Universidad de California, UC ANR.

¿Qué tan frecuente se debe regar?

La frecuencia con la que tiene que regar depende del clima (ET), la capacidad de retención de agua del suelo (Tabla 4), la profundidad de las raíces que el cultivo explorara y el límite máximo del agotamiento de humedad del suelo o de cuando se estresa la planta.

Tabla 4: Típica capacidad de almacenamiento de agua de suelos con diferentes texturas.

Textura del suelo	Capacidad de campo	Textura del suelo	Capacidad de campo
	Pulgadas de agua por cada pulgada de profundidad de suelo		
Arenosa	0.10	0.04	0.06
Arenosa franca	0.16	0.07	0.09
Franco arenosa	0.21	0.09	0.12
Franca	0.27	0.12	0.15
Franco limosa	0.30	0.15	0.15
Franco arcillo arenosa	0.29	0.18	0.11
Arcillo arenosa	0.28	0.15	0.13
Franco arcillosa	0.32	0.18	0.14
Franco arcillo limosa	0.36	0.20	0.16
Arcillo limosa	0.40	0.20	0.20
Arcillosa	0.40	0.22	0.18

Duración de riego

La duración de riego depende del tamaño de la boquilla, la presión del sistema, y la separación de los aspersores. $\text{Tiempo de riego (horas)} = \text{ET del cultivo (en pulgadas)} / \text{tasa de aplicación (pulgadas/hr)}$.

Pressure psi	Nozzle diameter (inches)				
	3/32	7/64	1/8	9/64	5/32
	Sprinkler application rate				
	inches/hour				
40	0.18	0.27	0.35	0.44	0.52
45	0.19	0.28	0.37	0.46	0.54
50	0.20	0.29	0.38	0.47	0.56
55	0.21	0.30	0.40	0.49	0.58
60	0.22	0.31	0.41	0.50	0.60
65	0.22	0.32	0.41	0.51	0.61
70	0.22	0.32	0.42	0.52	0.62

Figura 2. Tasa de aplicación de aspersores “solid-set” de una cuadrícula de 30 ft x 30 ft.

Optimización de riego para el establecimiento del cultivo

Otra forma de esparcir el agua de riego a más tierra sería optimizar el riego para el establecimiento del cultivo. Aplicar demasiada agua también es algo que se observa frecuentemente durante el periodo de establecimiento del cultivo. Igualmente, evalúe la humedad del suelo antes de que riegue por primera vez. Si la tierra está muy húmeda, no hay necesidad de regar por períodos largos, un par de horas de riego por aspersión será suficiente. A partir de entonces, no debe aplicar más de $2 \times ET_0$ por cada vez que riega, asegúrese que los aspersores tengan una uniformidad de aplicación alta y opere los aspersores bajo condiciones de bajo viento.

Maximizar la capacidad de retención de agua del suelo

Crear cultivos de cobertura y agregar enmiendas orgánicas puede mejorar la porosidad del suelo. El labrado profundo ayuda a deshacer las capas de suelo impermeables. Maximizar la profundidad de enraizamiento del cultivo le otorga a la planta acceso al agua a profundidades más altas del suelo.

Infiltre el flujo de aguas pluviales

Aumentar la infiltración del flujo de aguas pluviales puede ayudar a conservar más agua dentro del acuífero. Sembrar cultivos de cobertura invernales puede ayudar a reducir aguas pluviales, prevenir lixiviación de nitratos y crear más materia orgánica en el suelo. Los cultivos de cobertura de bajos residuos y de corto plazo como la mostaza, que se plantan en sistemas de surco y se labran a los 55-60 días de edad, proporcionan vegetación en el suelo que ayuda con la infiltración de aguas pluviales durante las lluvias. Algunas investigaciones sobre los cultivos de cobertura encontraron que cultivos de triticual y de centeno pueden llevar a una infiltración de 90,000 a 110,000 galones de agua durante la temporada y también reducen la erosión de la capa superficial del suelo.

Desarrollo y uso de fuentes de agua alternativas

Con las sequías continuas, es importante pensar a largo plazo para desarrollar y utilizar fuentes alternativas de agua. Las aguas residuales de zonas urbanas pasan por tratamientos secundarios y terciarios y esta agua reciclada es distribuida por “tubería morada” a los granjeros. En la Costa Central actualmente hay 17,000 acres que se riegan con agua reciclada. El agua reciclada tiene niveles de salinidad y de nitrógeno más altos. Otros granjeros capturan “tailwater”, o agua residual de riego, que es el exceso de agua de riego, durante la temporada de cultivo. Esta agua es tratada con cloro y se utiliza para germinar el cultivo o se usa como pre-riego. Los granjeros no usan “tailwater” para regar el cultivo establecido durante la temporada por cuestiones de salud alimentaria.