

## **IMPONIENDO DEFICITS HIDRICOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL VINO Y REDUCIR COSTOS**

Terry L. Prichard, Water Management Specialist  
Universidad de California, Davis

Los déficits hídricos pueden mejorar la calidad de las frutas en viñas y reducir los costos asociados con el riego. Para maximizar simultáneamente estos beneficios, los déficit deben ocurrir en etapas específicas de desarrollo del dosel de la vid o de la fruta. Además, los ahorros en riego y el mejoramiento de la calidad de la fruta varía con la región, el recurso agua / suelo, variedad y metas de producción. Este trabajo discutirá las condiciones bajo las cuales pueden ocurrir esos mejoramientos o ahorros las técnicas usadas para lograrlos.

### **Efectos del suministro de agua a la vid en la vid y en el fruto**

Los efectos de los déficits hídricos en la vid pueden ser benéficos o dañinos a la cosecha, dependiendo de su sincronización y severidad. Cuando ocurren déficit hídrico, la vid responde cerrando poros en la hoja (llamados estomas) para limitar la pérdida de agua. El cierre de los estomas reduce la pérdida de agua, creando un mejor balance entre la demanda por agua y la humedad extraída por las raíces. Esta estrategia de moderar la severidad de los déficits hídricos trabaja bien inicialmente cuando los déficits hídricos son suaves, limitando generalmente los efectos a una reducción del crecimiento vegetativo. A medida que los déficits hídricos aumentan en severidad y duración, los estomas permanecen cerrados por períodos de tiempo más largos. Como los estomas son los puntos de entrada del carbono usado en fotosíntesis, los déficits hídricos severo limitan el tiempo en que los estomas están abiertos, lo que limita la fotosíntesis y la producción de azúcar, produciendo fruta de baja calidad y reduciendo el rendimiento.

### **Estructuras vegetativas**

Los déficits hídricos que ocurren al comienzo de la estación (eclosión de las yemas hasta cuaja) usualmente no son posibles en la mayoría de las regiones vitícolas. Los déficits hídricos de media estación (cuaja a pinta) son posibles en suelo delgado o de texturas gruesas, lo que limita la capacidad de almacenamiento de agua del suelo. Las áreas que reciben poca lluvia y la mayoría de los suelos en años secos pueden hacer posibles los déficits hídricos de media estación, aún en suelos profundos. Durante este período, el desarrollo de los brotes (su largo y número de laterales) puede restringirse debido a los déficits hídricos. El desarrollo reducido del dosel puede producir una reducción en el área de las hojas, que podría ser insuficiente para desarrollar y hacer madurar la fruta en situaciones de bajo rigor. Sin embargo, cuando el vigor de la vid provee soporte adecuado o más que adecuado para la carga de frutas, restringir o controlar el área foliar en el dosel puede ser deseable.

Déficits hídricos más severos, que ocurren en el período de pinta a cosecha, pueden producir senescencia de las hojas inferiores e interiores del dosel proveyendo más luz a la fruta. Alguna pérdida de hojas en la zona frutal puede ocurrir sin reducción

significativa de la acumulación de azúcar. Cantidades moderadas de agua de riego durante este período puede moderar exitosamente los déficits hídricos, causando el efecto deseado. Los déficits hídricos excesivos pueden causar desfoliaciones que pueden conducir a quemaduras solar, deshidratación o aumento en la temperatura de las baya, causando reducción de calidad.

Debería ajustarse los volúmenes de riego para moderar, no eliminar el déficit hídrico. El riego excesivo durante este período puede causar el reinicio de crecimiento de los brotes laterales, creando un sumidero competitivo de los productos de la fotosíntesis, lo que puede aumentar la sombra causando producción en los racimos en variedades susceptibles y retrasos en la maduración y cosecha.

Un déficit hídrico continuo o que aumenta después de la cosecha provee poco o ningún beneficio a la vid y a la cosecha del próximo año. El crecimiento de las raíces, que aumenta después de la cosecha, puede restringirse y producir deficiencia de nutrientes al inicio de la estación en la próxima primavera. En áreas más frías, el daño por bajas temperaturas a las estructuras frutales de manera permanente también puede producirse si se aplica demasiados pocas o un exceso de agua.

### **Crecimiento de las bayas**

El crecimiento de las bayas empiezan después de la antesis y polinización. Progresa a tasa rápida durante 40-60 días. En este período llamado etapa I, el diámetro de la baya puede duplicar su tamaño. La etapa II continúa durante 14-40 días aproximadamente, en que la tasa de crecimiento se reduce o detiene, llamada a menudo fase de "intervalo". El inicio de la etapa III esta marcado por la pinta y dura hasta la cosecha (típicamente, un período de 35- 55 días) en el cual se resume el crecimiento de las bayas. El crecimiento de las bayas es menos sensible a los déficits hídricos que el crecimiento vegetativo. Sin embargo, dependiendo de la sincronización y severidad los déficits hídricos pueden reducir significativamente el tamaño de las bayas.

Los déficits hídricos durante la etapa I de crecimiento del fruto se cree, que reduce el tamaño potencial de las bayas al reducir el número de células por bayas. La reducción en el número de células puede causar bayas más pequeñas y reducción de rendimiento. Sin embargo, como se menciona previamente, los déficits hídricos en esta etapa son inusuales en la mayoría de las regiones vitícolas de California. Los déficits hídricos que ocurren durante la etapa II (fase de "intervalo") o III (agrandamiento de las células), solo pueden afectar el tamaño de la célula. El efecto común de los déficits hídricos durante estos últimos períodos es reducir el tamaño de las bayas (células) y reducir el rendimiento. Déficit hídricos severos pueden causar reducción del tamaño de las bayas en la cosecha por deshidratación.

### **Rendimiento**

Los informes sobre el efecto de los déficits hídricos en el rendimiento son variados. Los estudios efectuados en el Valle Central y en la Costa Norte muestran aumentos de peso en las bayas en forma lineal con el agua consumida hasta el 80% del uso total de agua por la vid. Desde el 80%, el resto del agua consumida soporta un

aumento en el crecimiento vegetativo. En variedades tintas, los déficits hídricos al mismo nivel muestran una ligera disminución del rendimiento (3 a 19%) en comparación con el uso potencial completo del agua. Además, esas reducciones de rendimiento requieren, en general, déficits hídricos moderados que se repitan de uno a dos años, antes que ocurra la reducción de rendimiento. Los déficits hídricos severos pueden reducir el rendimiento en la estación subsiguiente, como resultado de una carga reducida de fruta, medida como número de racimos y bayas por racimo (y, por lo tanto, número de bayas). Los déficits hídricos en variedades tintas se han asociado con un aumento en la calidad de la fruta, mientras el uso del potencial completo del agua produce una reducción de la calidad, expresada como reducción del color y carácter.

### **Composición de la fruta**

La calidad potencial del vino está determinada, principalmente, por la composición de la fruta. La composición del soluto de la fruta a la cosecha es sensible al estado del agua a través de su desarrollo. Los déficits hídricos moderados pueden aumentar la tasa de acumulación de azúcar, produciendo una cosecha más temprana. Si los déficits hídricos son severos y/o la viña está soportando una gran carga, la acumulación de azúcar se retrasa dando una cosecha tardía. Los aumentos finales en azúcar están comandados más por deshidratación de las bayas que por producción de azúcar. El resultado es una fruta con un pobre balance de solutos y potencial reducido de calidad del vino.

Los déficits hídricos producen disminuciones solo moderadas de acidez total; sin embargo, es posible que el ácido málico disminuya más pronto con déficits hídricos tempranos en la estación. Con la declinación del ácido málico, el efecto mayor de los déficits hídricos en la fruta es un aumento en la relación ácido tartárico/ácido málico. La acidez del mosto medida por pH, también puede reducirse por los déficits hídricos.

### **Color del Vino**

Los déficits hídricos pueden aumentar directamente el color del vino al aumentar la producción de los pigmentos de la piel de variedades tintas. La reducción del dosel usando déficits hídricos, también permite más luz en la zona frutal, con aumento de la pigmentación. Además, un tamaño reducido de las bayas también contribuye, indirectamente, a mejorar el color del vino por aumento de la relación piel/volumen. En áreas que experimentan condiciones climáticas más severas, que duran semanas (Valle Central), la excesiva exposición de la fruta puede elevar su temperatura, revirtiendo la acumulación de pigmentos y causando un color desteñido. El aumento de los pigmentos (antocianinas) y compuestos saborizantes (fenoles) parece ser un resultado consistente de una mejor exposición de la fruta a la luz.

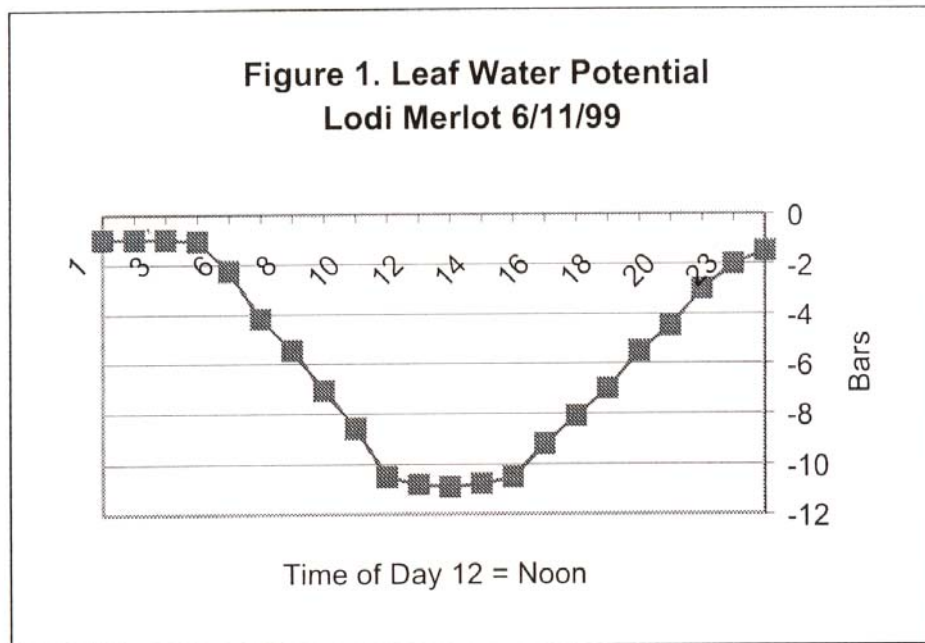
### **Déficits hídricos en la Vid Causado por Disponibilidad Reducida de Agua del Suelo**

A medida que se reduce la disponibilidad de agua a la vid, por agotamiento del agua acumulada en el suelo durante el invierno o agua de riego, se llega a un nivel

en que la vid no puede sostener un uso potencial completo del agua. En este punto, la vid empieza a sufrir un déficit hídrico.

Bajo condiciones normales de principios de estación, (1) el agua está fácilmente disponible en la zona de enraizamiento, (2) la vid no está en desarrollo completo de su dosel y (3) la demanda impulsada por las condiciones ambientales es pequeña. Por lo tanto, bajo condiciones normales de estación temprana, los déficits hídricos son poco comunes en la mayoría, sino en todas las regiones vitícolas de California. A medida que progresa la estación, sin riego, el dosel se expande, se intensifican las condiciones ambientales y el suelo agota adicionalmente el agua disponible. En este momento, la demanda de agua por la vid puede exceder la absorción desde el suelo, causando déficits hídricos. Las regiones más frescas y un volumen mayor de agua disponible almacenada en el suelo, por las lluvias o riego, causaran un retardo en la aparición de los déficits hídricos en la estación. En general, los déficits hídricos no empiezan a ocurrir hasta que la viña ha extraído alrededor de 50% del agua disponible del suelo, en la zona de enraizamiento. La profundidad, textura y agua total almacenada en la zona de enraizamiento pueden influir en esta regla.

A medida que empiezan los déficits hídricos, ocurren solo durante un período corto de tiempo, en el período de demanda máxima del día. Luego, la vid se recupera de los déficits hídricos cuando las condiciones ambientales se relajan al atardecer y durante la noche. Este ciclo continúa cada día, dependiendo del clima, agua disponible y, en algún grado, de la extensión del sistema radicular. En ausencia de riego, los déficits hídricos se hacen más prolongados y más severos cada día. Los déficits hídricos se monitorean usando una "cámara de presión" para medir el potencial hídrico de las hojas a medio día. La Figura 1 muestra el estado hídrico típico de la vid, medido durante un período de 24 horas. Mientras más negativos sean los números, más severos son los déficits hídricos. Con propósitos de programación de riego, el potencial hídrico de las hojas se mide en el momento más negativo- a medio día.



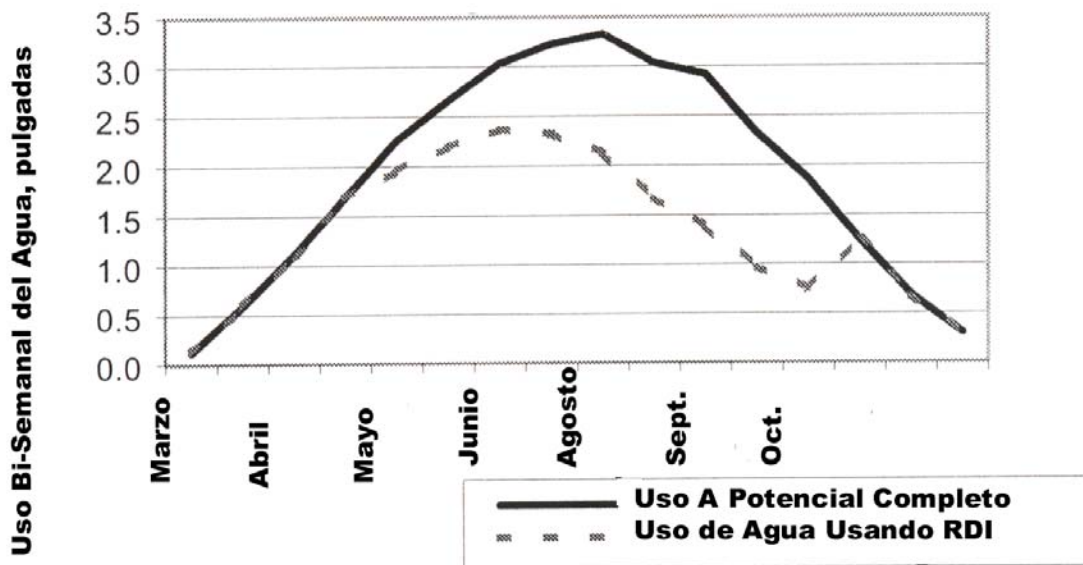
## **DESARROLLO Y ESTRATEGIA DE RIEGO**

### **Riego con Déficit Regulado**

El riego con déficit regulado (RDI) es el término usado para la práctica de regular o restringir la aplicación de agua de riego, causando que el uso del agua por la vid sea inferior al de una vid con riego completo. Al restringir los volúmenes de agua de riego, el agua del suelo disponible para la vid se limita, hasta un nivel en que la vid no puede sostener el uso potencial completo del agua. Es en este punto que la vid empieza a sufrir un déficit hídrico. La RDI debe ser una reducción consistente (es decir, reducción consistente de los volúmenes de riego planeados durante toda la estación de crecimiento) o puede variar durante la estación de riego para inducir la respuesta deseada, en el tiempo correcto.

La Figura 2 muestra el uso bi-semanal de agua para el uso de potencial completo y el uso del agua para el tratamiento con déficit hídrico, que produce la mejor relación rendimiento/calidad, en una viña madura, cv Cabernet Sauvignon, en Lodi, CÉLULA, durante 5 años. La línea superior representa el uso de potencial de agua completo de una viña madura. Este es el volumen de agua consumido por la viña, que ocurre cuando no se limita la disponibilidad de agua del suelo y el tamaño del dosel es de cerca de 60-70% de la superficie sombreada del terreno, a medio día, con la máxima expansión del dosel. Se consumió alrededor de 30% menos de agua con el RDI.

**Figura 2. Uso del Agua a Potencial Completo y a Régimen de Déficit de Riego**

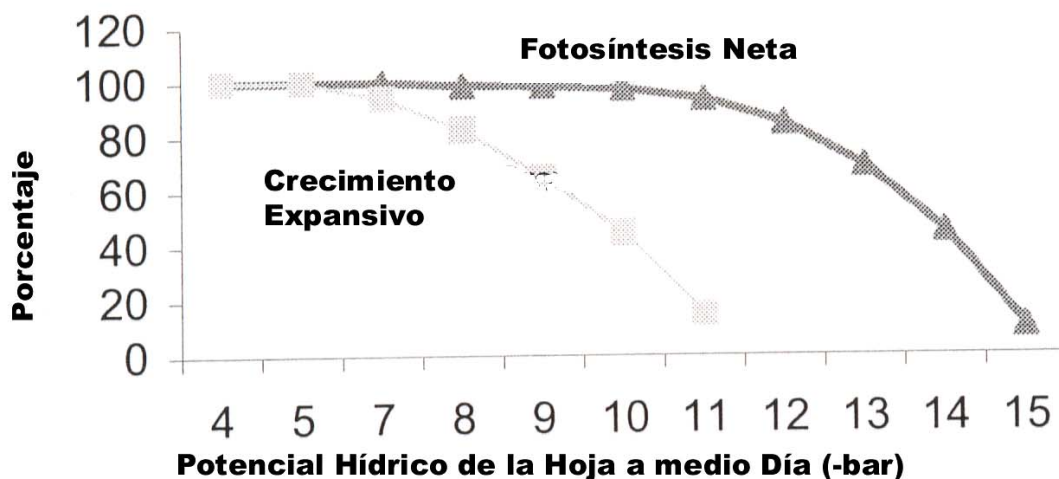


### Déficits Hídricos Tempranos en la Estación

Una revisión de las investigaciones de riego en viñas permite sacar dos conclusiones: (1) los déficits hídricos pre-pinta/pinta producen mejor calidad de fruta y, por lo tanto, vinos; y (2) los déficits hídricos pre-pinta/pinta son, usualmente, el tratamiento de “mejor opción” para mantener los rendimientos.

Bajo condiciones normales de estación temprana, (1) el agua está fácilmente disponible en la zona de enraizamiento, (2) la vid no está en expansión completa del dosel y, (3) la demanda impulsada por la atmósfera es pequeña. Por lo tanto, bajo condiciones normales de la estación temprana, los déficits hídricos son poco comunes en la mayoría, sino todas, las viñas de las regiones vitícolas de California. A medida que progresa la estación, sin riego, el dosel se expande, las condiciones climáticas se intensifican y el suelo agota adicionalmente el agua disponible. Es en este momento que la demanda de agua de la vid puede exceder la absorción de agua desde el suelo, causando déficits hídricos. En regiones más frescas, con mayor volumen de agua disponible en el suelo, provenientes de almacenamiento de invierno o riego, se observa que los déficits hídricos empiezan a ocurrir más tarde en la estación. En general, los déficits hídricos no empiezan a ocurrir hasta que la vid ha extraído alrededor de 50% del agua disponible del suelo, en la zona de enraizamiento. La profundidad del suelo, textura y agua total almacenada en la zona de enraizamiento pueden alterar esta regla.

El uso de déficits hídricos moderados para controlar el crecimiento vegetativo excesivo, manteniendo la tasa de fotosíntesis sin restricción es la base para un déficit de riego exitoso (Ver Figura 3).

**Figura 3. Tasa Relativa vs. Potencial Hídrico de la Hoja**

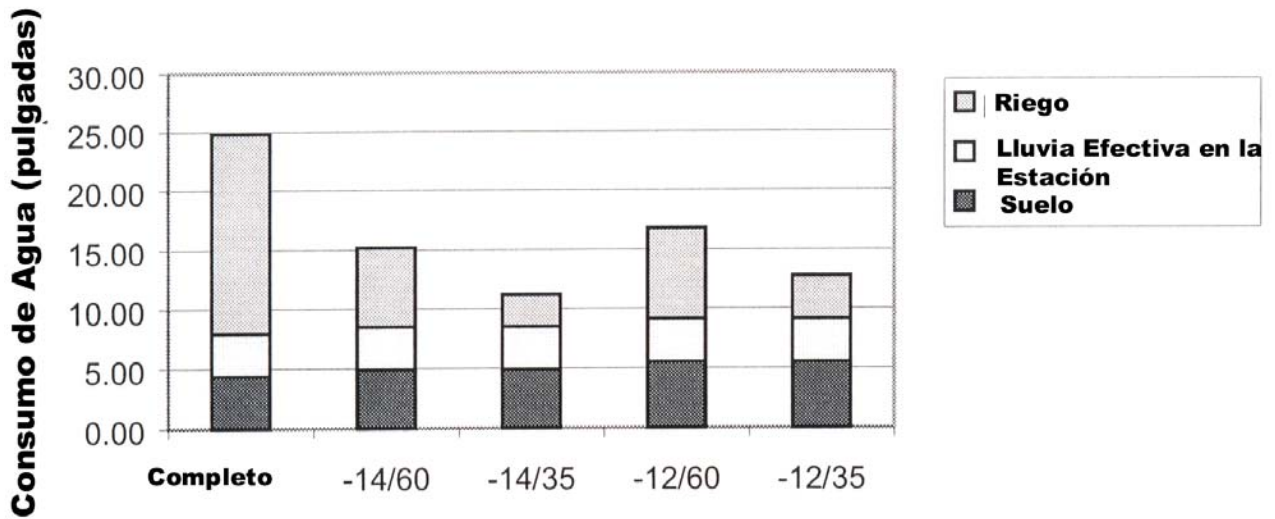
### **Riego con Umbral de Déficit**

El método de Umbral de Déficit (DTI) se basa en un nivel predeterminado de déficit hídrico a medio día (el umbral), para comenzar a regar. Después de alcanzar el umbral, se usa un régimen reducido de agua, basado en una porción del uso completo de agua (% de RDI). El uso completo de agua por la vid se estima usando datos de referencia de estaciones climatológicas (Evapotranspiración de Referencia,  $ET_0$ ) y factores del dosel. El % de RDI es el porcentaje de uso completo del agua, que se aplica como volumen neto de riego para el período considerado (semana). El objetivo del Método de Umbral de Déficit combinado con el Déficit Regulado post-umbral es mejorar la calidad de la fruta y minimizar las reducciones de rendimiento.

Este método requiere mediciones de los déficits hídricos de la vid. El dispositivo medidor se denomina "cámara de presión", a menudo designada "bomba de presión". Para medir el estado del agua en la vid, se remueve una hoja al medio día y se la coloca dentro de la cámara, con su pecíolo saliendo a través de un tapón de silicona. La hoja se cubre con una bolsa plástica justo antes de removerla, para prevenir pérdida de humedad mientras se efectúa la medición. Se aplica presión a la cámara hasta obtener una exudación de savia en el pecíolo. La presión necesaria para hacer exudar la savia es un indicador del nivel de tensión hídrica que está experimentando la vid. Esta medición se llama Potencial Hídrico de la Hoja.

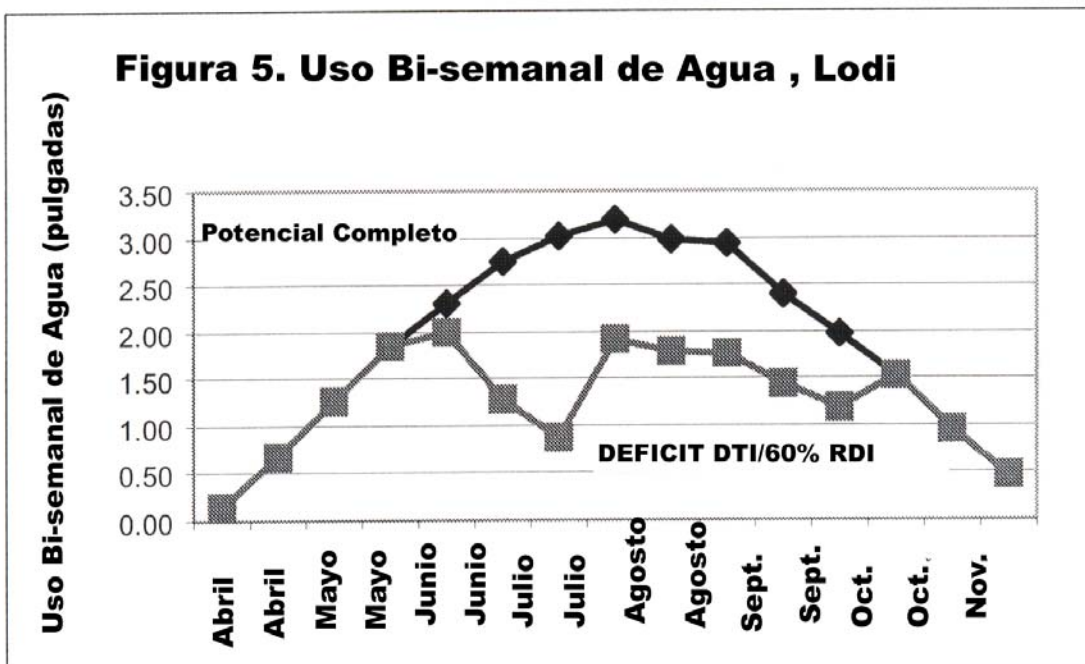
Se efectuó ensayos de investigación con las variedades Cabernet Sauvignon, Zinfandel y Merlot con umbrales variables de potencial hídrico y % de RDI post umbral. Se evaluó umbrales de potencial hídrico en hojas, a medio día, de -12 a -15 bar con umbrales post umbral de RDI de 35 a 60%. Estos tratamientos, designados como umbral/% de RDI, juntos con el agua consumida y fuentes de agua, se muestran en la Figura 4, para un ensayo con Cabernet Sauvignon.

**Figura 4. Fuentes y Cantidades de Agua Hopland, 1999**



Los resultados de mejor calidad de fruta y pequeña reducción de rendimiento apoyan, en general, un umbral de -12 bar y post umbral % de RDI de 60%, como exitoso y conservador. La Figura 5 muestra el uso bi-semanal del agua en potencial completo y a un umbral de -12 bar y 60% de RDI, en Lodi, CA. El efecto de ambos, umbral y % de RDI es más complejo que el indicado y es específico para cada cultivar.

El Método de Umbral de Déficit de Riego es más fácil de usar y requiere menos mediciones y menos variables que el Método de Balance de Volumen y parece trabajar bien en regiones con clima moderado a fresco.



### Cuanta Agua Puede Ahorrarse Usando Déficit de Riego

El volumen de agua que puede ahorrarse usando una estrategia de déficit de riego, en comparación con riego completo, depende de la demanda climática, agua almacenada disponible a la eclosión de las yemas, lluvias de primavera-verano y la estrategia de riego seleccionada. Como ejemplo para comparación, veamos tres escenarios: el Valle de San Joaquín, Lodi y la Costa Norte. Se asume que los tamaños de dosel y sistema de espaldera son los mismos. Las tres localidades con riego por



goteo. Se compara el uso completo de agua con una estrategia similar de déficit de riego. Los suelos difieren en profundidad y lluvia de invierno en cada área. Los valores usados se estimaron en base a un área amplia. El Cuadro 1 muestra que el rango del volumen de agua de riego ahorrado es de 28 a 50%. Mientras más alta la demanda, el Valle de San Joaquín de poca lluvia fue el menor con 28%, mientras en el área de Lodi, con demanda más moderada y mayor precipitación, fue de 50%. El área de la Costa Norte fue intermedia, con 43%. Puede lograrse estos ahorros casi sin impacto en el rendimiento y una aumento en la calidad de la fruta, cuando se selecciona una estrategia de déficit apropiada.

Cuadro 1. Comparación de Riego Completo/Déficit en Tres Areas

	Valle de S. Joaquín	Lodi	Costa Norte
Uso completo del agua (pulgadas)	29	27	24
Almacenamiento en suelo (pulgadas)	4	9	10
Requerimiento Neto de Riego (pulgadas)	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>14</b>
Eficiencia del Riego (%)	90	90	90
Requerimiento Bruto de Riego (pulgadas)	27,8	20	15,6
Uso de Déficit de Riego (pulgadas)	22	18	16
Almacenamiento en suelo (pulgadas)	4	9	10
Requerimiento Neto de Riego (pulgadas)	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>6</b>
Eficiencia de Riego (%)	90	90	90
Requerimiento Bruto de Riego (pulgadas)	20	10	6,7
Déficit/Completo (%)	28	50	43

Traducido por:

Oswaldo Trivelli G. Ing. Agr. M. Sc.