

CONSEJOS SOBRE LA SEQUÍA

El manejo del cultivo de maíz de riego durante la sequía

Principios generales para la productividad de agua durante la escasez de agua

En California, el maíz es un cultivo de riego de verano. Debido a que durante los meses de verano hay muy poca o nada de agua de lluvia, la cantidad de riego que se aplica determina en gran parte la cantidad de agua disponible para el cultivo. En producciones de bajas a moderadas, el agua que se aplica, el uso de agua del cultivo (evapotranspiración, ET por sus siglas en inglés) y la producción están estrechamente asociadas. Es decir, un incremento en el riego generalmente resulta en un incremento lineal de la producción y niveles de bajos a moderados de productividad. Sin embargo, a niveles más altos de producción, se requiere más agua para obtener la misma cantidad en el incremento de producción. En otras palabras, hay menos cultivo por cada gota de agua que se aplica conforme la producción mejora. Esta característica sobre reducir el rendimiento a niveles más altos de productividad es aplicable para muchos recursos en los sistemas agrícolas. Cuando un recurso como el agua escasea, es preferible optimizar los rendimientos al nivel de este recurso en lugar de maximizar la productividad. O sea, es mejor aceptar una producción baja para poder lograr la mejor producción por la menor cantidad de agua.

MARK LUNDY, agrónomo de
Extensión Cooperativa de la
Universidad de California

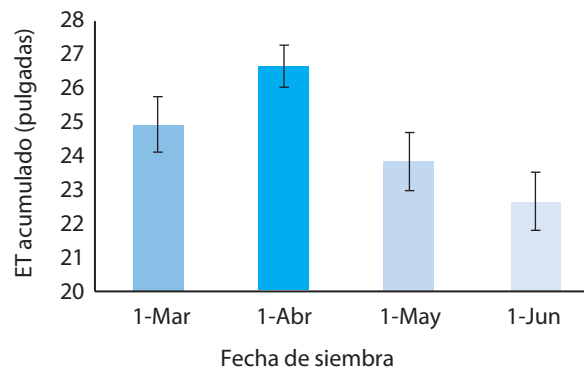
No todos los cultivos responden a la escasez de agua en la misma forma; desafortunadamente para los cultivadores de maíz, aun las deficiencias de agua más pequeñas reducen la productividad general. Las investigaciones han demostrado que la eficiencia en el uso del agua y el índice de cosecha como función del déficit de riego se optimizan cuando el déficit de agua es alrededor de 10 por ciento para el maíz (Farré and Faci 2006). Por lo tanto, en una situación en la que el agua escasea, quien cultiva maíz es probable que esté de acuerdo en que, al aplicar un 90 por ciento de la cantidad normal de agua, dé como resultado la mayor cantidad de cultivo por la menor cantidad de agua.



¿Cuánta agua requiere un cultivo de maíz en California?

La evapotranspiración de un cultivo de maíz en California puede fluctuar de 23 a 29 pulgadas de agua. Tome nota de que esta no es necesariamente la cantidad de riego que se requiere (un cultivo plantado en un campo con un suministro grande de agua en el suelo disponible necesita menos riego que un cultivo plantado en un campo con poca agua en el suelo). ¿Qué explica la diferencia entre la parte alta y baja de este rango? Aunque siempre habrá un poco de variación de un sitio a otro y de un año a otro, existe una diferencia medible en el agua de cultivo tomando en base el momento en el que el cultivo es plantado. La figura 1 muestra que los cultivos plantados avanzada la estación, cuando el clima es más caliente, usan menos agua en total que los cultivos plantados más temprano, los cuales tienden a desarrollarse de manera más gradual bajo temperaturas más frías y con acceso a suministros más abundantes de agua de suelo (más cercanos a la estación de lluvia). Esto puede resultar en un uso menos eficiente de agua por unidad de crecimiento, pero también por lo regular, se traduce a una mejor productividad en general. En contraste, un cultivo plantado más tarde usa menos agua al crecer más rápidamente durante el periodo más caliente de la estación. Sin embargo, el crecimiento acelerado de las plantas deja menos tiempo para producir los componentes de la producción y por lo general resulta en una productividad menor.

Figura 1. La fecha de la siembra afecta el uso del agua en el maíz. Las barras de error representan la desviación estándar de medidas a lo largo de 6 (1 de marzo) o 7 sitio-años. Fuente: Adaptado de Schwankl and Fulton 2015.



Una dinámica similar ocurre entre las variedades de menor y mayor duración. Las variedades de mayor duración son generalmente mayormente productivas que las variedades de menor duración. Sin embargo, debido a que requieren de más días en el suelo, también usan más agua. Recientes trabajos han demostrado que el impacto de la fecha en que se planta en la producción depende de la variedad seleccionada (corto plazo comparado con largo plazo) (Tsimba et al. 2013). Con las fechas de plantar tempranas, las variedades de larga duración producen más que las variedades de corta duración. Sin embargo, con las fechas más tardías, ocurre lo contrario porque existe una menor pérdida por el desarrollo más rápido asociado con la variedad de duración corta (fig. 2). Así que, en una situación en la que el agua es limitada, plantar una variedad de duración corta durante la temporada de crecimiento tiene la posibilidad de maximizar la productividad del agua de cultivo.

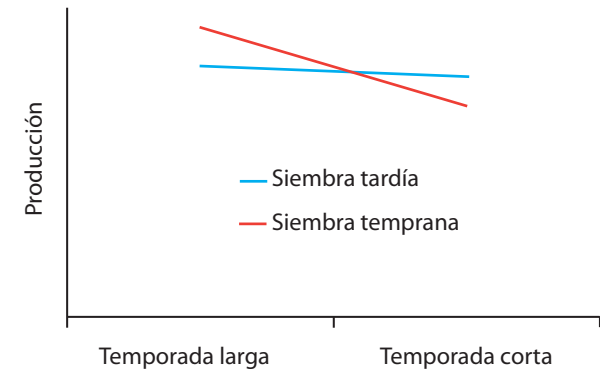


Figura 2. El efecto de la fecha de la siembra y la duración de la variedad en la producción. Las variedades de estación corta que son sembradas durante la porción más caliente de la estación (cuando la demanda del ET estacional acumulativo es menor) tienen proporcionalmente menos penalidad de producción y la mejor oportunidad de lograr el mayor cultivo por gota.

Consideraciones durante la temporada

Surgimiento a V5 (etapa de crecimiento vegetativo, 5 hojas)

No existe mucha demanda absoluta de agua durante la etapa de crecimiento vegetativo. Sin embargo, ciertos factores durante este periodo de crecimiento pueden tener un efecto duradero en la productividad del agua de un cultivo. El primero es la competencia de las malezas. Las malezas pueden deducir directamente el agua del perfil del suelo, poniéndolo a disposición del cultivo. También pueden forzar al cultivo a asignar más recursos al crecimiento que se da por encima de la superficie, pues tienen que competir con las malezas por la luz. Como resultado, el cultivo cuenta con menos recursos para asignar al sistema de raíces, lo cual reduce el volumen de tierra del que el cultivo puede extraer agua durante su desarrollo. Por lo tanto, el control temprano de malezas puede ser una estrategia para ahorrar agua. Otro factor a principios de la temporada que debe mantenerse en mente es la salinidad. Durante una sequía hay menos agua de superficie disponible para riego, resultando en un mayor uso del agua subterránea. El agua de pozo puede tener mayores concentraciones de sal. Debido a que los efectos de la salinidad son más perjudiciales para la planta del maíz al principio de su crecimiento, si un granjero cuenta con múltiples fuentes de agua, es aconsejable que use el agua de mejor calidad a principios de la temporada.

Etapa vegetativa tardía a reproducción temprana

La aparición de la panoja marca el fin del crecimiento vegetativo y la aparición de los pelos del elote marca el crecimiento reproductivo. Las dos semanas antes de esta transición y las dos que le siguen son el peor periodo para estresar al maíz. En relación a otros periodos de crecimiento, el estrés durante este periodo resulta en reducciones de producción desproporcionadamente grandes. Evite el estrés por falta de agua durante este periodo.

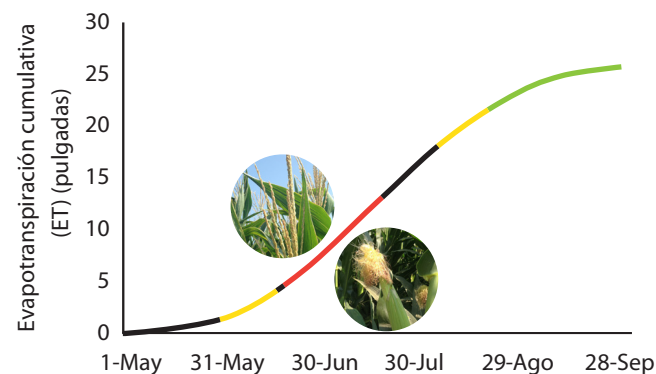
De la formación de granos a la madurez

Al igual que con el resto de las fases de crecimiento, el estrés por la falta de agua durante el periodo de formación de granos reduce la producción. Sin embargo, en este punto, el sistema de raíces del cultivo se ha desarrollado por completo y puede traslocalizar el agua al grano. Lo mejor es evitar el estrés el mayor tiempo posible. Sin embargo, la parte final de la maduración del cultivo puede ofrecernos la oportunidad de ahorrar un poco de agua con menos consecuencias que en otras fases. Para aprovechar esta oportunidad, es importante saber el momento en que el cultivo ha alcanzado su madurez. Para un cultivo de forraje, la regla general para la madurez es cuando la capa de almidón blanco llena aproximadamente un 50 por ciento de los granos (conocido como 50 por ciento de la línea de leche); en el caso de los granos, la capa negra de abscisión indica que han madurado.

Resumen sobre la temporada

La figura 3 resume estas consideraciones sobre la temporada para un cultivo de maíz en California con una evapotranspiración promedio plantada el 1 de mayo. El mensaje subyacente es que aunque nunca existe un mejor momento para someter al maíz a un estrés por falta de agua, algunos periodos son peores que otros. La peor fase de desarrollo para el estrés por agua son las semanas previas y después del desarrollo de la panoja y la seda, cuando ocurre la polinización. Si tiene que someter un cultivo de maíz a estrés por falta de agua durante su crecimiento, la fase vegetativa media y la fase tardía de la formación del grano sustentarán la menor consecuencia en la producción. Finalmente, el riego después de que el cultivo alcanza la madurez resulta en un desperdicio de agua.

Figura 3. Uso de agua para el cultivo en función de la fecha. Periodos de desarrollo cuando el cultivo es más sensible al estrés por agua se muestran en rojo; los periodos cuando el estrés tiene el menor efecto proporcionado en la producción se muestran en amarillo y los periodos cuando el riego no es necesario se muestran en verde. Fotografías: M. Lundy.



Otras consideraciones administrativas

Diseño del sistema de riego

Ya que el maíz es un cultivo de bajo valor en relación a otros en California, generalmente apoya las inversiones de capital limitado. Debido a que el riego por surcos es uno de los sistemas más baratos de riego para implementar, con frecuencia se usa para regar el maíz. Sin embargo, aun el sistema de riego por surco altamente eficiente pierde un 20 a 30 por ciento del agua más allá de la zona de raíces debido a la saturación diferencial del suelo entre la cabeza y los pies de un campo. ¿Cuáles son algunas de las alternativas del riego por surcos?

- **Riego elevado.** Los sistemas elevados de bajo flujo (con un pivote central o ruedas en línea) pueden enfocarse en la zona de raíces tanto en espacio como tiempo, resultando en la aplicación de menos agua. En un ejemplo del Centro de Investigación y Extensión Westside realizado en el 2009, un sistema de riego elevado aportó 20 pulgadas de agua en un cultivo de maíz durante 57 eventos, mientras que el riego por surco requirió de casi 33 pulgadas en 11 eventos para obtener un cultivo similar (J. Mitchell, comunicación personal). En base a esto, existe el potencial de un ahorro substancial si se usa un sistema elevado en comparación a uno por surcos.
- **Riego por goteo de la subsuperficie.** De manera similar, aunque el riego por goteo de la subsuperficie (SDI, por sus siglas en inglés) no ha sido ampliamente usado para cultivar maíz en California, si se le ha adoptado ampliamente en cultivos que rotan comúnmente con maíz, como los tomates. El ahorro de agua cuando se usa el SDI en el maíz ha sido demostrado en otras partes del país (Lamm and Trooien 2003). Sin embargo, así como sucede con el riego elevado, el SDI es mucho más costoso para implementar y operar que el de surcos. Sin embargo, conforme el agua se vuelve más escasa y costosa, los incentivos económicos por usar estos sistemas alternativos para cultivar maíz en California podrían tomar más fuerza.

Agricultura de conservación

Al igual que el diseño de sistemas de riego, la agricultura de conservación es una consideración más amplia para sistemas de cultivos que se extiende más allá del manejo de un cultivo en específico. No obstante, trabajos recientes de Mitchell et al. (2012) demostraron la manera en la que los elementos de la agricultura de conservación pueden beneficiar a los cultivos con limitaciones de agua en California. Específicamente, en pruebas conducidas en el Valle de San Joaquín, el eliminar los surcos antes de plantar y retener los residuos del cultivo anterior ayuda a retener la humedad de la tierra (fig. 4), enfriando la tierra y reduciendo la evaporación. Basado en esto, se calculó que el cultivo sin surcos ahorra de ½ a una pulgada de agua y la retención de residuos se calculó que ahorra de 2 a 4 pulgadas de agua durante la temporada (Mitchell et al. 2012). Dada la sensibilidad del maíz al estrés por falta de agua, estos ahorros significativos pueden mejorar grandemente la resistencia a los suministros reducidos de agua en California.

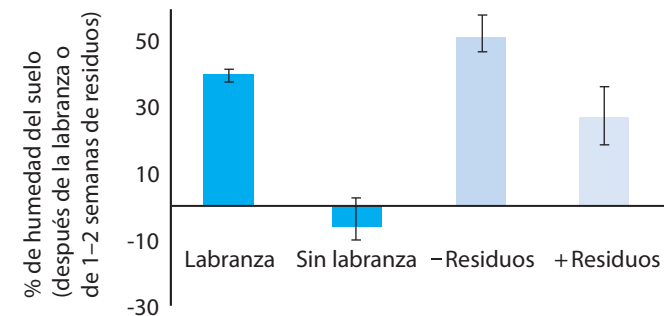


Figura 4. Efectos que producen no labrar la tierra y la retención de residuos durante la pérdida de humedad a principios de la temporada. Las barras de error representan la desviación estándar de medidas a través de los 3 (labranza o no labranza) y 5 (residuos o sin residuos) sitio-años. Fuente: Adaptado de Mitchell et al. 2012.

Resumen

Aunque las limitaciones de agua reducen la productividad de los cultivos de maíz, una cuidadosa consideración en la elección de la variedad a plantar, la fecha de siembra, prácticas de labranza, manejo de residuos, prácticas agrónomas durante la temporada y el diseño y funcionamiento del sistema de riego maximiza la productividad del agua que se utiliza. Entre los puntos importantes se incluyen los siguientes:

- La aplicación de alrededor del 90 por ciento de la cantidad de riego normal producirá la mayor cantidad de maíz con la menor cantidad de agua.
- Plantar una variedad de duración corta a finales de la temporada de crecimiento tiene probabilidades de maximizar la productividad del agua en el cultivo.
- El control temprano y efectivo de malezas puede ser una estrategia para ahorrar agua.
- Evite el estrés por falta de agua entre la aparición de la flor masculina y la seda del maíz.
- Reducir el riego durante la parte final de la maduración del cultivo puede ahorrar un poco de agua con menos consecuencias que en otras fases del crecimiento.

Referencias

- Farré, I., and J. M. Faci. 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management* 83:135–143.
- Lamm, F. R., and T. P. Trooien. 2003. Subsurface drip irrigation for corn production: A review of 10 years of research in Kansas. *Irrigation Science* 22:195–200.
- Mitchell, J., P. Singh, W. Wallender, D. Munk, J. Wroble, W. Horwath, P. Hogan, R. Roy, and B. Hanson. 2012. No-tillage and high-residue practices reduce soil water evaporation. *California Agriculture* 66:55–61.
- Schwankl, L., and A. Fulton. Corn ET estimates. 2015. University of California Drought Management website, <http://ucanr.edu/sites/Drought/files/167003.pdf>.
- Tsimba, R., G. O. Edmeades, J. P. Millner, and P. D. Kemp. 2013. The effect of planting date on maize grain yields and yield components. *Field Crops Research* 150:135–144.



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 8551s

ISBN-13: 978-1-62711-014-3

Esta publicación es una traducción de *Drought Tip: Managing Irrigated Corn during Drought*, ANR Publication 8551, 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 Allan Fulton, editor asociado

de ANR para Ciencias del Suelo, Aire y Agua.

web-2/18-LR/BG