

CONSEJOS SOBRE LA SEQUÍA

El manejo de pastizales de riego durante la sequía

Es muy posible que la disponibilidad de agua para los pastizales de riego se reduzca en el futuro a consecuencia de las sequías recurrentes, el incremento en la demanda de agua para la producción de cultivos de mayor valor como árboles, parras y verduras, y el consumo urbano y del medio ambiente. Aunque la pastura de riego ha disminuido en California y otros estados del oeste, sigue representando cerca de 7% de las tierras de riego en el estado y una proporción significativa de las tierras de riego en todo el oeste (tabla 1). La pastura de riego ocupa el tercer lugar en términos de uso de agua entre los usuarios agrícolas (DWR 2013). La pastura de riego ha sido superada recientemente, a nivel estatal, por los almendros y pistachos, pero continúa ocupando el segundo lugar después de la alfalfa, en muchas áreas del norte de California.

La mayoría de los cultivos de pastura de riego en California se localizan en el norte del estado, pero también hay en las zonas del Valle Central, costa y sur. El enfoque principal de esta publicación es los pastizales de clima frío que crecen por lo general en el centro y norte de California.

Los pastos perennes regados son la base de muchas empresas de cultivo y ganadería y son especialmente importantes durante la sequía, cuando la productividad de los pastizales anuales está en riesgo y los ganaderos se ven en la urgente necesidad de buscar otras alternativas de forraje. Los sistemas de producción que optimizan la producción de forraje y la sobrevivencia de la pastura en años de sequía son de suma importancia.

STEVE ORLOFF, asesor de granjas y director de condado de Extensión Cooperativa de la Universidad de California, condado de Siskiyou; **CHARLIE BRUMMER**, Departamento de Ciencias Botánicas, Universidad de California en Davis; y **DANIEL PUTNAM**, especialista de Extensión, Departamento de Ciencias Botánicas, Universidad de California, Davis



Tabla 1. Número de acres de cultivos de pastura de riego en estados del oeste de los Estados Unidos

Estado	Cultivos de pastura de riego			Porcentaje de tierras de riego		
	2002	2007	2012	2002	2007	2012
Arizona	43,769	52,680	26,098	4.9%	6.4%	3.1%
California	760,302	741,911	490,553	9.6%	10.2%	6.7%
Colorado	411,906	571,192	406,654	18.9%	24.9%	19.3%
Idaho	458,432	432,671	320,782	16.2%	15.1%	10.5%
Montana	419,455	455,045	420,660	26.9%	29.2%	28.4%
Nevada	212,001	188,052	126,589	39.7%	37.4%	22.6%
Nuevo Mexico	190,627	181,776	90,214	29.1%	28.0%	15.3%
Oregon	491,801	511,453	363,479	34.7%	38.3%	28.7%
Utah	310,776	346,939	250,382	39.8%	44.1%	29.3%
Washington	153,227	146,399	83,433	9.2%	9.2%	5.4%
Wyoming	581,258	525,541	418,965	60.5%	51.3%	41.2%
Estados del oeste	4,033,554	4,153,659	2,997,809	18.8%	20.1%	14.5%
EUA	4,977,214	5,062,201	3,729,847	9.9%	9.8%	7.2%

Fuente: USDA 2012.

La respuesta del pasto ante la sequía

Los rendimientos de los cultivos de forraje están muy influenciados por la sequía porque casi toda la biomasa que se encuentra en la superficie del suelo es cosechada para forraje. Por lo tanto, cuando la humedad del suelo es lo suficientemente baja como para causar un cierre parcial de los estomas (poros presentes principalmente en la parte inferior de las hojas), la fotosíntesis se reduce y la producción sufre. En comparación con un cultivo forrajero como la alfalfa, la mayoría de los pastos para forraje son menos tolerantes a la sequía porque tienen un sistema de raíces fibrosas más superficiales y están menos equipadas que la alfalfa para tener acceso a la humedad profunda del suelo. Además, muchos pastos no pueden entrar en un estado de inactividad inducida por la sequía como lo hace la alfalfa.

Una sequía prolongada y la falta de riego adecuado tienen un impacto de corto y largo plazo en la productividad de la pastura. Los efectos de una humedad inadecuada del suelo en la pastura de riego incluyen

- disminución en el crecimiento del follaje
- decaimiento de la salud y crecimiento de la raíz
- reducción en el almacenamiento de reservas de carbohidratos
- baja en el crecimiento del tejido meristemático (las puntas), incluyendo nuevos brotes, rizomas y estolones
- mortalidad de la planta

Los pastos perennes presentan diferentes respuestas ante una sequía que recrudece y se prolonga. El crecimiento e iniciación de las hojas se reducen en un principio y eventualmente se detienen conforme progresa la sequía. En seguida, el intercambio de gases a través de la estoma se reduce y sucede lo mismo con la fotosíntesis. Luego, las hojas empiezan a debilitarse y secarse. Todas estas respuestas son los efectos reductores del rendimiento en la producción.

Las plantas pueden sobrevivir hasta ser nuevamente regadas, siempre y cuando el tejido meristemático de la base de las hojas y raíces internas no se deshidraten excesivamente y pierdan su integridad funcional (Volaire et al. 2009). Las principales estrategias de sobrevivencia que usan los pastos perennes para tolerar la sequía y evitar la muerte son retrasar la deshidratación incrementando la absorción o reduciendo la pérdida de agua en la planta. Los cultivares o variedades de cultivo que son resistentes a la sequía por lo general cuentan con raíces más densas y profundas, permitiéndoles usar la humedad de la tierra a mayor profundidad que los cultivos menos tolerantes. La tolerancia a la deshidratación es otro mecanismo para aumentar la tolerancia a la sequía.

Aun cuando los pastos perennes pueden sobrevivir una sequía, es muy probable que la producción del siguiente año se reduzca. Esto se debe a la reducción del crecimiento de las raíces y del rizoma (un tallo subterráneo parecido a la raíz que crece horizontalmente) en especies de rizomas, menos brotes y reservas de energía más bajas. El impacto en la producción depende de la especie de la pastura y la duración y severidad de la sequía.



Figura 1. Pastizal *tall fescue* irrigado en el Valle Shasta, Condado de Siskiyou, CA, después de una temporada con solo una irrigación alimentada por un manantial, Agosto 2014. Fotografía: S. Orloff.

Selección de la especie de pastura

No todos los pastos perennes son iguales y difieren ampliamente en su tolerancia a la sequía, tanto en términos de su potencial producción bajo condiciones de humedad limitada y su capacidad para sobrevivir sin riego durante periodos prolongados.

A pesar de que los pastos temporada fría son el principal componente de los cultivos de pastura en California y del enfoque de esta publicación, los pastos de temporada cálida son por lo general más tolerantes a la sequía. Los pastos de temporada cálida, como el pasto miel o *dallisgrass* (*Paspalum diatutum* Poir) y el bermuda o *bermudagrass* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), son típicamente usados en porciones del Valle Central y la parte sur del estado.

Entre los pastos más comunes de la temporada fría que se usan en los campos de cultivo de pastura perenne y heno en California se incluyen el *festuca arundinacea* o *tall fescue* (*Lolium arundinaceum* Schreb.) (fig. 1), pasto ovillo o *orchardgrass* (*Dactylis glomerata* L.), raigrás criollo perenne o *ryegrass* (*Lolium perenne* L.) y ocasionalmente el *timothy* (*Phleum pretense* L.) en sitios más húmedos. Estos pastos de temporada fría difieren en cuanto a su tolerancia a la sequía; hay estudios que los clasifican en orden

desde los que son más tolerantes hasta los menos tolerantes a la sequía, como el *festuca arundinacea*, ovillo, raigrás perenne y *timothy* (Waldron et al. 2002; Orloff and Putnam, información no publicada). Las especies de pasto bromo o *brome* son otros tipos de pastos de temporada fría que se usan para el manejo de la sequía. Los estudios han demostrado que la producción del *meadow brome* y el *smooth brome* se ve menos afectada por un el riego deficitario que el *festuca arundinacea*, ovillo o raigrás perenne (Waldron et al. 2002). El *smooth brome* y el *timothy* se desarrollan mejor en áreas inter montañosas y costeras de California y generalmente no se adaptan bien en zonas del Valle Central.

La tolerancia a la sequía de ciertas especies de pasturas

Las especies de pastura pueden responder de manera muy diferente a las condiciones de sequía, por lo que es importante identificar las especies más comunes entre sus cultivos de pasto. Se puede encontrar más información acerca de la tolerancia a la sequía de las diferentes especies y variedades de pasto de clima frío en el video de Extensión Cooperativa de la UC “*Perennial Forage Production with Limited Water: Consequences and Recommendations*” (Producción de forraje perenne con agua limitada: consecuencias y recomendaciones) visitando <https://www.youtube.com/watch?v=ZnQhZCETzyQ> (Orloff 2014). Más adelante se ofrece información adicional.

Festuca arundinacea o *tall fescue*

Cuando se usa el riego deficitario, la producción del *festuca arundinacea* se reduce en un gran porcentaje en comparación con otras especies como el pasto bromo o el pasto de trigo. Sin embargo, debido a que el *festuca* es mucho más productivo que otras especies, su producción neta sigue siendo mayor. El *festuca arundinacea* también produce más cuando recibe un riego completo, por eso, generalmente, se le considera la mejor especie para el cultivo de pasturas perennes de riego en California: los cultivadores buscan una especie que se reproduce bien cuando hay suficiente agua de riego y que pueda sobrevivir en periodos de sequía. Las variedades de *festuca* que son inactivas durante el verano (por ejemplo, Flecha y Prosper) no son tan productivas como sus contrapartes que se mantienen activas durante el verano cuando hay suficiente agua

disponible (Orloff y Putnam, información no publicada), pero tienen una supervivencia superior bajo severas condiciones de sequía (Malinowski et al. 2005; Brummer, observaciones no publicadas). El *festuca* que es inactivo durante el verano podría ser una opción viable para los cultivos de pastura de riego que se dejan secar completamente (cuando cesa el riego) durante el verano (fig. 2).

Pastos oville, timothy y raigrás

En algunas áreas, los pastos oville, *timothy* y raigrás perenne son cultivados para obtener heno y otras veces se les utiliza en mezclas de pastura. En el ambiente apropiado estas especies pueden ser altamente productivas y apetecibles y pueden imponer un alto precio en el mercado. Sin embargo, estas especies generalmente se desempeñan mejor en ambientes fríos con riego amplio y por lo general no se producen bien ni persisten bajo el riego deficitario o después de prolongados periodos de sequía. Se conoce poco sobre la tolerancia a las sequías de cultivos específicos, pero hay ejemplos de cultivos individuales con mejor tolerancia a la sequía, como los pastos oville Pauite y Berber.

Pastos bromo y trigo

El *smooth* bromo, *meadow* bromo y el trigo podrían ser una opción viable para condiciones secas o pastizales parcialmente regados cuando el riego completo no es factible, incluso en años con una precipitación pluvial normal. Sin embargo, estos pastos por lo general no se desempeñan tan bien cuando reciben un riego completo, por lo tanto, son menos rentables en los años en que el suministro de agua es suficiente.

Leguminosas

Además de los pastos perennes, la mayoría de las pasturas para pienso de riego también contienen un componente de leguminosas para mejorar el valor nutritivo (principalmente contenido de proteína) del forraje y para fijar el nitrógeno atmosférico. Las leguminosas perennes que se usan más comúnmente son el trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*T. pretense* L.), trébol fresa (*Trifolium fragiferum*) y loto corniculado (*Lotus corniculatus* L.). De estos, el loto es el más tolerante a la sequía. Con frecuencia,

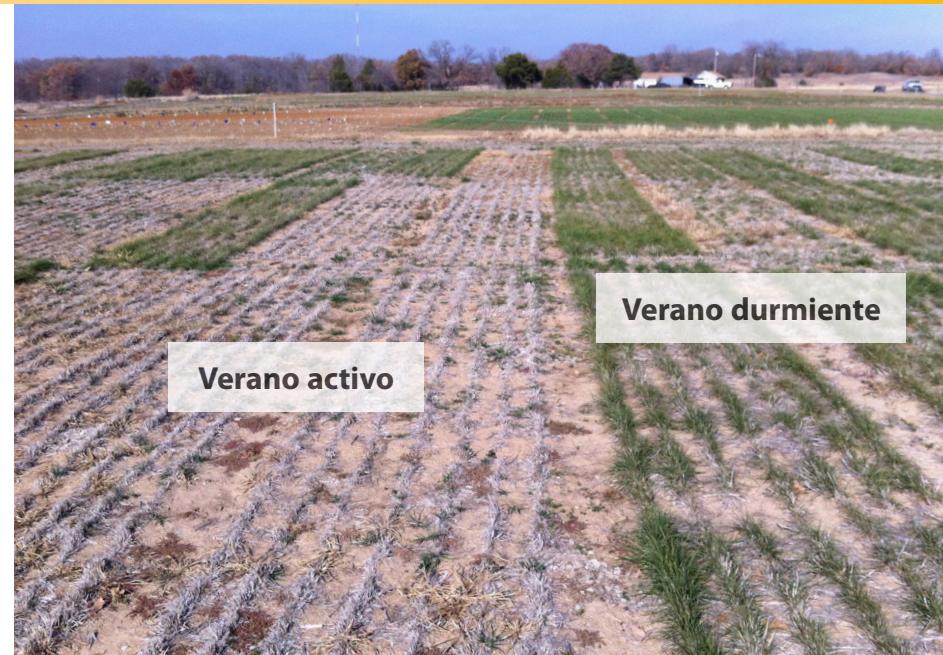


Figura 2. Pastizal de tipo *tall fescue* en el sur de Oklahoma, 2011. La medición se tomó en octubre del 2010 con excelentes resultados en los cultivos. Después de un verano seco y caliente registrado en el 2011, sólo los cultivos durmientes en el verano sobrevivieron. *Fotografía:* C. Brummer.

cuando el agua de riego es inadecuada y sufren de estrés por falta de humedad, el trébol es el primero en sucumbir— aun antes que los pastos. Algunas veces la alfalfa se usa para mezclas de pastura, pero por lo general no persiste largos periodos debido al frecuente pastoreo y la competencia entre los pastos. Es mejor en situaciones en que los pastos son pastoreados una vez al año y el forraje se cosecha como heno otras épocas del año.

Prácticas de manejo para mejorar la sobrevivencia

Conocer cuáles son las especies de pasto que son más resistentes a la sequía es información muy útil; sin embargo, la mayoría de los productores no buscan replantar sus pastizales, y los pastos perennes en California típicamente se mantienen productivos durante décadas. En cambio, los cultivadores buscan información sobre las prácticas de producción que ayudan a mejorar la producción del forraje en condiciones de humedad limitada y las

opciones para mejorar las probabilidades de sobrevivencia de sus pastizales existentes.

Estrategias de riego

Una pregunta que los productores hacen es si deben cesar por completo el riego a media temporada o espaciar sus riegos y agua a un nivel subóptimo tanto como sea posible dentro de la temporada de crecimiento.

Generalmente, el uso eficiente de agua, o la cantidad de forraje que se produce por unidad de agua, es mayor durante la primavera. Por lo tanto, lo más probable es que la producción aumentará con el riego completo en la primavera, pero si es posible sería prudente conservar un poco de agua para usarla más tarde durante el verano, a fin de incrementar la sobrevivencia del pasto si las condiciones de sequía son severas y la disponibilidad de agua es extremadamente baja. El tipo de suelo y el clima también son factores importantes, así como las prácticas de riego que pudieran emplearse. Las prácticas de riego no están siempre completamente bajo el control del productor y dependen de la severidad de la escasez de agua y su disponibilidad, por ejemplo, ya sea que el agua para riego esté disponible para toda la temporada o solamente durante la primavera.

Además, la respuesta puede depender del tipo de pasto y la habilidad de esa especie para entrar en inactividad. Aunque se necesita más investigación para determinar el mejor enfoque para diferentes especies de pasto perenne, se conoce lo siguiente sobre dos especies contrastantes.

- **Timothy.** Las investigaciones sobre el pasto *timothy* (*Phleum pretense* L.) mostraron que suspender el riego después del primer corte es importante para la sobrevivencia de la planta porque las plantas entraban en estado de inactividad y podían mantener niveles deseables de carbohidratos, que son solubles en agua, en el rastrojo y bulbos que podrían utilizarse más tarde para el rebrote (Fransen and Hudson 2006). El riego después de la cosecha durante un periodo de sequía redujo el contenido de azúcar porque los azúcares se reactivaron para un nuevo crecimiento, debilitando así el cultivo durante el periodo de estrés.

- **Festuca arundinacea.** La experiencia con los cultivos de pastura de *festuca arundinacea* de riego ha demostrado una mejor sobrevivencia cuando el riego continúa más allá de la *temporada*, aun cuando este haya sido insuficiente para satisfacer por completo las necesidades del cultivo. Uno o dos riegos a mitad del verano han hecho la diferencia entre plantas casi completamente secas y la sobrevivencia del cultivo de pastura.

Altura del pasto e intensidad del pastoreo

En el otoño después de un periodo de sequía cuando las opciones de pastoreo alternativo son limitadas, los rancheros pueden verse tentados a ignorar la importancia de la intensidad del pastoreo y dejar que la altura del pasto llegue a niveles del suelo para aumentar su utilización. Sin embargo, la altura del pastoreo es más importante que nunca después de que los pastos han desaparecido durante un periodo de sequía. No obstante que el rastrojo puede parecer de color marrón y las plantas luzcan como secas, la pastura está simplemente inactiva o empezando a marchitarse. También las plantas que han pasado por el estrés de la sequía están débiles y por lo tanto más sensibles a un exceso de pastoreo y al pisoteo de las pezuñas de los animales.

Si las plantas son cortadas o pastoreadas en exceso,

- los brotes que se están formando pueden sufrir la escasez de importantes azúcares y almidones
- la planta queda más expuesta y menos protegida del clima extremo
- se detiene la formación de raíces
- los nuevos brotes crecen menos durante la siguiente primavera y con menos raíces para sostenerlos

La corona y el rastrojo son los lugares donde la planta almacena azúcares y carbohidratos para la respiración y el subsecuente crecimiento de la planta. Por lo tanto, es importante no pastar las últimas 3 a 4 pulgadas del pasto, porque es donde se almacena la mayor parte de la energía que es crítica para la producción del año siguiente. Alrededor de un 85 a 90% de los azúcares almacenados del pasto se encuentran en los internudos del rastrojo (el segmento del tallo entre los nudos). Solo una pequeña cantidad de azúcar se

almacena en las raíces. Si las plantas de pasto no cuentan con un rastrojo adecuado para almacenar carbohidrato, corren el riesgo de secarse. Cuando hay agua disponible, los azúcares y almidones de la corona y rastrojo pueden ser reactivados y utilizados para la respiración y el crecimiento de nuevas plantas.

La altura del pastoreo también tiene un impacto profundo en el crecimiento de la raíz (Cridler 1955), y un sistema extensivo y vigoroso de la raíz es fundamental no solo para una producción completa sino también para la recuperación después de la sequía. El crecimiento de la raíz se inicia y nuevos puntos de crecimiento (o meristemas) se forman durante el otoño. Esto establece la etapa para una producción potencial de forraje para el siguiente año. La muda o pérdida de raíces en los pastos ocurre típicamente desde junio hasta septiembre, tiempo en el que las raíces empiezan a regenerarse. Luego, durante el invierno, vuelve a darse la muda de raíces (las raíces se tornan de blancas a marrón y negro conforme se descomponen) hasta que las raíces nuevas crecen de nuevo en la primavera a partir de los meristemas producidos durante el otoño.

Aun cuando puede ser tentador pastorear los pastizales afectados por la sequía hasta que están cerca del suelo para optimizar el forraje disponible, esto es un error a largo plazo y es muy probable que afecte la productividad en el futuro. Deje de 3 a 4 pulgadas de pasto sin pastorear entre el otoño y el invierno, aun cuando las plantas parezcan haberse secado.

Designe un área de sacrificio

Impedir que el ganado reduzca el pasto a menos de 3 o 4 pulgadas de altura es casi imposible si los animales se mantienen en el pastizal. Por lo tanto, la mejor estrategia es designar una superficie pequeña de la propiedad para el pastoreo excesivo o como área de sacrificio que sustente un poco de daño para poder acomodar a los animales con el fin de que el resto de la pastura no se someta a un pastoreo excesivo. Esta área puede ser un pastizal pequeño, área seca, lote seco, o un área de corrales. En efecto, esta área es sacrificada para proteger los pastizales más grandes del uso excesivo durante tiempos difíciles.

El manejo de nutrientes

El estado de fertilidad de los campos es otro factor a considerar para ayudar a revivir los pastos después de una temporada de sequía. El otoño es una buena época para fertilizar los pastizales, incluyendo los que han sido sometidos a estrés por humedad, con fósforo (P) y potasio (K), si así lo dicta una prueba de suelo reciente. Con frecuencia, la necesidad de los pastos del fósforo y potasio toma un papel secundario ante la fertilización con nitrógeno que se lleva a cabo durante la primavera. Sin embargo, el fósforo y potasio son muy importantes para el desarrollo de nuevas raíces y el tejido meristemático durante el otoño y el potasio mejora su tolerancia durante el invierno (especialmente importante para el pasto bermuda). Si los cultivadores aplican fósforo y/o potasio en el otoño, no necesitan aplicar de nuevo estos elementos durante la primavera. Una aplicación de fósforo o potasio en el otoño no se lixiviará (no se filtra) en el agua de las lluvias de invierno como sucede con el nitrógeno o sulfuro.

Si bien es importante fertilizar con fósforo y potasio (si se necesita) en el otoño, no se recomienda aplicar cantidades excesivas de nitrógeno porque pueden hacer que las plantas sean más susceptibles al daño del invierno en zonas de alta elevación con invierno frío. Las plantas almacenan reservas de azúcar y acumulan compuestos para protección invernal como la prolina (un compuesto parecido al anticongelante) en el otoño en preparación al invierno (Thomashow 1990). La fertilización con nitrógeno en el otoño estimula el crecimiento activo, limitando el almacenamiento de estos importantes compuestos.

La resiembra para rejuvenecer los pastizales que han sido afectados por la sequía

Algunas veces, la muerte de las plantas después de una sequía es tan severa que reduce la densidad de las plantas (plantas por pie cuadrado) y deben tomarse acciones correctivas para incrementarla y para que la productividad de la pastura pueda reestablecerse. Si existe un número significativo de áreas vacías entre las plantas que han sobrevivido la sequía, es muy probable que se necesite

sembrar de nuevo (sembrar sobre la pastura existente) para espesar la población o densidad de las plantas.

Los resultados son mejores si esto se lleva a cabo a partir de finales del invierno a principios de primavera en el área intermontañosa (o en el otoño, si el agua de riego está disponible) cuando las plantas existentes compiten menos con las especies de la resiembra. Sembrar semillas en el otoño puede resultar efectivo en el Valle Central de California porque las temperaturas continúan siendo lo suficientemente cálidas, durante esa temporada, para la germinación y establecimiento de las semillas con las lluvias del otoño. La maleza con frecuencia invade los espacios abiertos entre las plantas sobrevivientes, por lo que su control efectivo es algo crítico antes de sembrar de nuevo.

Las especies de pastos perennes pueden ser resembradas usando una siembra directa o preparando el semillero con una grada de arar ligera, la cual puede romper los terrones y mejorar el contacto entre la semilla y la tierra.

Con frecuencia, las especies de pasto pueden sobrevivir un periodo prolongado sin riego, pero las leguminosas, especialmente el trébol, no. La resiembra de leguminosas es una buena práctica en general, pero es de particular importancia la reintroducción de las leguminosas que se secan debido a la sequía. El cultivo de pastura que es afectado por la sequía es una oportunidad única para reintroducir leguminosa porque generalmente hay áreas abiertas en el cultivo que ofrecen una mejor oportunidad de competir y establecerse.

Una explicación detallada sobre la resiembra para mejorar el cultivo de pastura está fuera del alcance de esta publicación; para más detalles vea Fransen et al. 2012 y Barnhart 2004.

Resumen

Con un incremento en la variabilidad climática y las sequías recurrentes que se proyectan para California, se requieren medidas de adaptación para mantener la producción de pasturas. Las decisiones administrativas pueden afectar la productividad de los campos de pasto perenne durante y después de las sequías. La selección de pasto o pastos puede mejorar las posibilidades de pastos sustentables durante la sequía.

- Las variedades del pasto *festuca arundinacea* pueden mantenerse mejor, generalmente, durante largos periodos sin agua a diferencia de otros pastos de clima frío con valor nutritivo similar.
- Agregar alfalfa a una mezcla de pasto de clima frío, especialmente en pasturas de heno que son moderadamente pastoreadas, permitirá la extracción de humedad a mayor profundidad que el pasto por sí solo.
- Otra forma de mejorar la sobrevivencia a la sequía y la producción en el verano es usar pasto de clima cálido como el bermuda, el cual se encuentra bien adaptado a condiciones calientes y secas. Sin embargo, al igual que otros pastos de clima cálido, no son productivos entre otoño y primavera, así que si se desea producir durante el invierno, no se recomiendan estas especies.
- Es muy probable que las estrategias del riego deficitario difieran entre las diferentes especies, por ejemplo, algunos riegos a finales del verano podrían beneficiar al *festuca arundinacea* pero no al *timothy*.
- Para aumentar la probabilidad de recuperación, deje entre 3 y 4 pulgadas de rastrojo sin pastar o cortar. Fertilice con fósforo o potasio (pero no nitrógeno) durante el otoño si lo necesita, e irrigue apropiadamente una vez que el agua de riego esté disponible de nuevo.
- La resiembra sobre los plantíos existentes podría ser necesaria para rejuvenecer pasturas que han sido severamente afectadas por la sequía en donde la densidad de las plantas limita unapoteencial producción.

Referencias

- Barnhart, S. K. 2004. Interseeding and no-till pasture renovation. Ames: Iowa Cooperative Extension Service PM 1097.
- Crider, F. J. 1955. Root growth stoppage resulting from defoliation of grass. USDA Technical Bulletin 1102.
- Fransen, S., and T. Hudson. 2006. Post-harvest management of timothy hay for surviving another 100-year drought. Proceedings, 36th Western Alfalfa and Forage Conference. Davis: University of California, Davis, Department of Plant Sciences.
- Fransen, S., J. Smith, and S. Smith. 2012. Drought advisory: Managing irrigated pastures and haylands. In Cattle producer's handbook. 3rd ed. Western Beef Resource Committee.
- Jensen, K. B., K. H. Asay, and B. L. Waldron. 2001. Dry matter production of orchardgrass and perennial ryegrass at five irrigation levels. *Crop Science* 41:479–487.
- Neal, J. S., W. J. Fulkerson, R. Lawrie, and I. M. Barchia. 2009. Difference in yield and persistence among perennial forages used by the dairy industry under optimum and deficit irrigation. *Crop and Pasture Science* 60:1071–1087.
- Orloff, S. 2014. Perennial forage production with limited water. Water and Drought Online Seminar Series. Video. <https://www.youtube.com/watch?v=ZnQhZCETzyQ>.
- MacAdam, J. W., and A. L. Barta. 2007. Irrigation and water management. In R. F. Barnes, et al., eds., *Forages: The science of grassland agriculture*. 6th ed. Vol. 2. Ames, IA: Blackwell Publishing.
- Malinowski, D. P., H. Zuo, B. A. Kramp, J. P. Muir, and W. E. Pinchak. 2005. Obligatory summer-dormant cool-season perennial grasses for semiarid environments of the southern Great Plains. *Agronomy Journal* 97:147–154. doi:10.2134/agronj2005.0147.
- Thomashow, M. F. 1990. Molecular genetics of cold acclimation in higher plants. *Advances in Genetics* 28:99–131.
- USDA (U.S. Department of Agriculture). 2012. USDA census of agriculture. USDA website, <http://www.agcensus.usda.gov/Publications/2012/>.
- Volaire, F., M. R. Norton, and F. Lelièvre. 2009. Summer drought survival strategies and sustainability of perennial temperate forage grasses in Mediterranean areas. *Crop Science* 49:2386–2392.
- Waldron, B. L., K. H. Asay, and K. B. Jensen. 2002. Stability and yield of cool-season pasture grass species grown at five irrigation levels. *Crop Science* 42:890–896.



Información de pedidos

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 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

©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 8537-S

ISBN-13: 978-1-62711-008-2

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 Anthony O'Geen, editor asociado de ANR para Ciencias del Suelo, Aire y Agua.

web-2/18-LR/BG