

# Los impactos del riego de cítricos



*en el Valle del Río Grande*



Los cítricos bajo riego, son de gran importancia económica para el sur de Texas. Actualmente se cuenta con una superficie de 27,000 acres, principalmente en la parte baja del valle del Río Grande. A partir de 1950 el cultivo de cítricos ha estado expuesto a heladas, variaciones de mercado y urbanización. Alrededor del 71% del área de cítricos está plantada de toronjas y el 29%, de naranjas. Las variedades de toronjas en Texas son: 72% de Río Red, 17% Ruby Red, 11% de Henderson/Ray y 1% de otras variedades. Las variedades de naranjas son: 59% Tempranas, 28% de Navel y 13% de Valencia.

En el valle inferior del Río Grande, el escaso suministro de agua es un desafío para los productores, ya que los cítricos requieren de 35 a 48 pulgadas de agua por año y las lluvias sólo aportan de 22 a 26 pulgadas.

Los productores de cítricos del valle pueden mejorar la calidad de las frutas e incrementar la producción mediante una programación del riego, de acuerdo con los niveles de humedad del suelo y las necesidades de los cultivos, utilizando métodos de riego apropiados a las condiciones locales.

## Comportamiento agronómico de los cítricos

Para administrar el riego de manera más eficiente, es necesario que los productores comprendan claramente como el tipo de suelo y el clima afecta el crecimiento de los cítricos. Los cítricos inician su fructificación a partir del tercer año de haber sido plantados, pero el punto de equilibrio económico generalmente se alcanza en el octavo año.

Los cítricos florecen de febrero a marzo, pero menos del 6% de las flores llegan a producir frutos maduros. Las frutas maduran de 7 a 12 meses después de florecer; esto depende de factores como la variedad y la disponibilidad de agua. La cosecha en el valle del Río Grande inicia a finales de septiembre, o principios de octubre y termina en mayo o junio.

La concentración de ácido en la fruta disminuye durante su maduración, mientras que el azúcar y las sustancias aromáticas aumentan, mejorando su calidad. Debido a que las bajas temperaturas incrementan la concentración de azúcares, la mayoría de los productores del valle inician la cosecha después de la primera temporada de frío del invierno.

El color de la fruta no es un indicador de maduración. Generalmente es cosechada “verde”, de acuerdo con la demanda del mercado. Los tratamientos post-cosecha pueden mejorar la maduración.

Los cítricos requieren de un período de descanso o de cultivo reducido para florecer. En áreas subtropicales, los inviernos fríos inducen la floración y cuando las bajas

**Juan Enciso-Medina,  
Julian W. Sauls,  
Robert P. Wiedenfeld  
& Shad D. Nelson**

Profesor Asociado y Especialista en Ingeniería de Riego del Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica; Profesor y Horticultor del Servicio de Extensión; Profesor, Departamento de Ciencias del Suelo y los Cultivos; Profesor Adjunto de Horticultura, Sistema Texas A&M University.

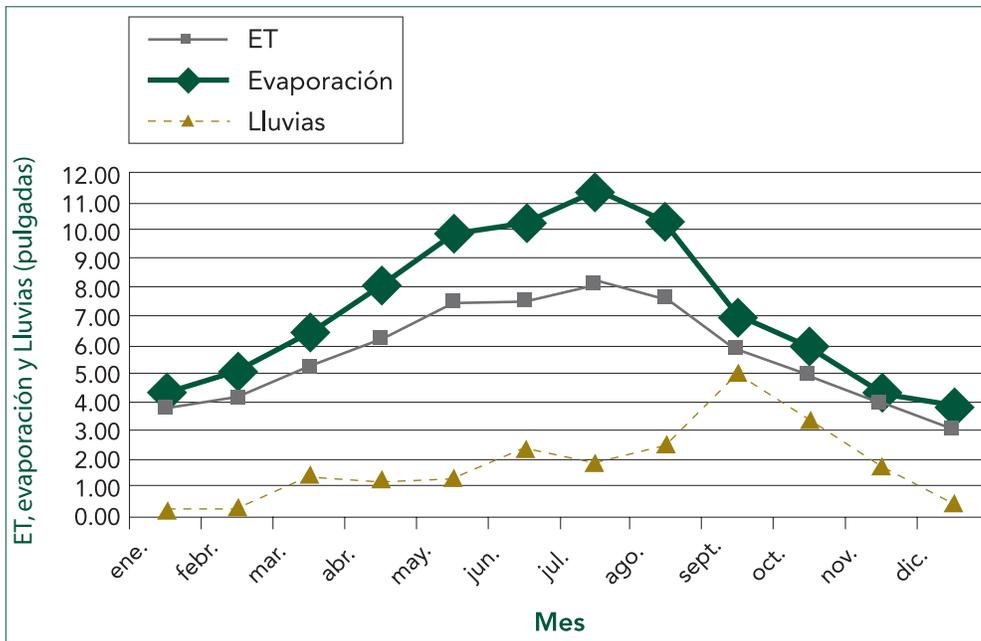


Figura 1. Evapotranspiración (ET) mensual promedio, evaporación y precipitaciones entre 1995 y 2003 en la parte baja del valle del Río Grande.

temperaturas no se presentan se puede inducir espaciando el riego. En el valle el período frío generalmente se presenta de noviembre a enero (Fig. 1) cuando las temperaturas bajan y las lluvias disminuyen.

## Producción de cítricos y utilización del agua

La producción de fruta se ve afectada en gran medida por la cantidad de agua que reciben. Con poca agua, el crecimiento es más lento, la fruta joven cae y las maduras disminuyen su porcentaje de azúcar resultando de menor calidad. También se reduce el período de crecimiento vegetativo, limita la cantidad

de ramas con frutos nuevos, las raíces y las hojas no se desarrollan, todo esto afecta la cantidad y el tamaño de la fruta y aumenta la producción alternada (a un año de gran producción le sigue uno de baja producción).

Para lograr una buena producción, las cantidades apropiadas de agua son especialmente importantes durante el período en el que árbol florece y amarra la flor. La producción disminuye cuando se aplican déficits de agua de más de un 33% durante la floración. Se pueden tolerar déficits del 66% durante el verano, el otoño y el invierno. Debe evitarse el estrés hídrico de febrero a junio, pero se puede tolerar un poco de junio a enero.

Datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), citan que una producción buena de cítricos está dentro de estos valores:

- Naranjos: de 400 a 550 frutas por árbol al año; es decir, de 10.1 a 16.1 toneladas al año por acre.
- Toronjos: de 300 a 400 frutas por árbol al año; es decir, de 16.2 a 24.3 toneladas al año por acre.
- Limones: de 12.1 a 18.2 toneladas por acre al año.
- Mandarinos: de 8.1 a 12.1 toneladas por acre al año.

Texas AgriLife Extension Service reporta producciones típicas esperadas para tres niveles de manejo considerando una densidad de 115 a 120 árboles por acre (Tabla 1).

Existe una estrecha relación entre la producción y el agua aplicada llamada "eficiencia en el uso del agua". La FAO reporta que la eficiencia en el uso del agua para los cítricos es

**Tabla 1.** Toneladas de cítrico producidas por acre bajo tres niveles de manejo y diferentes edades de la huerta en el valle del Río Grande. Sauls, 2005.

Edad	Toronja			Naranjas tempranas			Valencia		
	Bueno	Promedio	Muy bueno	Bueno	Promedio	Muy bueno	Bueno	Promedio	Muy bueno
3	1	3	6	1	2	4	1	2	3
4	3	6	10	2	5	7	2	3	4
5	5	9	14	4	7	11	3	4	7
6	7	14	19	5	10	13	4	7	10
7	8	18	23	7	13	16	5	9	13
8	10	20	26	8	15	19	6	11	15
9	11	22	27	9	17	22	7	13	17
10+	12	23	28	10	18	24	8	14	18

de 428 a 1,070 libras por acre-pulgada a un contenido de humedad de la fruta de alrededor del 85%.

## El impacto de los requerimientos de agua y la programación de riego

De acuerdo con las condiciones climáticas y la cubierta vegetal, los cítricos requieren de 35 a 48 pulgadas de agua por año; la toronja requiere más agua que la naranja, el limón o la lima.

El agua es utilizada para la evapotranspiración (ET) del cultivo; es decir, el agua es transpirada por las plantas y evaporada del suelo. En el valle, se pierde más agua por evapotranspiración de la que se gana a través de las precipitaciones (lluvias). Esto significa que se requiere riego para el cultivo de los cítricos en el valle.

Se ha creado una fórmula para calcular la cantidad de agua que necesita un cultivo particular en condiciones locales específicas. La fórmula emplea la tasa de evapotranspiración de un cultivo "de referencia" estándar como, por ejemplo, un pasto que está creciendo activamente. A esto se lo llama evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ).

Para calcular la evapotranspiración de un cultivo específico, como los cítricos, debe multiplicarse la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) por el coeficiente de cultivo ( $K_c$ ). Los coeficientes de cultivo para los cítricos se muestran en la Tabla 2. El coeficiente de cultivo varía de acuerdo con la etapa de crecimiento del cultivo. La evapotranspiración de referencia también varía durante el año. La Figura 1 muestra las lluvias y la evapotranspiración durante un año promedio en la parte baja del valle del Río Grande.

Un suelo con cubierta vegetal de pasto o con hierbas, perderá más agua por evapotranspiración que un suelo desnudo sin cubierta, y su coeficiente de cultivo será mayor

Tabla 2. Coeficientes de cultivo de los cítricos (J. Doorenbos y A. H. Kassam (1986))

	ene.	febr.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
<b>Sin cubierta vegetal</b>												
70% cubierta de copas	0.65	0.65	0.65	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60	0.65	0.65	0.65	0.65
50% cubierta de copas	0.60	0.60	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.60	0.60	0.60	0.60
20% cubierta de copas	0.45	0.45	0.45	0.45	0.40	0.40	0.40	0.40	0.50	0.50	0.50	0.50
<b>Cubierta vegetal o hierbas</b>												
70% cubierta de copas	0.75	0.75	0.75	0.75	0.70	0.70	0.70	0.70	0.75	0.75	0.75	0.75
50% cubierta de copas	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
20% cubierta de copas	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>Coeficientes de cultivo desarrollado localmente</b>												
70% cubierta de copas	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6

Tabla 3. Requerimiento de agua en cultivos considerando un promedio de datos climáticos de 9 años (1995–2003) y los coeficientes de cultivo locales de la parte baja del valle del Río Grande.

Mes	ET <sub>o</sub> En pulgadas	Kc de cítricos	ETc de cítricos en pulgadas	Lluvias en pulgadas	ETc – Lluvias en pulgadas
ene.	3.4	0.6	2.1	0.2	1.9
febr.	3.7	0.6	2.2	0.4	1.8
mar.	5.0	0.7	3.5	1.5	2.0
abr.	5.9	0.7	4.1	1.3	2.8
may.	7.1	0.7	5.0	1.3	3.7
jun.	7.2	0.7	5.0	2.4	2.6
jul.	7.8	0.7	5.5	1.9	3.6
ago.	7.5	0.7	5.2	2.5	2.7
sept.	5.8	0.7	4.1	5.0	0.0
oct.	4.9	0.7	3.4	3.4	0.0
nov.	3.8	0.6	2.3	1.8	0.5
dic.	3.1	0.6	1.9	0.4	1.5
<b>TOTAL</b>	<b>65.3</b>		<b>43.8</b>	<b>22.1</b>	<b>23.1</b>

(Tabla 2). Los cítricos que tienen cubiertas vegetales con pastos pueden usar de un 45% a 105% más de agua que los cítricos sin cubierta. Los coeficientes de cultivo son levemente menores a mediados de temporada que al comienzo o al final de ella, ya que los estomas o poros de las plantas se cierran durante los períodos de evapotranspiración alta (Tabla 2).

La Tabla 3 muestra una guía de riego para cítricos, considerando las condiciones climáticas promedio para un periodo de 9 años en la parte baja del Río Grande. En un año promedio para los cítricos que tienen copas que cubren un 70% de la superficie y con cubierta vegetal requieren alrededor de 44 pulgadas de agua por año; las lluvias suministran aproximadamente la mitad de esta cantidad.

### Programación del riego

Para programar el riego eficientemente, los productores deben conocer las características del suelo y la cantidad de agua que puede almacenar. Se puede usar una técnica de balance, similar a un registro de cheques, para llevar un control de las cantidades de agua que entran por medio de las precipitaciones y el riego, y las que salen por el uso de agua o la evapotranspiración del cultivo. Los porcentajes de agotamiento de agua se pueden medir directamente o pueden calcularse. Los dos métodos requieren información acerca de la profundidad de enraizamiento de un cultivo y la capacidad de retención de agua que tiene el suelo.

Las raíces de los cítricos pueden llegar a medir 6 pies y, en algunos casos, hasta 30 pies. Las raíces extraen la mayor parte del agua de los primeros 2 pies; y crecen mejor en suelos arenosos con menos contenido de arcilla. Algunos estudios, llevados a cabo en España, indican que los cítricos toman del 60% al 80% de su agua de las primeras 20 pulgadas de la superficie del suelo.

La Tabla 4 muestra las capacidades de retención de agua en los primeros 4 pies para diferentes tipos de suelo en la parte baja del Río Grande. La disponibilidad de agua varía con la profundidad del suelo. Por ejemplo, el suelo franco arcillo arenoso de Hidalgo puede retener hasta 0.17 pulgadas de agua por pulgada de suelo hasta una profundidad de 28 pulgadas. Puede retener hasta 0.20 pulgadas de agua por pulgada de suelo en profundidades de entre 28 y 80 pulgadas. El mismo suelo puede retener entre 3.8 y 8.2 pulgadas de agua en los primeros 4 pies de suelo.

Los productores del valle del Río Grande usan varios sensores para medir los niveles de agua del suelo y mantener con el riego esos niveles. Los que se usan más comúnmente son: los sensores de bloques de yeso como los sensores de humedad del suelo Watermark®; los tensiómetros; las sondas de capacitancia como las sondas ECH2O® de Decagon Devices, Inc; y los sensores de humedad del suelo EnviroSCAN® de Sentek Sensor Technologies.

Durante 2004, dos agricultores del valle instalaron sensores EnviroSCAN, que transmitían información sobre la humedad del suelo por medio de un módem a Internet. Una vez que los sensores escaneaban el suelo a una profundidad de 4 pies, los productores podían controlar los niveles de agua en el suelo y así, manejar sus sistemas de riego por goteo y microirrigación con más precisión.

Estas tecnologías se están evaluando y son potencialmente buenas para su uso práctico. El costo de estos dispositivos varía mucho, los sensores Watermark se ubicarían en el extremo inferior y el EnviroSCAN en el extremo superior de esta escala de precios.

Existen nuevas tecnologías, pero no son tan útiles para los productores. Las sondas de neutrones y los instrumentos de reflectometría de dominio temporal se usan para medir el volumen de agua en el suelo. Estos instrumentos sólo han

**Tabla 4.** Características de los suelos de la parte baja del Valle del Río Grande

Series de suelos	Horizontes del suelo	Capacidad de agua disponible (pulgadas de agua/pulgadas de suelo)	Agua disponible en los primeros 4 pies de suelo (pulgadas/4 pies)
Franco arcilloso arenoso de Lyford	0-11 pulgadas	0.18-0.24	8.6-11.5
	11-48 pulgadas	0.16-0.21	
Franco arcilloso de Raymondville	0-15 pulgadas	0.12-0.18	5.8-8.6
	15-65 pulgadas	0.10-0.18	
Franco arenoso fino de Willacy	0-74 pulgadas	0.14-0.18	6.7-8.6
Franco arcilloso arenoso de Hidalgo	0-28 pulgadas	0.08-0.17	3.8-8.2
	28-80 pulgadas	0.08-0.20	
Franco limoso de Río Grande	0-63 pulgadas	0.15-0.24	7.2-11.5

sido utilizados en el valle del Río Grande para realizar investigaciones de riego. No son prácticos para la mayoría de los productores ya que generalmente deben ser calibrados, son costosos y difíciles de manejar. Además, por cuestiones de seguridad, se necesita una licencia y un monitoreo de radiación para el dispersor de neutrones.

Sin embargo, los productores del valle han usado sensores para medir la tensión con la que el agua está retenida en el suelo. A medida que esta tensión aumenta, es más difícil que las plantas extraigan agua. Existen herramientas que son relativamente económicas, como los tensiómetros y los sensores Watermark.

Los sensores watermark pueden medir un rango de tensión mayor (hasta 200 centibares) que los tensiómetros (hasta 60 centibares solamente). Los centibares miden la tensión con la que el suelo retiene el agua. Cuánto más alta sea la lectura de la tensión, más seco estará el suelo. Se pueden instalar sensores económicos, como los Watermark, a distintas profundidades y en distintos lugares para examinar la heterogeneidad del suelo.

Se debe regar cuando la tensión en la zona de las raíces está entre los 30 y 60 centibares. Se ha observado que el sensor Watermark es lento, a veces tarda hasta 12 horas en reaccionar cuando se riega.

Otro problema puede ser causado por el lugar donde se coloca el sensor en relación con el tronco del árbol y el gotero o microaspersor, por lo que el sensor debe ser colocado donde el gotero o microaspersor aplica el agua. El riego debe comenzar antes que el suelo se seque completamente para evitar el estrés del árbol.

Para medir de forma correcta las condiciones de humedad de la huerta, los sensores de humedad del suelo deben instalarse en distintos sitios y a diferentes profundidades, y las mediciones del sensor deben registrarse con regularidad. La capacidad de respuesta de los sensores Watermark puede variar con el método de riego que se use. Estos sensores responden más rápidamente al riego por inundación que al riego por goteo o por microjet.

El nivel de agotamiento de la humedad permitido o déficit es el punto al cual se debe comenzar a regar. En los cítricos, el riego puede comenzar cuando el cultivo agota alrededor del 55% al 60% del agua del suelo almacenada en la zona radicular. Por ejemplo, para un suelo franco arcillo arenoso como el Hidalgo, con una capacidad de retención de agua de 8.2 pulgadas y un nivel de agotamiento permisible del 60%, se necesita regar cuando se han usado 4.9 pulgadas ( $8.2 \times 0.6 = 4.9$  pulgadas).

La Tabla 5 muestra la cantidad de riegos requeridos para un suelo franco arcillo arenoso como el Hidalgo, con una capacidad de retención de 8.2 pulgadas y 60% de agotamiento permisible.

Los productores de cítricos en el valle del Río Grande generalmente riegan por inundación aplicando de cinco a siete riegos por año. Sin embargo, el número de riegos se ve afectado por el clima, el tipo de suelo y la disponibilidad de agua.

Mediante la técnica de balance se supone que una planta puede acceder de igual forma a toda el agua disponible entre el punto de saturación y el de marchitamiento. Esta suposición es acertada cuando los suelos están húmedos. Sin embargo, a medida que el suelo se seca, es más difícil para las plantas extraer agua, lo que disminuye los índices de crecimiento.

## Salinidad y producción de cultivos

El agua del Río Grande tiene una salinidad moderada que oscila entre los 1.0 y los 1.65 mmhos/cm (700 a 1,200 partes por millón o ppm). La salinidad se mide en milimhos por centímetro. En la ciudad de Río Grande, la salinidad es menor que 1.2 mmhos/cm, donde los valores más altos (1.2 mmhos/cm) ocurren entre abril y junio. Estos valores se reducen hasta los 1.0 mmhos/cm (700 ppm) durante el resto del año.

Río abajo, los valores de salinidad aumentan: en el distrito de riego de Mercedes, la salinidad oscila entre 1.0 y 1.5 mmhos/cm, y alcanza los 1.6 mmhos/cm durante partes de noviembre.

Un buen drenaje del suelo minimiza los efectos de la salinidad. Los suelos pesados y de drenaje lento, no son buenos para la producción de cítricos. Para ayudar a lavar la sal del suelo y mejorar el drenaje, algunos productores del valle del Río Grande realizan una labranza profunda con arados de cincel entre las hileras de cítricos.

Un mal drenaje también puede ocasionar la acumulación de sodio u otras sales, como las de boro y cloro. Los cítricos son sensibles a las concentraciones de boro de 0.3 a 1.0 partes por millón.

La producción de cítricos disminuye en un 10% cuando la salinidad del suelo aumenta a 2.3. La salinidad del suelo se mide al extraer agua de una pasta saturada del suelo. Cuando los niveles de salinidad del suelo aumenta hasta 3.3, la producción disminuye un 25%; la producción disminuye en un 50% con un nivel de 4.8 y 100% con 8 mmhos/cm.

El agua de riego salina con 1.6 mmhos/cm también reduce la producción de cítricos en un 10%.

## Riego de protección contra heladas

Los árboles cítricos crecen mejor cuando las temperaturas oscilan de 73.4 °F a 86 °F (23 °C a 30 °C). El crecimiento es más lento en temperaturas superiores a los 100.4 °F (38 °C) e inferiores a los 55.4 °F (13 °C). El crecimiento activo de las

**Tabla 5.** Cantidad de riegos para cítricos con un 70% de cubierta de copas en un suelo franco arcillo arenoso (Hidalgo), con un 60% de nivel de agotamiento permisible y una capacidad de retención de 8.2 pulgadas en una profundidad de suelo de 4 pies.

Mes	ET de los cítricos – Lluvias (pulgadas)	Cantidad de riegos
ene.	1.9	0
febr.	1.8	0
mar.	2.0	1
abr.	2.8	0
may.	3.7	1
jun.	2.6	1
jul.	3.6	0
ago.	2.7	1
sept.	0.0	1
oct.	0.0	0
nov.	0.5	0
dic.	1.5	0
<b>TOTAL</b>	23.1	5



**Figura 2.** Riego tradicional por melgas utilizando zanjas de tierra para conducir el agua. Uno de los problemas más grandes de las zanjas de tierra es que pueden romperse y derramar agua fuera del área donde se va a regar. También es difícil controlar el agua aplicada.

raíces ocurre cuando las temperaturas del suelo son superiores a los 53.6 °F (12 °C).

La mayoría de las especies cítricas toleran heladas suaves sólo por períodos cortos y pueden lesionarse si están expuestas a temperaturas de 26.6 °F (-3 °C) durante muchas horas. Las temperaturas de 17.6 °F (-8 °C) hacen que las ramas se marchiten, y las temperaturas de 14 °F (-10 °C) generalmente matan al árbol.

Las flores y los frutos jóvenes, que son particularmente sensibles a las heladas, se caen luego de períodos muy cortos de temperaturas levemente inferiores al punto de congelación. Los vientos fuertes hacen que las flores y los frutos jóvenes se caigan fácilmente; de ser necesario, debe utilizarse barreras o cortinas con árboles para la protección contra el viento.

Los microaspersores pueden proteger a los árboles jóvenes en las noches de heladas, especialmente cuando se suministra agua constantemente en la parte baja del tronco, ya que a medida que el agua se congela, se libera el calor. Cuando la frecuencia de aplicación es lo suficientemente alta, el agua helada mantendrá al tronco, la unión de la yema y las ramas más bajas a temperaturas casi heladas.

Para proteger los árboles con los microaspersores, se deben colocar los aspersores a una distancia de 1 a 2.5 pies de los troncos, del lado que sopla el viento. También deben colocarse envolturas aisladoras alrededor de los troncos de los árboles jóvenes para disminuir la velocidad con que las temperaturas bajan y proteger a los troncos; el riego por microaspersión y las envolturas deben utilizarse conjuntamente.

Un flujo de riego por microaspersión de 20 galones por hora es más efectivo para proteger a los árboles del frío. El agua debe comenzar a correr antes de que la temperatura alcance los 32 °F (0 °C), asegurándose de colocar al microaspersor en el lugar correcto.

El microaspersor debe continuar abierto durante toda la noche, mientras dure la helada. Si el sistema de riego falla cuando la temperatura es inferior al punto de congelación, el enfriamiento evaporativo ocasionará un daño mayor. Por lo tanto, no es aconsejable poner el sistema en funcionamiento si el sistema de bombeo no es confiable. El sistema puede detenerse una vez que las temperaturas superen los 33.8 °F (1 °C).

## Prácticas de riego en el Río Grande

Históricamente, los productores del valle han utilizado el riego por inundación para los cultivos de cítricos. Una extensa red de canales y de tuberías subterráneas mueven el agua por gravedad desde un punto de bombo del Río Grande, para posteriormente distribuirla a cada parcela en grandes volúmenes y tiempos cortos de riego.

Debido a que el valle generalmente se inclina hacia el noreste, alejándose del río, no es necesario bombear demasiado, excepto para subir el agua desde el río hasta los canales. Las restricciones en el consumo de agua que existen en la actualidad están originando mayor interés en encontrar tecnologías de riego más eficientes.

El riego por inundación, administrado de manera adecuada, puede ser eficiente. Durante la distribución, ocurren pérdidas debido a la evaporación y a las filtraciones en los canales y las tuberías. Los canales de riego, que son acequias de tierra sin revestimiento, permiten que el agua se infiltre. Los canales con revestimiento y el uso de tuberías para la distribución del agua pueden reducir estas pérdidas y ofrecer un mejor control del riego.

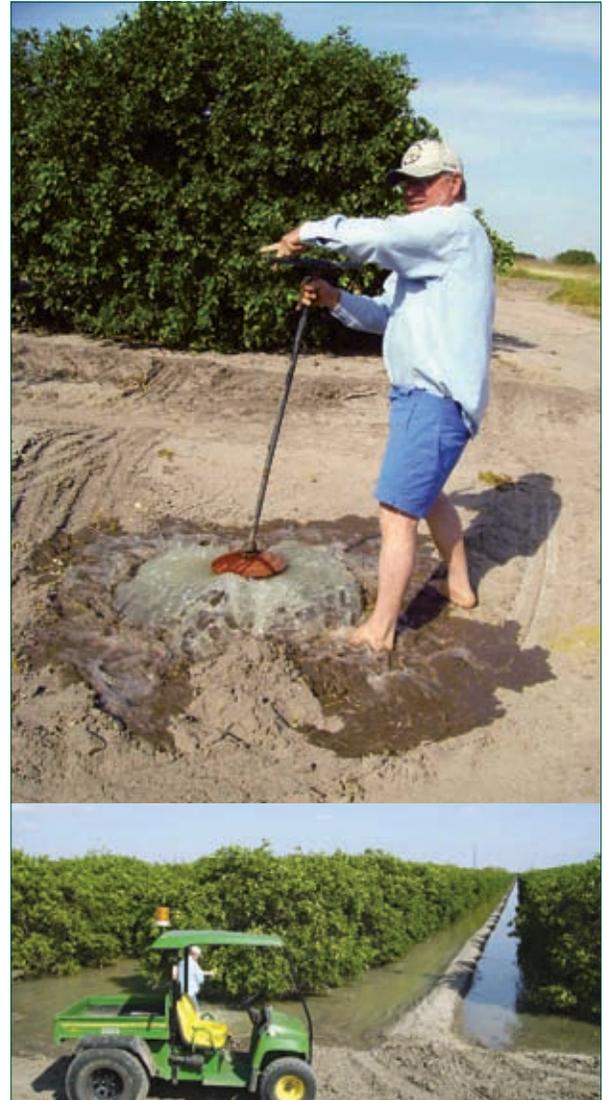
El método de riego de cítricos más comúnmente usado en la agricultura es el riego por melgas (Fig. 2). Para que el riego por inundación sea eficiente, se debe nivelar la tierra para obtener la inclinación adecuada antes de plantar la huerta y controlar las aplicaciones de agua con válvulas o estructuras de control (Fig. 3). Los sistemas de riego que están bien nivelados y circundados por bordos no producen escurrimientos superficiales. El bordo de tierra tiene una altura de 1 ft.

Para distribuir agua de manera más rápida y eficiente, se deben instalar válvulas de hidrante en distintos sitios de la huerta y usar tuberías de compuertas o tuberías flexibles de plástico. Deben construirse bordos a cada dos hileras de árboles, e instalar una válvula de riego entre cada par de hilera (Fig. 3). Los bordos de tierra pueden levantarse sobre una sola hilera o sobre dos hileras de árboles, según la preferencia del productor.

Para controlar el riego mejor y regar más rápido se debe tener una melga por hilera de árboles. También se debe reducir el área de riego utilizando bordos temporales a cada lado de los árboles y acercar los bordos más a los árboles. A este método de riego se le llama inundación por franjas o inundación con melgas angostas, lo que permite que el agua avance más rápido (Fig. 4).

En los distritos de riego del Valle de Texas, el sistema se diseñó para entregar aproximadamente 1,346 galones de agua por minuto (o más) para regar un campo de 40 acres. A esta cantidad de agua localmente se le menciona como un "head" de agua y es lo que se entrega aproximadamente en cada toma parcelaria. Un "head" equivale a 3 pies cúbicos por segundo o a 1,346 galones por minuto.

El método de control de hierbas afecta la elección del método de riego. El herbicida debe aplicarse debajo de la cubierta de la copa de los árboles especialmente en riego por goteo y microaspersión con el fin de no dañar las mangueras. Para controlar las hierbas en medio de las hileras de los



**Figura 3.** Riego por melgas con válvula de hidrante. Cada válvula cubre una melga con dos hileras de árboles.



**Figura 4.** Utilizar el método de inundación melgas angostas puede ayudar a conservar más agua que las prácticas de inundación tradicional de la huerta.



**Figura 5.** Riego del cultivo de cítricos con riego por goteo. La foto de arriba muestra dos líneas de riego por goteo por hilera de árboles y las hierbas que trepan el árbol. La foto de abajo muestra un implemento utilizado para aplicar herbicidas cerca del árbol para controlar las malas hierbas en riego por goteo.

huertos que se riegan con sistemas de riego por microaspersión o por goteo se pueden usar herbicidas o implementos de labranza. Las hierbas se deben controlar de bordo a bordo en el riego por melgas, mientras que en las melgas angostas se requiere labranza entre los espacios de los bordos.

Al decidir cuándo regar, los productores también deben tener en cuenta que deben solicitar el agua con varios días de anticipación y considerar el tiempo de espera. Los sistemas de riego por microaspersión y goteo requieren de riegos frecuentes por lo que en algunas situaciones será necesario construir una pequeña represa de tierra para almacenar y suministrar agua al cultivo cuando sea necesario, pero esto dependerá de la ubicación y del distrito de riego.

### **Mejorar la eficiencia del riego de cítricos**

Los períodos de sequía reducen las asignaciones de agua para regar los cultivos en el Valle del Río Grande. Los sistemas de riego por goteo y microaspersión pueden utilizarse para incrementar la producción por unidad de agua aplicada y para mantener las huertas durante las sequías.

Estos sistemas presurizados tienen uno o más emisores en cada árbol, lo que permite una inyección uniforme de fertilizantes y agroquímicos. Esto mejora la nutrición de la planta e incrementa la productividad por unidad de agua aplicada. Los sistemas presurizados más comunes son el sistema por goteo y microaspersión.

#### ***Sistemas de riego por goteo***

En el valle del Río Grande, el método más común del riego por goteo es colocar las líneas de goteo paralelamente a las hileras de árboles. En las huertas jóvenes se puede regar con una sola línea por hilera, pero los árboles más viejos necesitan dos líneas —una a cada lado de la hilera— ya que éstos necesitan más agua (Fig. 5).

El diseño inicial del sistema debe permitir que en el futuro se puedan agregar líneas adicionales con el fin de suministrar suficiente agua a las dos líneas. Los goteros generalmente se espacian cada 3 pies y suministran aproximadamente 1 galón por hora por gotero. Los goteros se encuentran integrados a la manguera

Los sistemas de riego por goteo requieren filtración para evitar que el emisor se tape. Muchos agricultores tienen estanques de sedimentación, donde los sedimentos y las partículas pequeñas que provienen del agua bombeada de los canales pueden sedimentarse antes de rebombearse. El agua se filtra antes de que entre a las líneas de riego.

Un sistema de riego por goteo puede ahorrar agua porque sólo moja alrededor de 33% al 50% de la superficie. Además, un sistema por goteo permite aplicar fertilizante de manera rápida, eficiente y uniforme.

El control de las malas hierbas en el área mojada puede resultar difícil ya que los riegos constantes hacen que los herbicidas se filtren por debajo de la superficie del suelo, donde se les necesita. Las enredaderas que crecen en el árbol y lo cubren son un grave problema. Es esencial contar con un buen programa de herbicidas con estos sistemas, y los productores deben incluir herbicidas menos solubles en el programa de control de malas hierbas. Afortunadamente, algunos herbicidas menos solubles pueden aplicarse por medio del sistema de riego donde más se les necesita.

### **Sistemas de riego por microaspersión**

Un microaspersor tiene piezas móviles y rocía uno o dos chorros de agua a medida que este gira. Sus deflectores se mueven a medida que el agua que está siendo rociada los golpea. Por otro lado, los microrociadores no tienen piezas móviles; el agua se divide en múltiples y discretos chorros a medida que se rocía el agua. En el valle, las piezas móviles suelen atascarse cuando las partículas finas de tierra que arrastra el viento se acumulan en el emisor.

Los microrociadores están conectados a una línea lateral de polietileno por un microtubo, a menudo llamado "spaghetti", y se mantienen fijos con una estaca plástica. Pueden suministrar de 3 a 30 galones de agua por hora; entre más altos es el caudal y la presión, más grande será el diámetro de mojado. (Fig. 6) En algunas ocasiones es necesario subdividir las huertas grandes en dos o más zonas y regarlas por separado.

El riego por microaspersión rocía un abanico de agua sobre la tierra. El microaspersor puede mojar una superficie de 12 a 18 pies de diámetro. La nebulización es producida por un esparcidor plano y un pequeño orificio que opera a alta presión.

Los microaspersores más populares pueden aplicar de 24 a 28 galones por hora, con una presión de alrededor de 30 psi. Estos dispositivos tienen un deflector que permite que el flujo de agua se concentre alrededor de los árboles jóvenes en un diámetro de alrededor de 8 pies. Sin un deflector, el diámetro mojado para regar árboles más grandes puede llegar a los 22 pies.

Los microaspersores más populares aplican de 24 a 28 galones por hora a una presión de 30 PSI. Estos microaspersores contienen un deflector que permite que el chorro se concentre cerca del tronco del árbol y mojar un diámetro de 8 pies. Sin el deflector el diámetro de mojado puede regar hasta un diámetro de 22 pies para regar árboles más grandes.



Figura 6. Riego por microaspersión

## Resumen

La elección de la tecnología de riego y de los métodos de programación que se utilicen depende de consideraciones económicas así como también de la ubicación, la situación y las preferencias de cada agricultor. Los productores también deben solicitar la opinión de los distritos de riego para evaluar la factibilidad de instalar un sistema de riego específico en sus campos.

## Referencias

- Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes & M. Smith. 1998. *Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements*. Food and Agriculture Organization Irrigation and Drainage Paper 56. Rome.
- Doorenbos, J. & A.H. Kassam. 1986. "Yield Response to Water." Food and Agriculture Organization of the United Nations, Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome, Italy.
- International Boundary and Water Commission United States and Mexico. 2002. *Flow of the Rio Grande and Related Data From Elephant Butte Dam, New Mexico to the Gulf of Mexico*. Water Bulletin Number 72. 135 p.
- Sauls, W. Julian. 2005. *Citrus Orchard Establishment*. Texas AgriLife Extension Service, the Texas A&M System, College Station. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/L2306.htm>
- Sauls, W. Julian. 2005. *Citrus Water Management*. Texas AgriLife Extension Service, The Texas A&M System, College Station. <http://aggie-horticulture.tamu.edu/citrus/water/L2307.htm>

## Reconocimientos

El material de esta publicación está basado en el trabajo patrocinado por el Servicio Estatal Cooperativo de Investigación, Educación e Instrucción (Cooperative State Research, Education and Extension Service) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según el Acuerdo N° 2005-34461-15661 y N° 2005-45049-03209; y por el *Agricultural Water conservation Demonstration Initiative-Harlingen Irrigation District Project* (Iniciativa de demostración para la conservación del agua en la agricultura - Proyecto del distrito de riego de Harlingen), según el acuerdo 2007-01.



**Texas A&M AgriLife Extension Service**

*AgriLifeExtension.tamu.edu*

Más publicaciones de Extensión están disponibles en *AgriLifeBookstore.org*

Los programas educativos de Texas A&M AgriLife Extension Service están disponibles para todas las personas, sin distinción de raza, color, sexo, discapacidad, religión, edad u origen nacional.

---

El Sistema Universitario Texas A&M, el Departamento de Agricultura de EE.UU. y las Cortes de Comisionados de Condado de Texas en Cooperación.

Producido por Texas A&M AgriLife Communications