

UC Agriculture & Natural Resources Farm

Title

Consejos sobre la sequía: Estrategias para cultivar alfalfa con agua limitada

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/55n782ts>

Authors

Orloff, Steve
Putnam, Dan
Bali, Khaled

Publication Date

2018-04-01

DOI

10.3733/ucanr.8593

Peer reviewed

CONSEJOS SOBRE LAS SEQUÍAS

Estrategias para cultivar alfalfa con agua limitada

La alfalfa está bien adaptada a las condiciones de sequía y a las estrategias de riego deficitario. Cuando se enfrentan a sequías, los cultivadores de alfalfa tienen la opción de

- reducir la superficie de cultivo (“triaje”, o eliminación del riego en algunos campos)
- riegos parciales durante la temporada completa (“dieta del hambre”)
- riegos completos durante porciones de la temporada seguidos por un secado completo (corte, estilo “síndrome de abstinencia”, a mediados de temporada)

Resumen

Los rendimientos se verán afectados en todos los casos, pero cierta producción de forraje se puede mantener. Recomendamos una combinación de estrategias de triaje y corte a mitad de la temporada. Las plantas marginales pueden ser abandonadas, no regadas, o eliminadas para favorecer a las mejores plantas cuando el agua escasea, dependiendo de la rentabilidad de varios cultivos. Debido a los más altos rendimientos de principios de la temporada, es probable que los cortes a mitad de la temporada aumenten al máximo el rendimiento y la eficacia en el uso del agua y resulte en un ahorro de costos al eliminar uno o más cortes en comparación con la estrategia de la dieta del hambre. La sobrevivencia de la alfalfa durante los periodos de sequía depende en mucho del suelo y el medio ambiente, pero hemos observado que la alfalfa generalmente sobrevive periodos cortos sin riego y puede recuperarse cuando se riega nuevamente y rendir de manera normal los años siguientes.

STEVE ORLOFF, director y asesor de granjas de Extensión Cooperativa de la Universidad de California, condado de Siskiyou; **DAN PUTNAM**, especialista de extensión en forraje, Departamento de Ciencias Botánicas, Universidad de California, Davis; **KHALED BALI**, director condado de Extensión Cooperativa de la Universidad de California y asesor sobre el manejo del agua, condado Imperial



Introducción

Las sequías y la reducción de los suministros de agua para riego afectan a muchos estados del oeste y pueden ser especialmente graves en California. Se espera que las sequías periódicas sean un problema recurrente en California y otras áreas irrigadas. La falta de agua para riego es algo que ha asediado a casi todas las regiones productoras de alfalfa del estado en algún momento. Las condiciones de sequía con frecuencia limitan el suministro de agua por debajo de lo necesario para obtener el máximo rendimiento, forzando a los cultivadores a tomar decisiones difíciles sobre qué cultivos deben regar. Las estrategias son necesarias para minimizar las pérdidas económicas durante las sequías y disminuir el impacto a largo plazo.

A diferencia de otros cultivos perennes (los huertos en particular), la alfalfa ofrece un alto grado de flexibilidad durante las sequías debido a su habilidad de sobrevivir bien a déficits de riego severos y obtener un poco de producción—una característica valiosa cuando se debe decidir cómo asignar los escasos recursos de agua.

La tolerancia a las sequías de la alfalfa, así como los pros y contras de las estrategias de riego para lidiar con un suministro insuficiente de agua, es algo que se examina enseguida.

Las características de la alfalfa con respecto al agua y las sequías

Durante los años de sequía, cuando el suministro de agua de riego es limitado, la alfalfa es el primer cultivo que la gente considera ante un riego deficitario. Se produce ampliamente de un extremo a otro del estado y ha sido el mayor usuario del agua para la agricultura que cualquier otro cultivo en California, lo que representa aproximadamente un 16 por ciento del uso de agua de riego (DWR 2013).

La demanda de agua a nivel estatal por parte de la alfalfa no debe interpretarse como que la alfalfa desperdicia el agua. De hecho, la eficiencia en el uso del agua (WUE, por sus siglas en inglés), o la cantidad de cultivo producido por cada unidad de

agua utilizada, es bastante favorable para la alfalfa en comparación con muchos otros cultivos (Loomis and Wallinga 1991; Asseng and Hsiao 2000). La gran cantidad de agua que se aplica a la alfalfa a nivel estatal se debe en parte a la extensa superficie de su cultivo (históricamente, la alfalfa ha sido el cultivo número uno en superficie de todo California, entre 900,000 y 1,000,000 de acres) y su temporada de cultivo larga (desde principios de primavera a finales de otoño y con producción de todo el año en las áreas del sur) comparado con muchos otros cultivos.

La relación entre agua y producción

Con la alfalfa, a diferencia de muchos otros cultivos, casi toda la biomasa superficial es cosechada (un índice de cosecha de cerca del 100 por ciento), un factor que contribuye en el alto aprovechamiento del agua. La acumulación de materia herbácea seca en la mayoría de los cultivos durante los periodos de crecimiento inmaduro (antes de la floración o producción de frutos o semillas significativa) depende principalmente de la continua disponibilidad de agua debido a las altas tasas de evapotranspiración, algo conocido en inglés como ET. Debido a que el forraje de alfalfa es cosechado durante una etapa de crecimiento inmadura (antes de una floración o producción de semilla significativa), el agua es una fuerza impulsora importante para el rápido crecimiento vegetativo. Por lo tanto, la producción de la alfalfa está directamente relacionada con el ET y se reduce cuando una cantidad menor al máximo potencial de ET está disponible para el cultivo (fig. 1).

Las sequías y la adaptación

La alfalfa madura está muy bien adaptada a las condiciones de sequía. La sensibilidad del crecimiento herbáceo hacia la escasez de agua sugeriría que la alfalfa podría ser uno de los peores cultivos para plantar en un año de sequía. Sin embargo, no es el caso. En comparación con la mayoría de otros cultivos, la alfalfa es en realidad relativamente tolerante a las sequías y cuenta con un alto grado de flexibilidad con respecto a las necesidades de riego. La alfalfa, como cultivo, fue desarrollada hace más de 3,000 años en regiones de Asia Central que se caracterizan por veranos largos y calientes e inviernos lluviosos (Lesins 1976), así que está muy

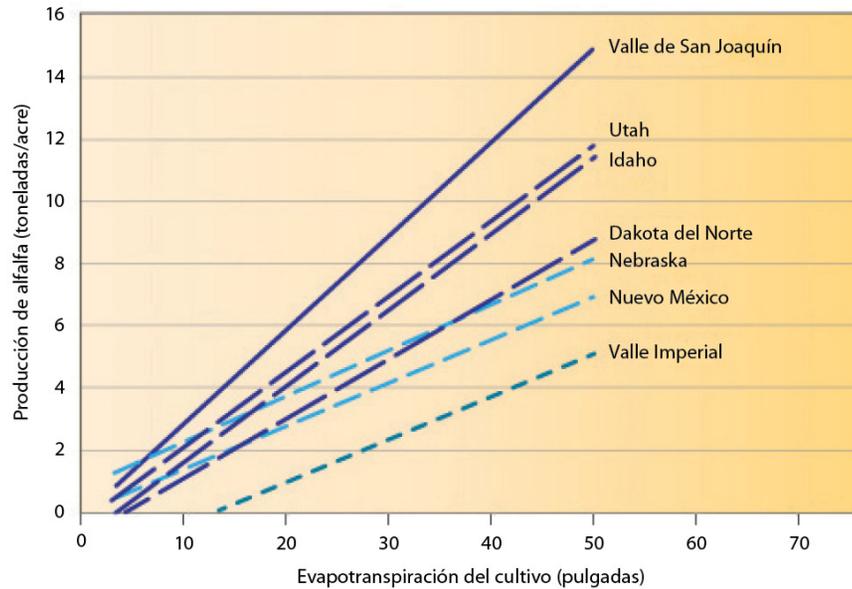


Figura 1. Relación entre la producción de alfalfa y la evapotranspiración en medioambientes selectos del oeste. Fuente: Hanson et al. 2009.

bien adaptada a sequías periódicas. Además, ya que la alfalfa se cosecha de tres a diez veces en California, se puede obtener un excelente crecimiento y producción durante uno o dos periodos de crecimiento, mientras que se sacrifica el rendimiento en otros periodos de cosecha, una característica generalmente no disponible para otros cultivos.

Debido a su profundo sistema de raíces, la alfalfa puede penetrar a la humedad más profunda en la tierra, algo que no sucede con la mayoría de los cultivos, especialmente otros cultivos de forraje. Por lo tanto, dependiendo del tipo de tierra y las condiciones ambientales, la alfalfa puede continuar creciendo mucho después de que ha cesado el riego.

Sin embargo, después de que la humedad se agota, el cultivo entra en lo que se conoce comúnmente como inactividad inducida por la sequía (fig. 2). La planta limita su crecimiento por encima



Figura 2. Cuando se le expone a déficits de humedad de la tierra severos, la alfalfa puede entrar en una inactividad inducida por la sequía. Bajo la mayoría de las condiciones, sobrevive y reanuda su crecimiento cuando el agua vuelve a estar disponible. Fotografía: R. Long.

de la superficie de la tierra mientras se almacenan las reservas de energía para el rápido crecimiento de los brotes cuando el agua vuelve a estar disponible (Sheaffer et al. 1988). Esto permite que la alfalfa sobreviva sin riego durante periodos prolongados.

Este no es el caso de muchos otros cultivos. Si el riego es retirado a media temporada en cultivos de verduras como cebollas, tomates, papas, lechuga, etc., puede ser que no haya nada que cosechar o que la calidad de lo que se cosecha esté afectada tan adversamente que no pueda ser vendida. De manera similar, puede ser que no exista un cultivo que se pueda vender con árboles frutales o de nueces, y es muy probable que el efecto se extienda en los próximos años. Incluso los rendimientos de muchos cultivos agronómicos que son producidos con semillas, como el trigo, maíz y girasoles, pueden ser altamente subeconómicos o muy poco rentables cuando el suministro de agua es limitado.

La semilla de alfalfa (la alfalfa durante sus primeros 2 a 5 meses de crecimiento) no es tolerante a la sequía como la alfalfa establecida, por lo que se debe evitar la escasez hídrica durante este tiempo. Si la humedad de la tierra es inadecuada durante la fase de establecimiento, puede ocurrir una mortalidad excesiva de las plantas y pérdida de densidad. La fase de crecimiento en la que la

alfalfa puede tolerar periodos extendidos de escasez hídrica no ha sido todavía bien documentada y depende del área de producción y las condiciones del medioambiente, incluyendo tipo de suelo, severidad de la temperatura y duración del periodo de sequía. Sin embargo, la evidencia anecdótica sugiere que la alfalfa debe tener múltiples tallos y un sistema de raíces bien establecido a una profundidad de 3 o 4 pies antes del inicio de un estrés severo por falta de humedad en el suelo.

Valorando los recursos limitados y la economía de la granja

La mejor estrategia para hacer frente a la escasez de agua depende del tipo de operación de la granja, economía y los cultivos producidos en cada granja, así como las condiciones locales. En particular, la fuente de agua, su costo y disponibilidad son las consideraciones más importantes. No existe una sola y mejor estrategia para todas las situaciones.

El enfoque más económico para hacer frente al déficit hídrico puede ser determinado por la disponibilidad y precio del agua y el valor del heno en la operación agrícola. Puntos importantes a considerar:

- ¿El agua está disponible durante toda la temporada pero con un flujo reducido de entrega?
- ¿Esta el agua disponible solo durante la primavera y luego se agota?
- ¿Qué tan severa es la escasez de agua para riego?
- ¿Es posible usar en otros cultivos, más sensibles a la sequía, el agua que se ha ahorrado o transferir esa agua a otras regiones para cumplir con los acuerdos de transferencia de agua?
- ¿Hay algún método más preciso para aplicar el agua que permita menores tasas de aplicación (como aspersores o por goteo)?
- ¿Se puede usar agua reciclada (de drenaje, agua residual del municipio o agua de las lecherías) para reemplazar a fuentes de agua fresca?
- ¿Cuál es el valor rentable de las diferentes opciones de cultivos que merezcan el agua?

- ¿Hay suficiente agua subterránea disponible a un costo razonable?
- ¿Cuál es la calidad del agua, y la salinidad podría convertirse en un problema?

Un análisis de las fuentes de agua y su rentabilidad puede ayudar a tomar mejores decisiones respecto a la estrategia óptima para la alfalfa de riego.

Estrategias para el déficit de riego en la alfalfa

La alta flexibilidad de la alfalfa a periodos cortos de escasez de agua es una importante característica que debe ayudar a cultivadores y administradores del agua a hacer frente a situaciones de sequía. Cuando se enfrente ante una cantidad de agua menor a la necesidad potencial de ET durante la temporada de cultivo, considere tres estrategias básicas.

1. **Triaje.** Reducir la superficie irrigada de alfalfa (dejar de irrigar algunos campos de cultivo mientras se riega otros completamente, o regar solo algunas porciones de los campos).
2. **Dieta del hambre.** Emplear un riego bajo en la superficie completa durante la temporada de cultivo (puede ser menos cantidad de agua por riego o menos riegos) para poner menos del potencial completo de ET en cada periodo de crecimiento.
3. **Riego de temporada parcial.** Aplicar riego completo en todos los campos para los cortes tempranos y luego detener el riego durante la mitad de la temporada, cuando la demanda de ET por parte de la alfalfa es alta. Y reanudar el riego en el otoño (déficit de irrigación solo en el verano) puede ser aconsejable en algunas áreas del estado, como el Desierto Bajo, para evitar la pérdida de plantas.

En la mayoría de los casos, cuando hay suficiente agua disponible a principios o mediados de la temporada, lo más apropiado es una combinación de triaje y riego de temporada parcial.

El riego de temporada parcial puede ser la opción más económica para un riego bajo en campos individuales. Los cultivadores deben asegurarse que los campos tienen un perfil completo de agua al principio de la estación, calcular el agua disponible,

aplicar un riego completo hasta mediados de la temporada, luego interrumpirlo.

Las razones por las que el riego de temporada parcial puede resultar ser el mejor son múltiples:

- La alfalfa presenta una producción superior a principios del año. Las figuras 3, 4 y 5 muestran los porcentajes de rendimiento de la alfalfa obtenidos en los cortes tempranos del año. Este es también un periodo clave para registrar una alta calidad en el forraje.
- El agua puede estar más disponible o más barata durante los periodos tempranos y menos disponible o más cara más adelante.
- Un periodo seco (*dry down*) de 2 a 3 meses puede ahorrarle dinero en los requerimientos del manejo de las plagas (por ejemplo, el control del gusano de verano) así como en los costos de la cosecha.

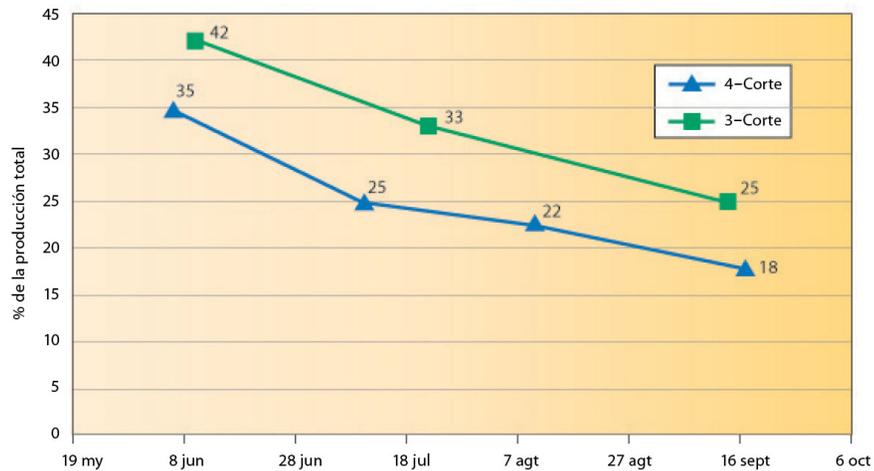


Figura 3. Porcentaje de la producción estacional total que se da durante cada corte en calendarios de tres y cuatro cortes en el área intermontañosa de California.

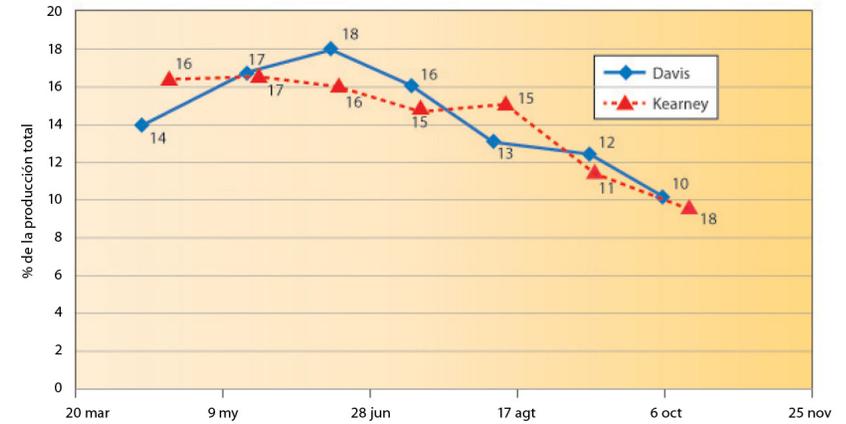


Figura 4. Porcentaje de la producción estacional total que ocurre con cada corte en Davis y el Centro de Investigación y Extensión de Kearney en el condado de Fresno.

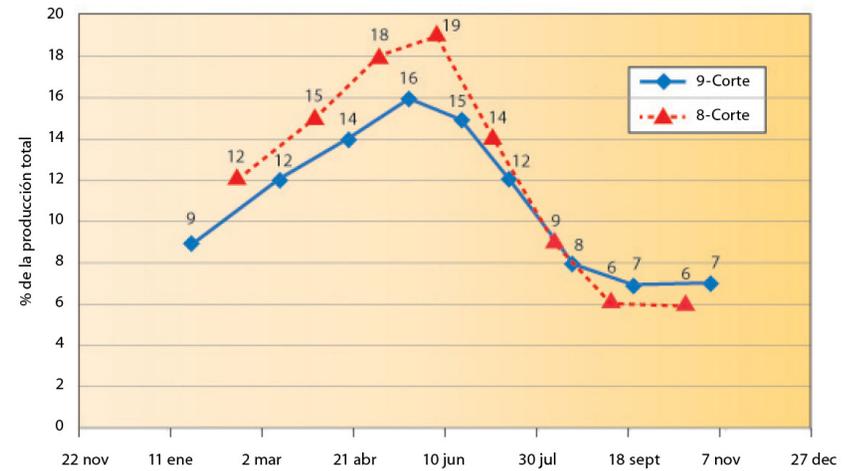


Figura 5. Porcentaje de la producción estacional total que ocurre en el Centro de Investigación y Extensión del Desierto en el condado Imperial en ocho y nueve calendarios de cortes.

Triaje

Interrumpir el riego por completo en algunos campos, al tiempo que se aplica un riego completo a otros, puede tener sentido, especialmente si algunos campos son más viejos, menos productivos o ya están casi al final de su ciclo productivo. Sin embargo, si no hay planes para eliminar las plantas de alfalfa, este enfoque es probablemente el menos viable a menos que la granja tenga otros cultivos de mayor valor que son menos tolerantes a la sequía o cultivos de árboles perennes que sufrirían pérdida de rendimiento a largo plazo si no se riegan por completo. Hay una alta probabilidad de mortalidad significativa de las plantas en muchas áreas de producción de la alfalfa si los campos enteros se dejan sin riego durante toda la temporada de crecimiento. Sin embargo, es probable que esto dependa del tipo de suelo, humedad residual y clima, ya que algunos campos han demostrado tener la habilidad de sobrevivir la temporada completa sin un riego suplementario. El riesgo de la mortalidad de las plantas bajo condiciones de sequía es el principal riesgo a largo plazo del déficit de riego y es un tema que se discute más adelante con mayor detalle en la sección “Efectos de la sobrevivencia en las plantas”.

Dieta del hambre

Aplicar el déficit de riego en todos los campos y aplicar menos agua de la que la alfalfa necesita durante toda la temporada es considerada la opción menos viable. Esto se debe a que el rendimiento de la alfalfa aumenta cuando el agua se aplica de modo lineal en todo el potencial de ET durante cada periodo de crecimiento (vea la figura 1) (Carter and Scheaffer 1983; Schaffer et al. 1988; Hanson et al. 2009; Sanden et al. 2007). En otras palabras, cada unidad extra de agua que se aplica produce el mismo incremento en el rendimiento hasta el punto donde se aplica el potencial completo de ET. Si se aplica menos agua durante cada periodo de crecimiento, eso resultará en un porcentaje mayor de pérdida de agua por evaporación (especialmente con el riego por aspersores) y un rendimiento bajo en cada corte. Las pérdidas por evaporación son pérdidas verdaderas para el sistema y no incrementan el rendimiento de alfalfa, mientras que la absorción de agua y transpiración

a través de la planta contribuyen en el rendimiento (Shewmaker et al. 2013). Además, un rendimiento bajo sobre una superficie más grande es menos rentable que el mismo rendimiento en menos superficie, debido a que se obtiene una cosecha de reducida eficacia y quizás se incrementen los costos asociados por la aplicación de herbicidas o insecticidas en la superficie entera.

Riego de temporada parcial

La mejor estrategia para la irrigación de la alfalfa cuando el suministro de agua es insuficiente es regar por completo los cortes de principios de temporada y luego suspender el riego a partir de mediados de la temporada. A este enfoque se le conoce frecuentemente como riego de temporada parcial, corte de riego temprano o secado de verano. Esta táctica cuenta con varias ventajas.

Los efectos sobre el rendimiento

Los cortes durante la primavera y principios de verano son típicamente los de mayor rendimiento. Dependiendo del área de producción, aproximadamente dos tercios a tres cuartas partes de la producción anual total se produce a mediados de julio. La alfalfa sigue creciendo un poco más aun después de que se suspende el riego, usando la humedad almacenada del suelo. Debido a que el rendimiento es típicamente mayor durante la primavera y la tasa de ET es menor que en el verano, el nivel de aprovechamiento del uso del agua aplicada (producción por unidad de agua) es mayor durante la primavera que a mediados del verano u otoño (fig. 6). Además, el crecimiento durante la primavera puede usar la humedad almacenada del suelo durante las lluvias de invierno y primavera, aumentando la producción de alfalfa por unidad de agua de riego aplicada. Por estas razones, si el suministro de agua es bajo y el cultivador se ve forzado a implementar un riego deficitario, el rendimiento debería ser mayor cuando el cultivo es irrigado completamente en la primavera que cuando es irrigado posteriormente en el año. El rendimiento, durante un año de riego deficitario, obviamente se reduce, dependiendo de la duración del periodo de riego deficitario y de las condiciones del sitio, pero el ingreso se obtiene de los primeros cortes de mayor producción y calidad del año.

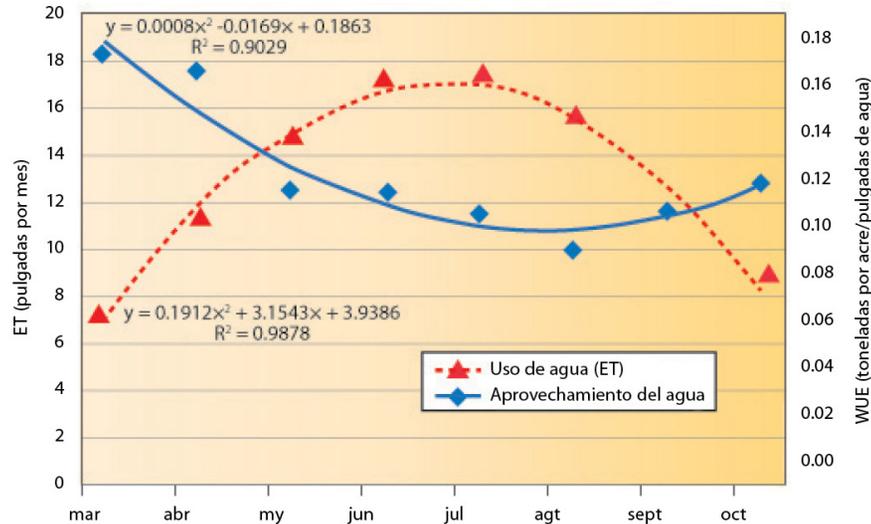


Figura 6. Cambios en el uso de agua para alfalfa (ET) y aprovechamiento del agua (WUE) durante la temporada de crecimiento en el Valle de Sacramento, California.

Cómo influye en la calidad

La calidad del forraje de alfalfa (digestibilidad y contenido proteico) es también más alta en la primavera y verano y por lo tanto puede reeditar en un mejor precio. La calidad también puede ser un tanto más alta bajo las condiciones del riego deficitario debido a una mayor proporción entre hoja-tallo (Carter and Sheaffer 1983).

Efectos en la sobrevivencia de las plantas

El efecto de la sequía a largo plazo en la sobrevivencia y productividad de las plantas del campo en los años siguientes representa el mayor riesgo de las estrategias de riego deficitario para los cultivadores. Un productor de alfalfa puede estar dispuesto a dejar de regar durante parte de la temporada si se ve obligado a hacerlo, o si el agua se necesita para otros cultivos u otros usos, siempre y cuando no haya un efecto nocivo en la alfalfa.

El daño a las plantas de la alfalfa en respuesta al riego deficitario depende de las características del suelo y otros factores. En

la mayoría de los casos hemos observado que la alfalfa se recupera completamente sin ninguna reducción en la densidad de las plantas y vuelve a su producción completa después de que el riego o la lluvia reponen la humedad de la tierra. Sin embargo, este no es el caso para todos los campos y ubicaciones. La sobrevivencia de la alfalfa después de la sequía depende en mucho del medioambiente (incluyendo la duración de la temporada de crecimiento, tipo de suelo, profundidad de la capa freática y salinidad de la tierra), duración del periodo de sequía y quizás hasta de la variedad de alfalfa. El área montañosa tiene una temporada más corta de cultivo y es más fría que otras partes de California y por lo tanto, presenta menos posibilidades de tener un efecto negativo duradero por el riego deficitario. Además, la alfalfa de tierra seca se produce en las zonas intermontañas y zonas costeras, una indicación que la alfalfa puede sobrevivir periodos prolongados sin riego en ese medio ambiente. Sin embargo, la pérdida de plantas se ha observado aun en el área intermontañosa cuando la alfalfa se riega solo durante una parte del año durante el año de siembra y el año siguiente.

La pérdida de plantas ha sido también observada en campos comerciales donde el agua de riego fue retirada durante la mayor parte del año. Las plantas de alfalfa se secaron en las áreas del campo de cultivo con suelo menos profundo donde las plantas se debilitaron y probablemente tenían reservas de carbohidrato más bajas.

La habilidad del cultivo de alfalfa para sobrevivir a los déficits de agua depende de

- duración de la sequía
- condiciones del suelo (capacidad para retener el agua)
- variedad
- profundidad de las raíces (plantas jóvenes versus plantas viejas)
- efectos del medioambiente (salinidad, temperatura)

En la mayoría de los casos, la alfalfa sobrevive los periodos secos, pero la densidad de las plantas puede resultar dañadas en algunas regiones dependiendo de estos factores.

El método del déficit de riego y el horario de cortes pueden afectar la pérdida de densidad

La ventaja de los riegos completos seguidos por un periodo seco tiene un efecto en la salud de la raíz. Los campos de cultivo completamente irrigados con altos rendimientos y horarios de corte largos a principios del año tienen más posibilidades de un mayor crecimiento de las raíces que aquellos campos que se encuentran bajo estrés hídrico continuo a lo largo del año. En condiciones de riego completo temprano tenderá a resultar en patrones de raíces profundas, mientras que el estrés hídrico continuo es probable que resulte en un crecimiento menor de las raíces y una menor capacidad para sobrevivir sequías. Se recomiendan horarios más largos de corte durante las prácticas de riego deficitario en beneficio de la salud de la raíz.

Las pérdidas son mayores en las regiones del Desierto Bajo

El mayor daño causado por el riego de temporada parcial ha ocurrido en el Desierto Bajo de California, posiblemente debido a la duración de la temporada de cultivo, a las temperaturas extremadamente altas y la falta de suficiente humedad en la zona de la raíz. En general, a la alfalfa que crece en tierra de mediana textura es a la que le ha ido mejor después de un periodo sin riego, mientras que la densidad de las plantas se ha perdido en suelos arenosos o muy pesados, como los de arcilla agrietada bajo un calor extremo.

Se cree que esto se debe a la conductividad hidráulica del suelo o a la velocidad a la que el agua puede viajar hasta las raíces por los espacios de los poros de la tierra. Muchas áreas del Desierto Bajo tienen un nivel freático relativamente alto o un nivel freático en posición elevada que contribuye a las necesidades hídricas del cultivo (Bali et al. 2001), lo cual puede ayudar a que la alfalfa sobreviva la sequía dado que la conductividad hidráulica permite un movimiento ascendente del agua. Además, el agrietamiento físico de las pesadas tierras arcillosas resulta en daño a las raíces, pérdida de las raíces capilares finas y una más rápida desecación.

En los suelos arenosos hay insuficiente movimiento capilar del agua de manera ascendente desde el nivel freático para mantener a la planta suficientemente hidratada para que pueda sobrevivir. En suelo de arcilla pesada, la tasa de movimiento ascendente es muy lento. En suelo de textura mediana con un nivel freático relativamente superficial, las raíces de la alfalfa pueden usar el nivel freático para sobrevivir siempre y cuando la salinidad de la zona de la raíz sea de menos de 15 a 20 dS/m. Una vez que la salinidad de la zona de la raíz rebasa ese límite, las raíces de la alfalfa podrían no poder extraer agua de la tierra a pesar de las condiciones del suelo relativamente húmedo cercano al nivel freático.

En la mayoría de los lugares y bajo la mayoría de las condiciones, la alfalfa puede tolerar periodos largos durante la temporada de crecimiento sin riego y sin perder densidad vegetativa o reducir el rendimiento al año siguiente. En más de diez experimentos conducidos en el área intermontañosa y el Valle de Sacramento, no se reportó una pérdida de la densidad de plantas o el rendimiento después del riego de temporada parcial. (Orloff and Hanson 2008; Orloff et al. 2005). En pruebas (en marcha) conducidas en el oeste del condado de Fresno, una variedad de alfalfa toleró 2 años sin riego y se recuperó cuando se le regó durante el otoño del segundo año. (fig. 7).

Considere la posibilidad del déficit de riego leve en un año seco

Si la escasez de agua para riego no es tan severa (por ejemplo, de un 10 a 20 por ciento), una estrategia de irrigación con un riego deficitario moderado puede ser la más apropiada. Ningún método de

Figura 7. Prueba conducida con una variedad de alfalfa de 5 años después de 2 años de condiciones de sequía, 2013 y 2014 (condado de Western Fresno, California). La alfalfa tiene una notable capacidad para sobrevivir largas sequías debido a sus raíces profundas y su habilidad de entrar en un estado de inactividad inducida por la sequía. *Fotografía:* D. Putnam.



aplicación de riego es 100 por ciento uniforme, y algunas porciones del campo reciben más agua que otras. Para compensar la falta de uniformidad y asegurar que casi todo el campo reciba suficiente agua para satisfacer el ET, se recomienda por lo general que los cultivadores apliquen más del ET para compensar la ineficiencia del sistema. La cantidad necesaria para satisfacer el ET (aplicación neta de agua) se divide ordinariamente por la efectividad de la aplicación para llegar a la cantidad total del riego necesario (aplicación en bruto del agua). Sin embargo, hay una disminución en el rendimiento en términos de producción por unidad de agua aplicada cuando se hace en exceso de ET porque se pierde un poco de agua debido a una percolación profunda o escurrimiento. Ordinariamente, este enfoque es aceptado y es la práctica que se recomienda. Los cultivadores se muestran reacios a ver puntos secos en un campo de cultivo, y su presencia es generalmente vista como una señal de manejo inapropiado del riego. Sin embargo, en años secos cuando el agua tiene mucha demanda y los suministros son insuficientes, o cuando el agua se necesita en otros cultivos, puede ser aconsejable no aplicar suficiente agua para compensar por completo la falta de uniformidad y aplicarla cercana al valor de ET. Es muy probable que esto tendrá como resultado algunos puntos secos poco notables en los campos, pero podría ahorrar agua y mejorar el uso eficiente del agua en general. Este enfoque es efectivo durante la escasez de agua; sin embargo, se debe aplicar una cantidad de agua adicional en el futuro para compensar contra el posible incremento de salinidad en las áreas que experimentaron el riego deficitario.

Referencias

- Asseng, S., and T. Hsiao. 2000. Canopy CO₂ assimilation, energy balance, and water use efficiency of an alfalfa crop before and after cutting. *Field Crops Research* 67:191–206.
- Bali, K. M., M. E. Grismer, and R. L. Snyder. 2001. Alfalfa water use pinpointed in saline, shallow water tables of Imperial Valley. *California Agriculture* 55(4): 38–43.
- California Department of Water Resources (DWR). 2013. State-wide water balances. 1998–2010.
- Carter, P. R., and C. C. Sheaffer. 1983. Alfalfa response to soil water deficits. I. Growth, forage quality, yield, water use, and water-use efficiency. *Crop Science* 23(4): 669–675.
- Hanson, B., S. Orloff, K. Bali, B. Sanden, and D. Putnam. 2009. Coping with low water years: What strategies can you use? Proceedings of the 39th Western Alfalfa & Forage Conference. UC Alfalfa Workgroup website, <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2009/09-141.pdf>.
- Lesins, K. 1976. Alfalfa. In N. W. Simmonds, ed., *Evolution of crop plants.*, New York: Longman Press. 165–168.
- Loomis, R. S., and J. Wallinga. 1991. Alfalfa: Efficient or inefficient user of water. Proceedings of the 21st California Alfalfa Symposium. UC Alfalfa and Forages website, <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/1991/91-63.pdf>.
- Orloff, S., and B. Hanson. 2008. Conserving water through deficit irrigation of alfalfa in the intermountain area of California. *Forage and Grazinglands* doi:10.1094/FG-2008-0421-01-RS. doi:10.1094/FG-2008-0421-01-RS It is correct. Copied from the website: <http://www.plantmanagementnetwork.org/php/elements/sum2.aspx?id=6928>.
- Orloff, S., D. Putnam, B. Hanson, and H. Carlson. 2005. Implications of deficit irrigation management on alfalfa. Proceedings of the 35th California Alfalfa & Forage Symposium. UC Alfalfa and Forages website, <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2005/05-25.pdf>.
- Putnam, D. H. 2012. Strategies for the improvement of water-use efficient irrigated alfalfa systems. Proceedings of the 42rd California Alfalfa & Grains Symposium. UC Alfalfa and Forages website, <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2012/12-04.pdf>.

Sanden, B., D. Putnam, and B. Hanson. 2007. Forage production strategies with limited water supplies. Proceedings of the 37th California Alfalfa & Forage Symposium. UC Alfalfa and Forages website, <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2007/07-20.pdf>.

Sheaffer, C. C., C. B. Tanner, and M. B. Kirkham. 1988. Alfalfa water relations and irrigation. In A. A. Hanson, D. K. Barnes,

and R. R. Hill Jr., eds., Alfalfa and alfalfa improvement. Madison, WI: American Society of Agronomy. 373–409.

Shewmaker, G., R. Allen, and H. Neibling. 2013. Alfalfa irrigation and drought. University of Idaho Alfalfa Irrigation and Drought Fact Sheet, <http://www.extension.uidaho.edu/forage/Fact%20Sheets/Alfalfa%20Irrigation%20Facts%202013%20Final%5b1%5d.pdf>.



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/ o llame al 1-800-994-8849. También puede pedirlos 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

©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 8593

ISBN-13: 978-1-62711-009-9

Esta publicación es una traducción de *Drought Tip: Drought Strategies for Alfalfa*, ANR Publication 8522, 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. Website: 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/.



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 Rachael Freeman Long, editor asociado de ANR para Agronomía y Ciencias de Praderas y Pasturas.

web-4/18-LR/BG