

Conceptos Básicos de Riego para los Viñedos del Este de Washington

WASHINGTON STATE UNIVERSITY EXTENSION • EM061ES



Conceptos Básicos de Riego para los Viñedos del Este de Washington

Introducción

Para la producción de cultivos, el agua lo es todo. Aunque el agua es fundamental para el crecimiento de las plantas y su supervivencia, las fuentes de agua y el control sobre ellas pueden variar de manera sustancial entre las diferentes regiones de producción en el mundo. En cuanto a la producción comercial de uvas, muchas regiones del Nuevo Mundo no serían tan exitosas sin el riego y el control sobre el crecimiento y la productividad. El riego ha cambiado significativamente la manera en que las uvas se cultivan y se manejan en los sistemas de producción a gran escala, permitiendo que la producción de uva se expandiera a las regiones áridas y mejorando el control sobre el estado de los nutrientes de la planta, la condición del agua, las heladas y el manejo de las enfermedades. Los productores de uvas en el estado de Washington utilizan comúnmente el riego ya sea para las uvas de jugo o vino. Sin embargo, las opciones de riego disponibles a menudo pueden parecer contradictorias o carecen de una clara explicación de su aplicación práctica.

Esta publicación del Departamento de Extensión Social de Washington State University presenta y aclara las opciones de riego y estrategias; tanto para la producción de uvas para jugo como para las de vino en el estado de Washington. Entre las guías de bolsillo que complementan esta publicación se incluyen el Programa de Ayuda USDA- NRCS 1619: *Estimación de la humedad del suelo por tacto y apariencia* y del Centro Nacional para la Tecnología Apropiada: *Gestión del Agua: Guía de bolsillo para la irrigación en el Pacífico noroeste*. Ambos manuales pueden ser solicitados a través del sitio web de Washington State University- Extensión de Riego en <http://irrigation.wsu.edu>.

Estrategias de irrigación de las uvas para vino y jugo

Las uvas viníferas (*Vitis vinifera*) se adaptan bien a la escasez de agua debido a que sus raíces pueden buscar eficazmente la humedad. En general, cuando se les suministra suficiente agua o exceso de la misma, todas las variedades de uva prefieren crecer vegetativamente (por ejemplo: brotes).

Las estrategias de irrigación en regiones áridas, en donde se cultivan uvas para vino, están designadas a optimizar la calidad de la fruta, influenciar el potencial del estilo de vino deseado y controlar el vigor del dosel. Por ejemplo, múltiples componentes del aroma del vino provienen de la producción de compuestos isoprenoides (ejm: monoterpenoides). En general, estos compuestos aromáticos son producidos tardíamente durante el periodo de maduración de la baya. Algunos son producidos en la cáscara de la fruta y otros en la pulpa, por lo tanto, los cambios en el volumen de la baya (tamaño) pueden alterar los radios de estos compuestos en particular, lo cual puede ser favorable o contraproducente dependiendo del estilo de vino que se quiera. Alteraciones en el crecimiento del dosel y por consiguiente en su microclima y en la exposición de la fruta, puede también alterar la producción de estos compuestos, ya que muchos de ellos son fotosensibles (sensibles a la luz). Si la escasez de agua es lo suficientemente grave como para reducir los procesos metabólicos de la planta de manera que afecte la baya en maduración, también puede haber una reducción asociada en el desarrollo de los compuestos aromáticos.

Las uvas para jugo (*Vitis x labruscana* 'Concord' y 'Niagara') se adaptan mejor a la típica alta precipitación anual del este de América del Norte (de 30 a 50+ pulgadas). Las estrategias de irrigación de las uvas para jugo reflejan esta diferencia evolucionaria y están diseñadas para optimizar la acumulación de azúcar e incentivar el alto rendimiento.

Estrategias generales de irrigación en la producción de uvas

Es primordial para el entendimiento de las estrategias de riego el comprender la manera en que las vides utilizan el agua. El agua es necesaria para los diferentes procesos fisiológicos durante las etapas de desarrollo de la planta. Estos requerimientos de agua pueden ser manipulados para controlar el crecimiento vegetativo y reproductivo de la vid. Debido a que estas plantas se han adaptado al estrés hídrico, la escasez moderada de agua puede ayudar a la planta a ser más eficiente en el uso de este

recurso. Esto sucede debido a que el estrés aumenta el ácido abscísico (ABA), una hormona vegetal que es comúnmente producida como respuesta a factores de estrés ambiental y en este caso se produce en las raíces como consecuencia de la sequedad del suelo. El ABA se transporta a través del xilema de la planta (vasos conductores de agua) a los brotes, lo que le indica a las hojas que deben de cerrar sus estomas (poros diminutos en el envés de las hojas que facilitan la entrada del dióxido de carbono (CO_2) y la salida de agua y oxígeno). El ABA puede inhibir el crecimiento de brotes y puede también impedir otras actividades hormonales. Desafortunadamente, una consecuencia de esta reacción al estrés hídrico es que el cierre de los estomas evita la pérdida de agua, pero también reduce la entrada de CO_2 .

Esta reducción en la entrada de CO_2 a la planta disminuye la fotosíntesis y consecuentemente la asimilación de carbono (la producción de carbohidratos de uso inmediato y de reserva).

De la emergencia de los brotes hasta la floración.

Al comienzo de la temporada de crecimiento, la absorción de agua por las raíces de las plantas es requerida para hidratar los brotes jóvenes y ayudar a que los brotes emerjan de manera uniforme, así como para la absorción de los nutrientes disponibles en el suelo. Por lo tanto, la fertilización a principios de temporada será ineficaz, a menos de que se cuente con niveles adecuados de agua disponible para las plantas.

Entre la emergencia de los brotes y la floración, la vid experimenta numerosos cambios durante su desarrollo que son sensibles a los niveles de agua de la planta. Los brotes están creciendo rápidamente y es fundamental el desarrollo de un

Desarrollo de las Raíces Epoca Crecimiento and Temprano

El crecimiento de la raíz suele comenzar alrededor de la emergencia de los brotes, pero es más activo durante la floración y continuará siempre que haya agua y adecuadas temperaturas del suelo (50 °F o superiores). Un sistema radicular bien desarrollado es fundamental para la salud de la vid a largo plazo. Las vides también pueden, selectivamente, desarrollar raíces para la búsqueda de agua, lo que aumenta su capacidad de sobrevivir al estrés por sequía. Por ejemplo, los viñedos con sistemas de riego por goteo son más propensos a tener la mayor parte de la masa de raíces concentrada por debajo de los emisores de goteo, mientras que las plantas en los viñedos de secano tienen sistemas de raíces que se extienden más allá de esta zona (horizontal y vertical) en su búsqueda de agua

dosel completamente funcional que maximice la absorción de la luz del sol (Figura 1). Este rápido crecimiento también requiere de la absorción sustancial de nutrientes del suelo, lo cual se logra a través de la solubilidad del nutriente en el agua. Cuando las flores están formando activamente polen, tener suficiente agua disponible es fundamental para reducir el desarrollo de la esterilidad. La división celular también se está produciendo en las anteras de la inflorescencia y en los ovarios. Por lo que el estrés por agua en este momento puede reducir la disponibilidad de nutrientes a los tejidos en desarrollo, inducir la esterilidad del polen y



Figura 1. Los brotes se desarrollan rápida y tempranamente en la temporada de crecimiento. Sin embargo, el estrés por agua puede limitar este crecimiento. A) La presencia de zarcillos largos, específicamente zarcillos que se extienden más allá de la punta de crecimiento de los brotes es un signo de que la cantidad de agua es adecuada y el crecimiento es activo. B) La falta de zarcillos al final de los brotes y entrenudos cortos en una sesión del tallo de la vid son un signo de estrés hídrico y del crecimiento reducido o detenido. Fotografías cortesía de Michelle Moyer.



Figura 2. Planta de *Vitis vinifera* 'Merlot' cuyo dosel alcanza los 8 pies. A) Si hay suficiente agua las vides continuarán creciendo vegetativamente, produciendo grandes doseles. B) El desarrollo excesivo del dosel sombrea gravemente la zona de la fruta, lo que reduce el cuajado y la maduración del racimo. Fotografías cortesía de Michelle Moyer .

disminuir el número de células potenciales en la baya resultante, reduciendo potencialmente el tamaño final de la baya.

De la floración al envero. Entre la floración y el envero, el dosel de la vid puede continuar creciendo y en algunos casos puede sombrear excesivamente los racimos (Figura 2). En este mismo momento se están formando brotes compuestos que sobreviven al invierno. Estos brotes albergan racimos del año siguiente (primordios de inflorescencias) o zarcillos (primordios de zarcillos). La exposición de los brotes a la luz solar y a temperaturas más cálidas, favorece el desarrollo de primordios de inflorescencias, mientras que las temperaturas más frías y el sombreado favorecen el desarrollo de primordios de zarcillos. Además, el grado de ramificación de un primordio en formación está regulado por interacciones hormonales, las cuales pueden verse afectadas negativamente por la sobreproducción de ABA.

En las uvas para vino, el riego deficitario se practica durante este periodo con el fin de mantener un tamaño de dosel que sea adecuado para la maduración apropiada de un cultivo dado,

mientras que al mismo tiempo se trata de reducir el crecimiento general del dosel y evitar el sombreado excesivo en la zona de la fruta. Las uvas también están pasando por una serie de cambios debido a su desarrollo; la expansión celular se produce después de la cuaja de la fruta, seguida de un periodo de crecimiento lento (denominado fase de latencia) justo antes del envero. El estrés hídrico durante las primeras semanas después de la cuaja de la fruta puede reducir la división celular (reducción del número total de células en una baya) y la expansión de células (es decir, el tamaño de estas células), lo que limita últimamente el volumen de la baya final. El volumen de la uva sigue aumentando antes del inicio del envero, por lo que el estrés hídrico antes del envero también puede reducir la expansión de las células de una baya.

Del envero hasta la cosecha. Después del envero, las bayas dejan de responder a los niveles de agua de la vid y del suelo. El xilema (que son los vasos que comúnmente conducen agua en el tejido vascular de las plantas) deja de ser el tejido principal de importación de agua y ahora las plantas importan agua y carbohidratos a través del floema (los vasos

conductores de azúcar del tejido vascular). El floema tiende a ser más resistente que el xilema a los cambios en los niveles de agua de la vid (Keller 2010). Una preocupación muy común durante este periodo es que el agua adicional producirá agrietamiento de las bayas o dilución de sabores o azúcares. Generalmente, esto sólo se produce con riego excesivo después de un prolongado y relativamente severo estrés hídrico o como resultado de la presencia de agua sobre las superficies de las uvas (debido a la precipitación o riego por aspersión).

Además, la vid está comenzando el proceso de desaceleración del crecimiento en preparación para la latencia invernal. El exceso de agua y nitrógeno durante este periodo estimula el desarrollo de la vid y puede impedir el proceso de aclimatación. El estrés hídrico leve, por medio de la inhibición del crecimiento de brotes, puede ayudar a "apagar" las vides como medida de preparación para la latencia invernal.

De la cosecha a la latencia. En el proceso a la latencia, las vides terminan su ciclo final de devolver los nutrientes a los órganos de almacenamiento y muestran un aumento en los signos de aclimatación para el invierno. Mientras que la planta no está creciendo activamente sobre la superficie del suelo durante este tiempo, el agua sigue siendo crítica debido a que puede haber un segundo incremento en el desarrollo de las raíces. Durante el periodo de letargo, una adecuada humedad del suelo en invierno también es fundamental porque ayuda a proteger a las raíces de la planta del daño causado por el frío (el agua actúa como un aislante). Desde el punto de vista de producción, el riego al final de la temporada antes de que se cese por completo la irrigación, puede proveer humedad de fácil acceso y que estará disponible para el próximo desarrollo durante la primavera y la emergencia de los brotes (es decir, el periodo previo a la reanudación del riego estacional o el inicio de las lluvias de primavera).

Irrigación de las uvas para vino

Como se mencionó anteriormente, las estrategias de irrigación son utilizadas para la producción de uvas para vino con el fin de maximizar varios de los parámetros asociados con el desarrollo de la baya y la calidad del vino. Comúnmente, la irrigación completa se aplica desde que emergen los brotes hasta la cuaja de la fruta; con el fin de asegurar el buen desarrollo del dosel, la fertilidad del polen y una adecuada polinización de las flores (Figura 3).

Poco después de la cuaja de la fruta, muchos viticultores en el estado de Washington se

cambiarán al *riego deficitario controlado* (RDI, por sus siglas en inglés= Regulated deficit irrigation) y continuarán esta práctica hasta la cosecha. A menudo, las observaciones de como la vid reacciona son utilizadas para determinar el momento y la gravedad de RDI (ver la Guía Ilustrada de Estrés Hídrico en las Uvas en la página 6). Por lo general, las estrategias de RDI tienen como objetivo la reducción del crecimiento activo de las puntas de los brotes antes del envero (Figura 1B). Las longitudes globales deseadas para los brotes van desde 36 hasta 50 pulgadas, con una separación de los entrenudos (segmentos de los brotes en crecimiento que separan las hojas, racimos y/o zarcillos) entre 2.5 y 4 pulgadas. Información adicional sobre el manejo del dosel, incluyendo definiciones de los términos relacionados con el mismo, se puede encontrar en la publicación EB2018E del Departamento de Extensión de Washington State University, bajo el título: *Canopy Management for Pacific Northwest Vineyards*. Con RDI, se reemplaza solamente del 50 % al 75 % del agua utilizada por una vid a la que se ha irrigado completamente, lo cual controla el tamaño del dosel y de las bayas. El estrés inducido por RDI en una planta hace que sea más eficiente el uso del agua por parte de la misma debido a que, como se señaló anteriormente, se estimula la producción de ABA.

Después de la cosecha y antes del cese de la irrigación (el tiempo preciso es usualmente determinado por la legislación que regula la fuente de agua, para la mayor parte del este de WA esto ocurre generalmente durante octubre), de 24 a 36 pulgadas superiores del perfil del suelo deben de llenarse a su capacidad de campo. Esto ayuda a prevenir lesiones en la raíz por causa del frío y sequedad del invierno característico del interior del Pacífico noroeste. Esta práctica también proporciona una reserva de agua para la emergencia de los brotes en la primavera siguiente (si se carece de las precipitaciones de invierno).

La mayoría de las prácticas de RDI en el estado de Washington se han diseñado para optimizar los parámetros relacionados con la calidad de las variedades de uva roja (es decir, reducir el tamaño de las bayas para aumentar la proporción cáscara:volumen). Desafortunadamente, pocas investigaciones se han llevado a cabo con el fin de determinar las mejores estrategias de riego para las uvas utilizadas en la elaboración de vino blanco. El mal manejo del agua, especialmente cuando genera estrés hídrico, se ha asociado con el envejecimiento atípico (ATA, por sus siglas en inglés = Atypical Aging) o el envejecimiento no típico en los vinos blancos (Henick-Kling et al. 2005). El envejecimiento atípico es un defecto en el sabor de los vinos blancos donde las características varietales se pierden más

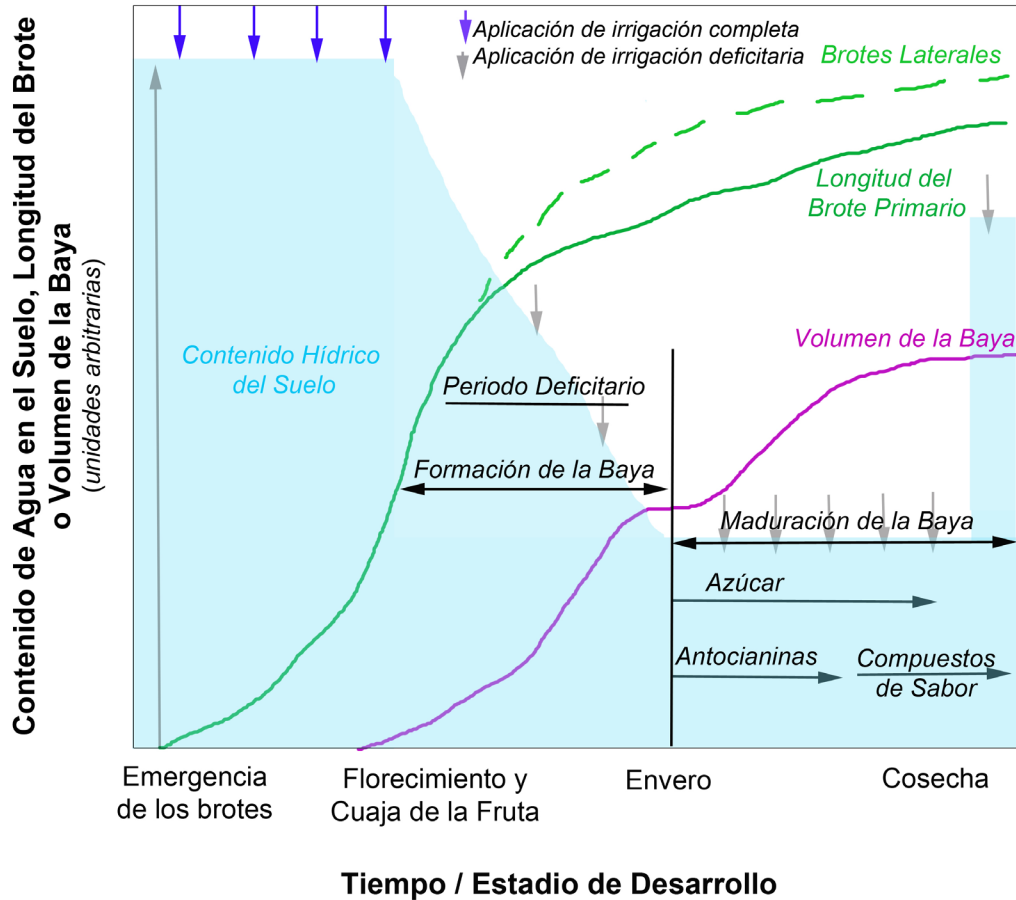


Figura 3. Una descripción pictórica de estrategias comunes de riego deficitario controlado que se utilizan en las uvas de vino. Gráfico por Rick Hamman.

Herramientas para Medir el Estado de la Humedad en la Planta

Además de considerar los síntomas visuales, existen muchas técnicas que se pueden utilizar para obtener una medición más precisa del estado del agua en la vid. Sin embargo, algunas de estas técnicas son costosas o requieren de un entrenamiento especial y por lo tanto, se consideran viables sólo para las operaciones más grandes. En la actualidad, existe un debate sobre cuáles son las medidas más apropiadas y cuándo se deben de llevar a cabo (es decir, antes del amanecer o al mediodía).

Cámara de presión ("bomba de presión"): Este equipo mide el potencial de agua de la hoja o del tallo ejerciendo una presión sobre el tejido y así determinar el nivel de presión que se necesita para causar que el tejido exude savia. Esta presión es igual pero opuesta a la tensión en los vasos del xilema. El riego normalmente no se necesita en las uvas viníferas hasta que el potencial hídrico del mediodía exceda aproximadamente los -1.0 MPa (-10 bares) (Williams 2001). Este umbral puede variar dependiendo de la variedad de uva y las opciones de manejo. Un umbral de aproximadamente -1.5 MPa (-15 bares) es considerado el punto indicativo de que la vid presenta un grave estrés hídrico (Keller 2010).

Psicrómetro: Este instrumento mide la presión de vapor del aire alrededor de un tejido que todavía está unido a la vid. Lo hace mediante la factorización de la diferencia entre la temperatura del aire en el ambiente y la temperatura de la superficie debido a la evaporación. Este método es extremadamente sensible a los cambios de temperatura y puede no ser práctico bajo las condiciones rápidamente cambiantes del viñedo.

Guía Ilustrada del Estrés Hídrico en Uvas

La estimación visual es una de las mejores maneras para determinar de forma rápida y barata el grado de estrés hídrico en las vides. Se pueden observar en las fotografías los síntomas de estrés hídrico en orden de gravedad.



A) Zarcillos flácidos y marchitos. Los zarcillos son unas de las primeras partes que la vid sacrifica en un esfuerzo por conservar el agua.



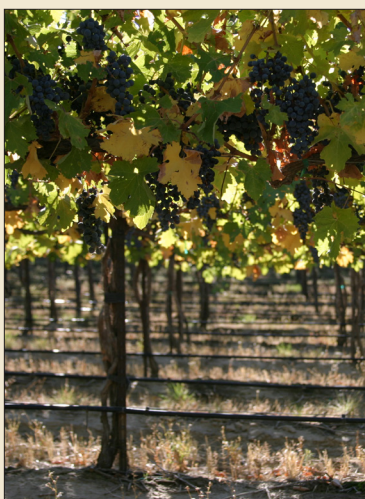
B) Périda del racimo y de la flor. Si durante la floración ocurre un severo estrés hídrico; puede haber una pérdida total o parcial de los racimos.



C) El marchitamiento y muerte del tejido joven. El tejido joven es una de las partes de la vid que consume más agua y nutrientes. Si una vid está experimentando un grave estrés hídrico, el tejido joven mostrará síntomas mucho antes que el tejido más viejo.



D) La orientación de la hoja. Bajo estrés hídrico moderado, las hojas se orientarán en dirección contraria al sol para ayudar a prevenir la pérdida de agua.



E) La clorosis y necrosis de la hoja. El estrés hídrico de moderado a grave reducirá la capacidad fotosintética y la viabilidad de las hojas. Hojas cloróticas (amarillas) indican estrés hídrico leve, mientras que el desarrollo de la necrosis de marginal a completa (tejido muerto) es indicativo del severo estrés hídrico en las hojas.



F) Arrugamiento, desecación, y caída de la baya. Cuando se presenta un estrés hídrico grave antes del envero, las bayas se pueden deshidratar y el contenido de agua se puede perder por transpiración. El agua también puede ser preferiblemente reciclada en zonas donde el desarrollo de la planta sea más activo.

Fotografías A, C y D cortesía de Michelle Moyer. Fotografías B, E y F cortesía de Markus Keller, Washington State University

rápido de lo que normalmente se espera. Se necesitan más estudios para determinar el régimen óptimo de riego para las variedades de uva blanca. Actualmente se sugiere que la mejor práctica de irrigación de las uvas para vino blanco es operar un RDI a un nivel del 75 % o superior; con el fin de optimizar el control del dosel sin inducir estrés hídrico excesivo, especialmente justo antes y durante el envero. Si ATA es un problema en los vinos de algunos sectores específicos, puede ser una opción apropiada la práctica de RDI con mayores porcentajes de sustitución de agua o la irrigación completa de estos sectores.

Los sistemas de riego por goteo son la manera más efectiva de implementar el RDI, ya que permiten un mejor control de la distribución global del agua. Además, el uso de cultivos de cobertura o vegetación natural entre las filas dentro de los viñedos también puede ayudar a regular el agua disponible para la vid dentro del viñado (Para obtener más información consulte la publicación EB2010 del Departamento de Extensión de WSU: *Cover Crops as a Floor Management Strategy for Pacific Northwest Vineyards*).

Irrigación de las uvas para jugo

La meta en la producción de jugo es el alto rendimiento y la suficiente acumulación de azúcar, por lo que el riego deficitario no se practica comúnmente ya que las bayas de tamaño pequeño no son deseables. Además, el estrés por sequía antes del envero puede exacerbar los síntomas de la Hoja Negra (Blackleaf) en vides tipo Concord (Smithyman et al. 2001). El riego de las uvas para jugo se utiliza normalmente para reemplazar el 100% de la pérdida de agua y minimizar el estrés hídrico general de la vid.

Calculando el uso de agua

Evaporación de Referencia:

La evapotranspiración (ET) es la combinación de la pérdida de agua por evaporación del suelo y transpiración de la vid. Cuando el área foliar es limitada en una vid, la mayoría del agua se pierde a través de la evaporación del suelo. Sin embargo, cuando hay un dosel completo, la mayor parte de la pérdida de agua es a través de la transpiración de la hoja (Allen et al. 1998). Los valores elevados de ET están asociados con los días soleados, secos y calientes, largos (duración del día) y ventosos, mientras que los valores bajos de ET se asocian a días nublados, frescos, húmedos, cortos (duración del día) y con poco viento. Lógicamente, las plantas se deshidratan más rápidamente en condiciones de alta ET.

El uso del agua de la vid a menudo se calcula comparándolo con la cantidad de agua utilizada por la alfalfa en plena madurez (ET_r) o por el césped cortado (ET_o). La Evapotranspiración de Referencia (ET_r) es comúnmente calculada utilizando la ecuación Penman-Monteith, la cual toma en consideración la temperatura del aire, humedad, radiación solar y velocidad del viento. Estos parámetros meteorológicos se utilizan comúnmente en la mayoría de las modernas estaciones meteorológicas electrónicas.

Una variedad de datos de ET diaria están disponibles en Washington State University-AgWeatherNet (<http://weather.wsu.edu>). Se pueden configurar alertas a través de una cuenta en AgWeatherNet, las cuales proporcionarán textos telefónicos diarios o correos electrónicos con los valores de ET. Es una herramienta de programación de riego que está optimizada para su uso en un teléfono móvil, pero también es accesible desde cualquier navegador web, también está disponible en línea en <http://weather.wsu.edu/is/> (Peters 2012). Esta herramienta de programación utiliza las estimaciones diarias de ET calculada con base en los datos de AgWeatherNet.

Coefficientes de cultivo (K_c)

La cantidad de agua que una vid perderá durante un periodo determinado puede variar a medida que crece el dosel. También puede variar de especie a especie. Por lo tanto, los coeficientes de cultivo (K_c) se han utilizado para ajustar la ET_r y así tener en cuenta sólo la cantidad de agua que se está realmente utilizando. Particularmente, las uvas para vino están muy adaptadas a las condiciones de sequía y transpiran menos agua en el transcurso de un día en comparación con los cultivos de referencia (césped o alfalfa). Esto significa que el valor de K_c para las uvas de vino será inferior a 1. El K_c para la uva va a cambiar en el transcurso de la temporada de crecimiento cuando el dosel se desarrolla, debido a que los valores de K_c están estrechamente relacionados con el tamaño del dosel. En promedio, el K_c de las uvas para vino con el dosel completo para su uso con ET_r se estima en 0.65; mientras que el K_c de las uvas para jugo con el dosel completo es de 0.85.

Requerimiento hídrico de la vid

La cantidad requerida para reponer la pérdida de agua en sistemas de cultivo en los Estados Unidos, se define en términos de pulgadas de agua aplicadas en todas partes o su equivalencia en acres-pulgadas por acre. Para poder calcular la cantidad de agua que se debe de aplicar a una vid para satisfacer

su demanda hídrica o para practicar RDI, se debe primero determinar la cantidad de agua requerida para reponer por completo la necesidad de agua en la vid. Además, también tienen que ser determinados la cantidad de agua que se pierde por la ineficiencia de riego y qué nivel de RDI se practica. El entender cómo se calculan estas cantidades ayudará a una mejor comprensión en general del riego y de las estrategias del uso del agua de la vid en el viñedo. (Nótese que el Cuadro 1 proporciona los factores de conversión comunes utilizados en los cálculos de riego).

$$\text{Requerimiento hídrico} = \frac{(ET_r \times K_c)}{Eff} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

ET_r = Evapotranspiración de Referencia en pulgadas en un periodo determinado (por una semana en este ejemplo).

K_c = Coeficiente de Cultivo.

Eff = Eficiencia del riego que es dependiente del sistema de irrigación: Por goteo (0.85-0.95), por aspersores (0.60-0.75) y riego por surcos (0.40-0.50).

Ejemplo de la ecuación 1. Un ejemplo del cálculo del requerimiento de agua de la uva con el dosel completo, bajo un irrigador por goteo es el siguiente:

ET acumulativo, para la semana = 1.5 pulgadas

K_c de las uvas para vino = 0.65

Eff por goteo = 0.95

El requerimiento de agua estimado para la semana

$$\text{Requerimiento hídrico} = \frac{1.5 \text{ pulgadas} \times 0.65}{0.95} = 1.02 \text{ pulgadas}$$

con el fin de reemplazar la humedad utilizada es:

Este cálculo de requerimiento hídrico muestra la cantidad de agua que una vid sin estrés utilizaría para la semana. Para el RDI, esta cantidad tendría que ser reducida basado en la estrategia de riego actual. Por ejemplo, si se utiliza RDI al 75% (0.75) de la ET de la vid, entonces la cantidad a aplicar sería:

$$1.02 \text{ pulgadas} \times 0.75 = 0.76 \text{ pulgadas}$$

Como se mostró anteriormente, cuando la ET para la semana es de 1.5 pulgadas con IDR del 75% en uvas para vino, en realidad sólo se reemplaza el 50% (0.76 pulgadas) de la ET_r , aunque la práctica

Cálculo de un Cambiante K_c para un Cambiante Dosel

El K_c para las uvas se relaciona con el tamaño del dosel y su exposición a la luz. Se puede calcular en cualquier momento de la temporada de crecimiento. El método del cálculo del K_c del Ancho de Sombra del Dosel (Williams y Ayars 2005) es un método de campo que de manera simple permite determinar la K_c de una sección del viñedo en particular en un momento específico del año. Se calcula de la siguiente manera:

1. Calcule el área que la vid podría ocupar usando el espacio de la fila y de la vid. (Por ejemplo, el espacio de la vid y la fila es 6 ft x 9 ft = 54 ft²)
2. Al mediodía solar (12:30 p.m.–1:30 p.m.), mida el ancho de la sombra del dosel por debajo de la vid. (Por ejemplo, el ancho de la sombra del dosel es 2.5 ft.)

3. Calcule el área sombreada por una sola vid (SSV). Este es el ancho de la zona sombreada multiplicado por la distancia entre las vides de la siguiente manera:

$$SSV = \text{espacio de la vid} \times \text{ancho de la sombra}$$

$$SSV = 6 \text{ ft} \times 2.5 \text{ ft} = 15 \text{ ft}^2$$

4. Calcule el porcentaje de área sombreada (PSA) de la siguiente manera:

$$PSA = \frac{SSV}{\text{Área total de la vid}} \times 100\%$$

$$PSA = \frac{15 \text{ ft}^2}{54 \text{ ft}^2} \times 100\% = 27.8\%$$

5. Para calcular el valor del K_c para una vid en esta etapa de desarrollo del dosel, se aplica la siguiente ecuación (modificada para su simplificación de Williams y Ayers 2005):

$$K_c = PSA \times 0.017$$

Por lo tanto, la vid en nuestros cálculos de ejemplo tendría un coeficiente de cultivo de:

$$K_c = 27.8 \times 0.017 = 0.47$$

Cuadro 1. Cuadro de conversión de unidades de medida comunes utilizadas en la programación del riego. (Para convertir las unidades en la columna "De" a las unidades en la columna "A", multiplique por el coeficiente que aparece en la columna "Multiplicar por")

De	A	Multiplicar por
acre-pulgadas	galones	27,154
acre-pies	galones	325,848
galones	pulgadas cúbicas	231
galones	litros	3.789
acre-pulgadas por día	galones por minuto (gpm)	18.86
pulgadas por día	gpm por acre	18.86
litros por segundo	galones por minuto (gpm)	15.85
libras por pulgada cuadrada	pies de agua	2.31
libras por pulgada cuadrada	kilopascales	6.89
acres	hectáreas	0.4046
acres	pies cuadrados	43,560

del "riego completo" (100 %) basado en el uso del agua por la vid sustituirá solamente el 65 % de la ET_r (1.02 pulgadas). Este es un punto clave a la hora de considerar RDI en un viñedo: la ET de la vid (requerimiento hídrico, Ecuación 1) desde ya considera una reducción en el uso del agua debido a la eficiencia de la planta (K_c), pero este uso de agua se reduce aún más cuando se implementan estrategias de RDI.

Tasas de aplicación para Riego por Goteo

Después de calcular la cantidad de agua requerida para cumplir con las metas de riego, la siguiente pregunta es cuánto tiempo se debe regar para cumplir con estos objetivos. Para conocer el tiempo, se debe de determinar la tasa de aplicación de un sistema de riego (AR, por su sigla en inglés = Application Rates) (la rapidez con la que un sistema de riego provee agua).

Para riego por goteo, la AR se calcula utilizando la información relacionada con la tubería o con la cinta de goteo. La información que se requiere es la separación entre los emisores de goteo (~ 12 a 36 pulgadas para la mayoría de los sistemas), la separación entre las líneas de goteo (ancho de la fila) y la tasa de flujo del emisor (entre 0.5 y 2.5 galones por hora o gph). La velocidad del flujo del emisor a veces se especifica por el fabricante en galones por minuto por 100 pies de cinta de goteo. Esta medición se puede convertir en galones por hora para cada emisor (Q_e) utilizando la ecuación 2 de la siguiente manera:

$$Q_e = Q_i \times 0.05 \times Emit_y \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Q_e = Tasa del flujo de goteo del emisor (gal/hr)

Q_i = Tasa de flujo específico en galones por minuto en 100 pies de tubería (gpm/100 pies).

$Emit_y$ = Distancia lineal entre emisores de goteo (pulgadas).

Cálculo de Galones por Vid

Después de calcular el consumo de agua de la vid en acres-pulgadas, el uso de agua en galones para cada vid individual puede calcularse de la siguiente manera:

Agua requerida por vid = 0.623 x uso de agua (pies) x espaciamento entre vides (pies) x espaciamento de las filas (pies)

La constante 0.623 es un factor de conversión que combina la conversión de pies cuadrados por planta a acres por planta y de acres-pulgadas a galones. Así que 1 acre-pulgada = 27,152 galones y 1 acre = 43,560 ft².

Ejemplo: A continuación se muestra el cálculo para determinar los galones de agua por vid basado en 6 pies x 9 pies de vid x el espaciamento de la fila y el uso del agua previamente calculado a partir del ejemplo basado en la ecuación 1, utilizando un RDI del 75 %:

$$\text{Agua por vid} = 0.623 \times 0.76 \text{ pulgadas} \times 6 \text{ pies} \times 9 \text{ pies} = 25.6 \frac{\text{gal}}{\text{vid}}$$

Por lo tanto, una vid necesitará 25.6 galones de agua para reemplazar el uso/ pérdida de agua de la semana anterior cuando se practicó RDI.

Ejemplo de la ecuación 2: Si la tasa de flujo es de 0.55 gpm/100 pies y los emisores están espaciados cada 36 pulgadas a lo largo de la tubería de goteo, entonces la tasa de flujo individual para cada emisor será:

$$Q_e = 0.55 \text{ gpm} \times 0.05 \times 36 \text{ pulgadas} = 0.99 \text{ gph}$$

Si los registros específicos para ese diseño no están disponibles, el flujo de goteo del emisor también se puede medir de forma manual mientras que el sistema está funcionando.

Una vez que se conoce la tasa de flujo del emisor, la tasa de aplicación (AR) se puede calcular de la manera siguiente:

$$AR = 231 \times \frac{Q_e \times Eff}{Row_x \times Emit_y} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

AR = Tasa de aplicación (pulgadas/hora)

Q_e = Tasa de flujo de goteo del emisor (gal/hr)

Eff = Eficiencia de riego (formato decimal) (use 0.95 por gota)

Fila = Distancia entre filas de goteo (hileras) (pulgadas)

$Emit_y$ = Distancia lineal entre los emisores de goteo (pulgadas)

231 = Factor de conversión de galones cúbicos a pulgadas cúbicas

Ejemplo de la ecuación 3: Si una tubería de goteo con emisores cada 30 pulgadas es colocada en un viñedo con un espaciamiento entre filas de 9 pies (108 pulgadas) y los emisores tiene un flujo de goteo de 1.5 galones por hora, entonces la tasa de aplicación es la siguiente:

$$\begin{aligned} AR &= 231 \frac{\text{in.}^3}{\text{gal}} \times \frac{1.5 \frac{\text{gal}}{\text{hr}} \times 0.95}{108 (\text{in.}) \times 36 (\text{in.})} \\ &= 231 \frac{\text{in.}^3}{\text{gal}} \times \frac{1.425 \frac{\text{gal}}{\text{hr}}}{3888 \text{ in.}^2} = 0.085 \frac{\text{in.}}{\text{hr}} \end{aligned}$$

(Un calculador de la tasa de aplicación (AR) está disponible en línea en <http://irrigation.wsu.edu>.)

La duración con la que el riego debe de aplicarse con el fin de suministrar suficiente agua puede ser calculada dividiendo la cantidad deseada de agua por la tasa de aplicación:

$$\text{Duración del riego} = \frac{\text{Cantidad de agua deseada}}{AR} \quad \text{Ecuación 4}$$

Ejemplo de la ecuación 4: Con el requerimiento hídrico de la vid que se calculó en el ejemplo de la ecuación 1, con un RDI del 75 % y con la tasa de aplicación que se muestra en el ejemplo de la ecuación 3, la duración del riego necesario para suministrar agua para este viñedo en particular sería:

$$\text{Duración del riego} = \frac{0.76 \text{ in.}}{0.085 \frac{\text{in.}}{\text{hr}}} = 9 \text{ hrs}$$

Información adicional acerca del diseño y manejo del riego están disponibles en la Guía de Riego de Washington (USDA- NRCS, 1997).

Resumen y conclusiones

La capacidad de controlar la aplicación de agua es una de las herramientas más importantes para el especialista en viticultura del estado de Washington. La comprensión de la naturaleza del suelo del viñedo, de cómo retiene y libera agua y de cómo las plantas

Herramientas para Medir la Humedad del Suelo

Existen muchas herramientas y técnicas de uso común para la medición de la humedad del suelo. Las siguientes dos publicaciones de Extensión revisan minuciosamente estas herramientas y técnicas disponibles:

Uso práctico de los Sensores de Humedad del Suelo para riego. En línea en <http://irrigation.wsu.edu/Content/Fact-Sheets/Practical-Soil-Moisture-Monitoring.pdf>.

Esta publicación explica el uso de sondas de neutrones, reflectometría de dominio del tiempo, sensores de capacidad, tensiómetros y sensores de matriz granular. También se discuten la facilidad y el costo de sus usos.

Manejo del Agua para Riego en el Viñedo por medio de Sensores de Humedad del Suelo. Disponible en línea en <http://itc.tamu.edu/documents/demonstrations/Mound%20Prairie%20Vinyard%202011%20Report.pdf>.

Esta publicación discute el uso de mediciones de la humedad del suelo para determinar la programación del riego.

Poniendo en Práctica el Manejo del Agua

Independientemente de que si usted elige o no utilizar un dispositivo para medir el potencial de agua en la planta, estado hídrico del suelo, la ET del viñedo o signos visuales de estrés, la consistencia siempre será clave. Mantener siempre un registro de las mediciones puede ayudarle a encontrar los umbrales de riego específicos para su viñedo.

Por ejemplo, ¿le gusta a usted la calidad del vino cuando sometió la vid a estrés en un momento determinado (por ejemplo, cuando a las 2 semanas después de la cuaja usted midió/observó: -1.0 MPa)? o ¿le gusta la calidad cuando usted le permitió secarse hasta que los zarcillos se desecaron o cuando sólo se reemplazó el 50 % de ET, durante 3 semanas?

Una historia escrita de la planta y el estado hídrico del suelo, así como los registros de ET y de las aplicaciones de agua, son fundamentales para el desarrollo de estrategias optimizadas de riego para su viñedo en específico.

utilizan y pierden agua durante la temporada de crecimiento; son factores críticos para la comprensión de los conceptos básicos de la programación del riego que conduzcan a la calidad y rentabilidad de la producción de uva. Estrategias de riego deficitario controlado (RDI, por su sigla en inglés = Regulated deficit irrigation) utilizan la respuesta natural de la vid a la escasez de agua para aumentar la eficiencia de su uso y el control del tamaño del dosel y de las bayas. Las estrategias de riego para las uvas de vino y de jugo difieren debido a la desigualdad en los objetivos de cultivo. La producción de uva para vino utiliza RDI para mantener el crecimiento del dosel y controlar el tamaño de las bayas. En la producción de uva para jugo no se suele emplear RDI, pero se puede utilizar el riego para maximizar el tamaño y peso de la baya. Calcular el uso del agua y la duración del riego necesaria para un bloque en particular; es parte de las buenas prácticas de riego en el viñedo. Refiérase a la Guía de Decisiones para el Riego en Uvas (página 12) para saber cuales preguntas deben ser formuladas y contestadas.

Referencias

Allen, R.G., L.S. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. *Crop Evapotranspiration- Guidelines for Computing*

Crop Water Requirements. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Henick-Kling, T., C. Gerling, T. Martinson, L. Cheng, A.N. Lakso, and T. Acree. 2005. Atypical Aging Flavor Defect in White Wines: Sensory Descriptions, Physiological Causes and Flavor Chemistry. *American Journal of Enology and Viticulture* 56(4): 420A.

Keller, M. 2010. *The Science of Grapevines: Anatomy and Physiology*. Amsterdam: Academic Press/Elsevier.

National Center for Appropriate Technology. 2009. *Water Management: The Pacific Northwest*

Irrigator's Pocket Guide. http://www.ncat.org/pdf/PNW_Water_Mgt.pdf.

Olmstead, M.A. 2006. Cover Crops as a Floor Management Strategy for Pacific Northwest Vineyards. *Washington State University Extension Publication* EB2010.

Peters, R.T. 2012. Irrigation Scheduler Mobile. Available online at <http://weather.wsu.edu/is/>.

Peters, R.T. Practical Use of Soil Moisture Sensors for Irrigation. Available online at <http://irrigation.wsu.edu/Content/Fact-Sheets/Practical-Soil-Moisture-Monitoring.pdf>.

Smithyman, R.P., R.L. Wample, and N.S Lang. 2001. Water Deficit and Crop Level Influences on Photosynthetic Strain and Blackleaf Symptom Development in Concord Grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 52(4): 364–375.

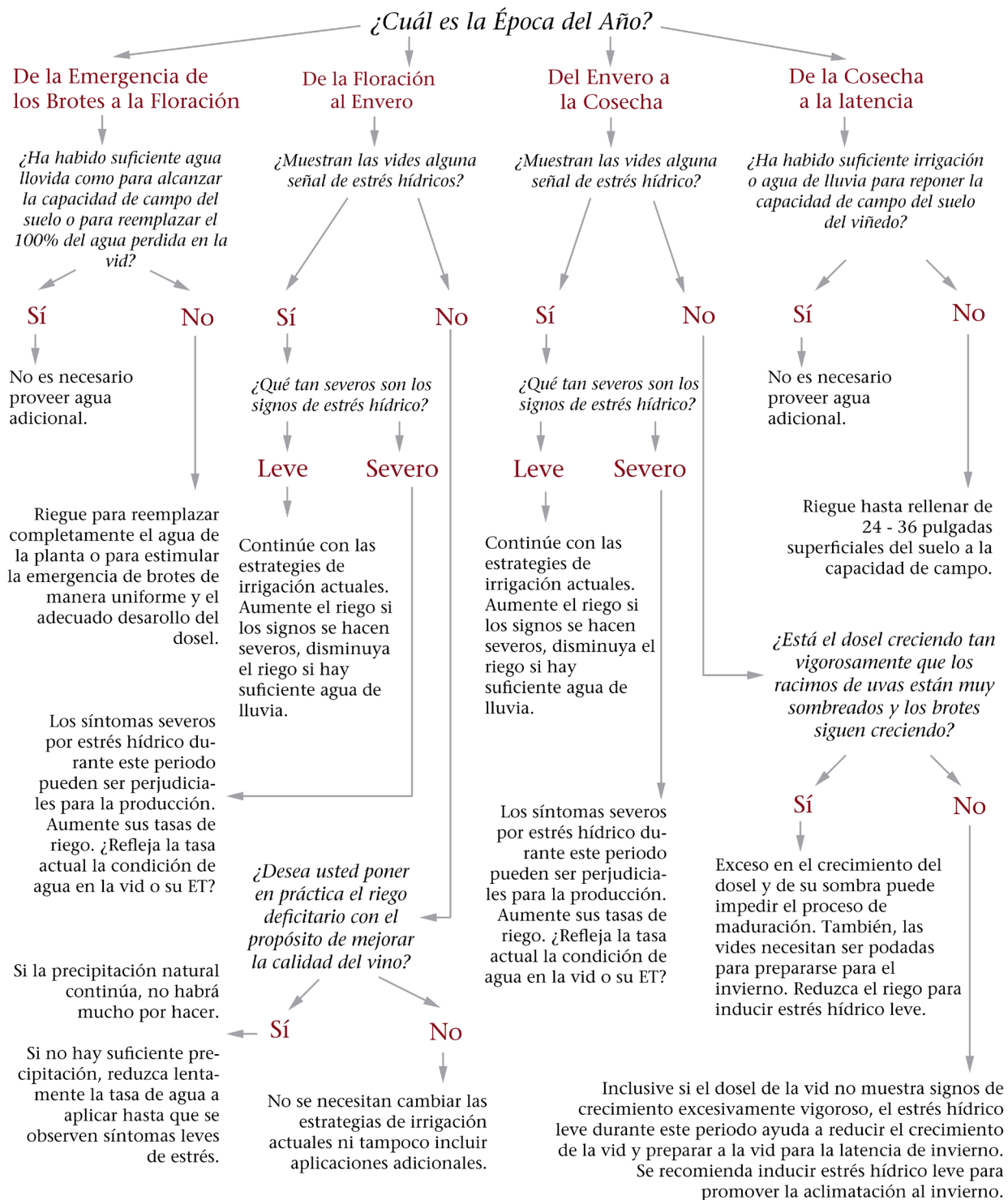
USDA National Resource Conservation Service. 1997. Washington Irrigation Guide. Last accessed 7/11/2012. http://www.wa.nrcs.usda.gov/technical/ENG/irrigation_guide/index.html.

USDA National Resources Conservation Service. Revised 2001. Program Aid 1619: *Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance*. <http://nmp.tamu.edu/content/tools/estimatingsoilmoisture.pdf>.

Williams, L.E., and J.E. Ayars. 2005. Grapevine Water Use and the Crop Coefficient are Linear Functions of the Shaded Area Measured beneath the Canopy. *Agricultural and Forest Meteorology* 132: 201–211.

Williams, L.E. 2001. Irrigation of Winegrapes in California. *Practical Winery & Vineyard Journal*. <http://www.practicalwinery.com/novdec01p42.htm>.

Guía de Decisiones para el Riego en Uvas





Por **Michelle Moyer**, Especialista de Extensión en Viticultura, Departamento de Horticultura, Washington State University, **R. Troy Peters**, Especialista de Extensión en Irrigación, Departamento de Ingeniería en Sistemas Biológicos, Washington State University Irrigated Agriculture Research and Extension Center, Prosser, WA y **Rick Hamman**, Viticulturista, Hogue Ranches, Prosser, WA.

Use los pesticidas con cuidado. Aplíquelos solamente en plantas, animales o en los sitios enlistados en la etiqueta. Cuando revuelva y aplique los pesticidas, siga todas las precauciones que se enlistan en la etiqueta con el fin de protegerse y proteger a los que se encuentran a su alrededor. Es una violación a la ley ignorar las instrucciones de las etiquetas. Si derrama el pesticida sobre su piel o ropa, remueva la ropa y lave meticulosamente su piel. Almacene los pesticidas en sus contenedores originales y manténgalos fuera del alcance de los niños, mascotas y ganado.

Traducido por Luz Bahder.

Derechos de autor: Washington State University, 2015.

Los boletines de extensión social publicados por WSU contienen material escrito y producido con fines públicos. Se puede solicitar permiso para alterar el formato de nuestros materiales educativos para que personas con requerimientos especiales puedan acceder a ellos. Por favor contacte al Departamento de Extensión Social de WSU para más información.

Usted puede descargar copias de esta y otras publicaciones desde WSU- Departamento de Extensión Social en <http://pubs.wsu.edu>.

Publicado por el Departamento de Extensión de Washington State University y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América y bajo las actas de mayo 8 y junio 30, 1914. Los programas de extensión y las políticas son consistentes con las Leyes Federales y del Estado y las regulaciones sobre no discriminación de raza, sexo, religión, edad, color, credo y nacionalidad u origen étnico, discapacidad física, mental o sensorial, estado civil u orientación sexual y condición de veterano de la época de Vietnam o veterano discapacitado. La evidencia de incumplimiento puede ser reportada a través de su oficina de WSU-extensión local. Los nombres comerciales se han utilizado para simplificar la información, no existe ningún endoso. Publicado en abril del 2015.

EM061ES