



CONSEJOS SOBRE LA SEQUÍA

El riego de los cítricos con agua limitada

Los cítricos son árboles frutales de hoja perenne que ocupan 260,000 acres de cultivo comercial en California, de los cuales 140,000 son de naranja *navel* o cultivares de *navelinas* y casi la misma superficie (alrededor de 40,000 acres por cada variedad) de naranja Valencia, limones y mandarinas (USDA 2015). Los cítricos son también los árboles frutales más comunes en los patios de las viviendas del estado. En el clima mediterráneo de California, con inviernos húmedos y veranos secos, los cítricos, como árboles perennes, requieren un poco de agua durante todo el año. En áreas más húmedas del estado, la mayor parte de la necesidad de agua puede quedar cubierta por las lluvias del invierno; pero en la mayoría del estado y durante la mayor parte del año, los cítricos tienen que ser regados con agua suplementaria. Dependiendo del tipo de cultivar y portainjertos, los cítricos pueden mantener ciertos niveles de estrés por la sequía (Romero et al. 2006). El diseño de riego apropiado, su instalación, mantenimiento y programación, combinados con una cantidad de agua adecuada durante los periodos críticos y la reducción del agua en periodos menos críticos, puede ayudar a los huertos de cítricos a continuar produciendo durante los periodos de escasez de agua o sequía.

BEN FABER, asesor de granjas de Extensión Cooperativa de la Universidad de California, condados de Ventura y Santa Bárbara

Los requisitos de riego para los cítricos

Las plantas abren sus estomas para absorber dióxido de carbono, el cual a la vez permite la liberación de agua por medio de la transpiración. Hay una relación uno a uno entre el crecimiento de la planta y la pérdida de agua: las plantas deben perder agua para poder crecer. En cualquier momento que la planta pasa por estrés por falta de agua, su crecimiento se reduce. En el caso de las plantas frutales, el rendimiento y el tamaño de los frutos está estrechamente ligado a la biomasa total de la planta. Durante ciertos periodos del crecimiento de la planta se puede mantener cierto estrés hídrico sin reducir la producción y calidad de los frutos. En algunos casos, el estrés hídrico puede mejorar la calidad de la fruta, reduciendo, por ejemplo, su arrugamiento y granulación (Goldhamer and O'Connell 2006).

Los cítricos son sensibles a la salinidad de la tierra, tanto a la salinidad total como a elementos específicos de la sal como el boro, cloruro y sodio. Las aplicaciones de agua no solo deben cubrir las necesidades de transpiración del cultivo, además deben lixiviar o filtrar las sales acumuladas de riegos previos, así como las sales naturales del suelo, desde la zona de la raíz. Dependiendo de la calidad del agua de riego, el total de agua aplicada puede representar tanto como un 25 por ciento más de las necesidades de agua para transpiración del cultivo de cítricos. A medida que la sequía persiste, con frecuencia la calidad del agua del pozo disminuye y se deben asignar mayores cantidades de agua para la filtración; asimismo, la sal del agua de riego se acumula más rápido porque hay menos agua de lluvia de calidad para la filtración en los meses de invierno.

Dependiendo del lugar y los patrones climáticos, una significativa porción de las necesidades de agua de los árboles de cítricos puede quedar cubiertas con el agua de lluvia y hasta con la neblina en algunas áreas a lo largo de la costa. Sin embargo, en la mayoría de los casos, tiene que satisfacerse con agua suplementaria proveniente del riego. En el Valle Central y las regiones desérticas, los patrones climáticos tienden a ser más consistentes y durante

muchos años el riego puede ser casi programado; sin embargo, a lo largo de la costa, el clima tiende a ser más errático y la programación es menos fácil de programar. Los requisitos de riego para los cítricos pueden ser 4 acres-pie por acre en las regiones desérticas, 3.5 acre-pie por acre en el Valle Central y 1.5 acre-pie por acre a lo largo de la costa.

El diseño y mantenimiento de los sistemas de riego

Para satisfacer las necesidades de los árboles de cítricos y ayudar a ahorrar el agua limitada, el sistema de riego se debe diseñar y evaluar apropiadamente. La evaluación del sistema debe hacerse por lo menos una vez al año y ciertamente después de la cosecha, cuando el daño sufrido a los emisores es algo común. En áreas donde los coyotes, taltuzas, conejos y otros animales causan daños, las revisiones deben ser parte del mantenimiento regular.

El diseño de un sistema de irrigación debe incluir la regulación de la presión, especialmente en donde la topografía es dispareja. Se deben crear bloques de riego para que los árboles de tamaño y necesidades hídricas similares sean irrigados a la misma vez. Si el sistema es muy grande y se pierde mucha presión, se debe cambiar su tamaño o instalar nuevas válvulas, para que la presión sea pareja en todos los bloques.

La eficiencia de un sistema de riego está indicada por su uniformidad de distribución conocida por sus siglas en inglés como DU. Una DU del 100 por ciento significa que cada emisor está distribuyendo la misma cantidad de agua. Si la DU es baja, el sistema debe ser operado más tiempo para proporcionar suficiente agua a todos los árboles, pero esto causará que algunos árboles obtengan más agua de lo que necesitan, lo cual podría no ser bueno para los árboles, además que se desperdiciaría agua. La pérdida de presión en las líneas y el terreno disparejo podrían hacer difícil obtener el 100 por ciento de DU, pero un 80 por ciento si se puede obtener y un 95 por ciento no es inusual. Aún en los sistemas nuevos bien diseñados, la obstrucción y fugas pueden reducir rápidamente la DU; la manera de asegurar una DU alta es a través

del monitoreo anual y mantenimiento regular. Es muy importante que el sistema de riego reciba un mantenimiento adecuado para asegurar que la DU de cada emisor es satisfactorio. Esto significa reparar los emisores obstruidos, rotos o dañados; limpiar los filtros de manera puntual y podar las ramas bajas de los árboles para crear un patrón de riego parejo. Muchos distritos de riego y distritos para la conservación de recursos cuentan con laboratorios móviles que acuden a las granjas y miden el desempeño del sistema de riego, muchas veces sin cobrar. (Para más información sobre la DU y cómo medirla, vea Faber and Goldhamer 2014.) Finalmente, no hace falta decir que el agua debe quedarse en el huerto, así que se aconseja eliminar cualquier escurrimiento de agua. Si existiera un escurrimiento, investigue las causas. ¿Hay hoyos hechos por taltuzas o arpillas subterráneas? ¿Es la tasa de la aplicación más alta que la filtración? ¿Hay mangueras o emisores rotos? ¿El viento o el dosel alteran el patrón de rociado? ¿Están las malezas o rompevientos compitiendo con los árboles? Corrija la situación para asegurarse que el agua de riego vaya directo a los árboles.

Manejo y programación del sistema de riego

La programación del riego es algo crítico. No aplique más agua de la que la zona de raíces del árbol pueda absorber: el agua extra no puede ser usada por el árbol y a la vez filtra los nutrientes de la zona de las raíces. La clave para saber qué cantidad de agua se debe aplicar es conocer la profundidad de las raíces. Dependiendo del portainjerto, los cítricos pueden tener raíces bastante profundas, pero la mayoría de las raíces activas están en los primeros 2 pies del suelo. Las raíces más profundas pueden extraer agua de las lluvias invernales, pero la profundidad de riego activo raramente debe exceder los 2 pies a no ser que el objetivo del riego sea la filtración. Se puede usar un muestreador de suelo o una varilla de acero para evaluar la profundidad de un riego insertándolo en el suelo y siguiendo la situación (perfil) de la humedad. Cuando el área mojada excede los 2 pies de profundidad, es tiempo de apagar el riego. La profundidad del riego necesita ser evaluada solo algunas veces con el fin de determinar la profundidad de la infiltración durante un determinado tiempo de riego.

Sensores de monitoreo, como los tensiómetros o sensores de conductancia, pueden ayudar a que el tiempo de riego se ajuste a las necesidades de agua del árbol y la cantidad de agua que se aplica. Los sensores deben colocarse, uno en el área superficial que indica cuándo empezar el riego y otro más en una zona profunda que indica cuándo parar. La programación del riego también se puede hacer usando información sobre la evapotranspiración, por ejemplo, del Sistema de Información sobre el Manejo del Riego de California (Irrigation Management Information System), conocido como CIMIS, por sus siglas en inglés (<http://www.cimis.water.ca.gov/>) o su propia estación climática personal o atmómetro. Algunos cultivadores también usan medidas basadas en plantas como los dendrómetros o aparatos para medir el potencial hídrico que se colocan en las hojas, los cuales tienden a ser más trabajosos. Varios otros aparatos para medir la humedad del suelo, como los tensiómetros y las sondas de conductancia y capacitancia, también han sido usados para determinar horarios de riego. Puede encontrar más información sobre estas herramientas en Faber 2014.

Déficit de riego regulado

Las reacciones de los cítricos al déficit hídrico han demostrado que la sensibilidad del rendimiento en relación a la estrés hídrico depende de la fase fisiológica en la que se aplicó el estrés hídrico (fig. 1). Un suministro de agua adecuado es muy importante durante la floración y fijación de los frutos en los cítricos. Un segundo periodo crítico coincide con el crecimiento rápido del fruto, desde la fijación del mismo hasta la cosecha. El estrés hídrico en su primer periodo incrementa la abscisión de las flores y frutos jóvenes y en su segundo periodo reduce el tamaño del fruto. En el primer periodo, la humedad del suelo, incluso durante una escasa lluvia invernal, podría ser suficiente para ayudar a reducir el estrés por déficit hídrico de los árboles. Sin embargo, el riego puede ser necesario durante este periodo y será ciertamente requerido en el periodo de rápido crecimiento de los frutos.

Cuando se enfrenta escasez de agua debido a la sequía, se puede suministrar de 50 a 75 por ciento del cálculo de evapotranspiración del cultivo durante las fases de desarrollo de los árboles

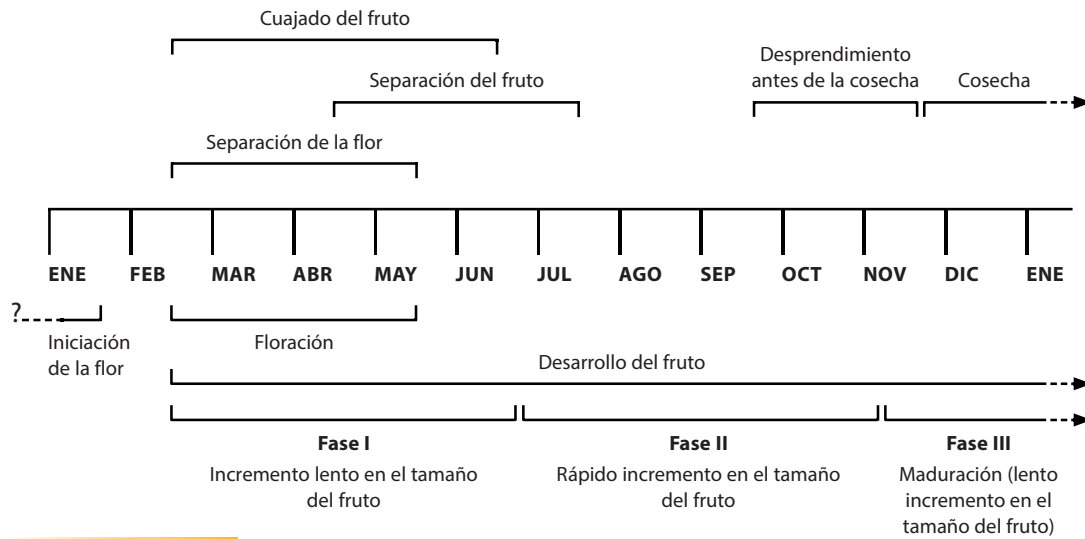


Figura 1. Fases fenológicas de la naranja navel en California. Fuente: Lovatt 1999.

y cultivo, cuando los árboles se encuentran más sensibles al estrés hídrico, en un esfuerzo por minimizar el impacto en la producción. Asegurar el suministro adecuado de agua durante los periodos críticos a la vez que se reduce la cantidad de agua durante los periodos menos críticos se le conoce como déficit de riego regulado.

Para las naranjas navel y mandarinas, es posible identificar los periodos críticos cuando el agua es requerida. Sin embargo, en otros cultivares de cítricos, los periodos críticos pueden superponerse. Por ejemplo, la naranja Valencia puede tener dos cultivos en el árbol al mismo tiempo desde la primavera hasta la cosecha de verano, y los limones de la costa pueden tener fruto en todas las etapas desde la formación del fruto hasta su maduración durante todo el año. En el caso de las naranjas navel, el disminuir el agua en un 25 por ciento o más no ha resultado en una reducción del rendimiento de la fruta, cuando la disminución del agua ocurren en periodos no críticos. (Goldhamer 2006; Domingo 1996; Hutton et al. 2007). Sin embargo, las reducciones de agua durante el periodo de rápida expansión puede resultar en una significativa reducción del tamaño del fruto, y el agua no debe ser restringida

en este periodo si el tamaño del fruto es importante para su venta (Goldhamer 2006; Hutton et al. 2007).

En el caso de los limones de la costa, debe evitarse el estrés hídrico durante el periodo de rápida expansión, para asegurar que el cultivo de verano, el más rentable, sea menos afectado. Cada cultivador debe identificar la temporada del año cuando el tamaño del fruto más rentable es importante. Los cultivadores de las zonas donde hace más calor en el verano que en la costa podrían practicar el riego “Verdelli”, cuando se retiene el agua durante un tiempo para forzar la floración que con frecuencia puede producir más fruta de verano para la cosecha del año siguiente (Maranto and Hake 1985).

No obstante que una amplia variedad de dispositivo de monitoreo para tierra y plantas se ha usado para evaluar el estrés hídrico en los árboles, la herramienta más exacta para identificar dicho estrés es una cámara de presión. Este dispositivo puede usarse en las hojas para comprobar cuándo y cuánto estrés los árboles están manteniendo. Una vez que se ha determinado el nivel de estrés, se puede diseñar un horario de riego para evitar el estrés hídrico en periodos críticos.

El riego regulado por déficit ha sido algo limitado en el campo debido a la necesidad de instalar y mantener instrumentos, tomar muestras de los árboles con regularidad e interpretar la información para decidir cuándo aplicar agua. Con frecuencia, las entregas de agua o las necesidades de otras áreas de riego no permiten la flexibilidad que se necesita para usar esta técnica.

Medidas más drásticas

Manejo de la corona del árbol

El manejo de la corona del árbol puede reducir la cantidad de agua que se usa porque la transpiración es esencialmente una función relacionada al tamaño de la superficie de hojas presentes. Sin las hojas, no existe la transpiración y el uso de agua. El caso extremo es la extracción del árbol. Cuando se poda la corona, se reduce el uso de agua. La mayoría de los cítricos producen flores terminales, por lo que la poda también reduce el rendimiento, pero a la vez,

típicamente la poda también incrementa el tamaño del fruto pues se retiran puntos de crecimiento frutal. Hay un equilibrio entre la reducción de la producción y el uso del agua por parte del árbol; típicamente, la reducción de un 25 por ciento resulta en una disminución del 25 por ciento en el uso del agua (Romero 2006).

La gravedad de la sequía es la que determina con qué severidad se debe podar la corona del árbol. Por ejemplo, sin riego, los árboles pueden quedar como esqueletos de tal forma que solo permanezcan las ramas estructurales principales (los árboles deben ser encalados para prevenir que resulten quemados por el sol). Conforme las hojas empiezan a brotar, aplique gradualmente pequeñas cantidades de agua, revisando la humedad de la tierra para asegurarse que los árboles no obtienen ni muy poca ni mucha agua. Si poda los árboles en el invierno, usualmente florecen al año en la primavera, pero podría tomar 3 años para que el árbol recupere sus rendimientos previos.

Reducir el árbol a esqueleto debe practicarse primero en los huertos de menor producción. Los huertos de cítricos que pasan por mucho viento y tienen daños substanciales causados por el mismo o reciben un uso elevado de agua son los más proclives a sufrir daño por heladas y otros problemas como el robo de frutos. En otras áreas que son saludables y se han contemplado nuevos cultivares, injerte esquejes y reemplace los viejos cultivares. (fig. 2). Elimine también los huertos que han estado produciendo muy poco debido a enfermedades.

Las coronas de los árboles que han sido rociadas con arcilla caolinita han mostrado cierta promesa en la reducción de la transpiración con una disminución insignificante en el rendimiento. (Skewes 2013; Wright 2000). Si se usa la arcilla caolinita, debe hacerse considerando que la empacadora puede quitar la arcilla.

Junto con la reducción de la corona vienen otros beneficios además de la reducción del uso de agua. Se mejora la cobertura para el control de plagas. Debido a que el crecimiento nuevo es generado por el sistema de raíces, las aplicaciones de fertilizante pueden reducirse significativamente o eliminadas por completo durante un año hasta que nuevamente inicie la formación de frutos.



Figura 2. Árboles de naranja navel que han sido podados con la técnica esqueleto, encalados e injertados. Fotografía: D. Rosen.

Replantar

Cuando se enfrentan a la incertidumbre del suministro de agua y costo, los cultivadores deben decidir si un huerto es económicamente viable. ¿Es proclive a sufrir daño por heladas, enfermedades o viento? ¿Ha tenido una mala producción? Un estudio sobre el costo de producción realizado por Departamento de Economía Agrícola de la UC podría ayudarle en esta decisión (visite <http://coststudies.ucdavis.edu/en/current/>).

Al replantar un huerto, es posible que solo necesite eliminar los árboles no productivos. Si se tiene que quitar todo el huerto y plantar un nuevo cultivo, la mejor decisión desde el punto de prevención de enfermedades es plantar un cultivo que está sujeto a un grupo de enfermedades diferentes, como el almendro, nogal, granada, etc.

Cuando interplante un huerto o lo reemplace con más cítricos, el portainjerto debe ser de una consideración importante. Cada portainjerto tiene sus puntos fuertes y débiles (vea el sitio web sobre la colección de variedades de cítricos de la UC Riverside, <http://www.citrusvariety.ucr.edu/citrus/rootstocks.html>). Tenga en consideración especial la tolerancia a la sequía. Los portainjertos con un mayor volumen y profundidad de enraizado típicamente tienen una mayor tolerancia a las sequías; por ejemplo, el Swingle citrumelo tiene una tolerancia mayor a la sequía que el trifoliolate (Romero et al. 2004).

Referencias

- Domingo, R., M. C. Ruiz-Sanchez, M. J. Sanchez-Blanco, and A. Torrecillas. 1996. Water relations, growth and yield of 'Fino' lemon trees under regulated deficit irrigation. *Irrigation Science* 16:115–123.
- Faber, B., and D. Goldhamer. 2014. Irrigation. In L. Ferguson and E. Grafton-Cardwell, eds., *Citrus production manual*. Oakland: University of California Agriculture and Natural Resources Publication 3539. 183–196.
- Goldhamer, D., and N. O'Connell. 2006. Using regulated deficit irrigation to optimize fruit size in late harvest navels. *Citrus Research Board 2006 Annual Report*, <http://citrusresearch.org/wp-content/uploads/2006-GOLDHAMER1.pdf>.
- Hutton R. J., J. J. Landsberg, and B. G. Sutton. 2007. Timing irrigation to suit citrus phenology: A means of reducing water use without compromising fruit yield and quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47:71–80. <http://dx.doi.org/10.1071/EA05233>.
- Kerns, D., and G. Wright. 2000. Protective and yield enhancement qualities of yield of kaolin on lemon. In: G. Wright and D. Kilby, eds., 2000 *Citrus and deciduous fruit and nut research report*. Tucson: University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences Publication az1178. http://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1178_3.pdf.
- Lovatt, C. 1999. Timing citrus and avocado foliar nutrient applications to increase fruit set and size. *HortTechnology* 9(4): 607–612.
- Maranto, J., and K. Hake. 1985. Verdelli summer lemons: A new option for California growers. *California Agriculture* 39(5): 4. <https://ucanr.edu/repositoryfiles/ca3905p4-62870.pdf>.
- Romero, P., F. García-Sánchez, A. Gómez-Gómez, I. Porras, V. Martínez, and P. Botía. 2006. Deficit irrigation and rootstock: Their effects on water relations, vegetative development, yield, fruit quality and mineral nutrition of 'Clemenules' mandarin. *Tree Physiology* 26(12): 1537–1548.
- Skewes, M. 2013 Citrus drought survival and recovery trial. HAL Project Number CT08014 (16/12/2013). http://pir.sa.gov.au/___data/assets/pdf_file/0004/238414/SARDI-Citrus-Drought-Survival-Recovery-Trial.pdf.
- USDA 2015. 2014 California Citrus Acreage Report. USDA Nation Agricultural Statistics Service website, www.nass.usda.gov/ca.



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 8549-S

ISBN-13: 978-1-62711-007-5

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