

Asfixia Radicular:

Evidencia y mitigación en paltos

Una de las principales causas de este problema fisiológico, ocurre entre otras razones, cuando la planta se encuentra inserta en suelos muy compactados por uso excesivo de maquinaria agrícola, lo que impide el ingreso de oxígeno y el crecimiento. Se presenta, además, en casos en que el exceso de agua sumerge las raíces y provoca su muerte.

Raúl Ferreyra, Gabriel Selles y Pilar Gil
Ingenieros agrónomos Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA

El bajo rendimiento en las plantaciones de palto en nuestro país es producido por asfixia radicular, debido a que la mayoría de los huertos presentan condiciones desfavorables, alta densidad, riego inadecuado y bajo nivel de aire.

Los antecedentes anteriores han sido corroborados en observaciones de campo y estudios en maceta. Los suelos con capacidad de aire cercano al 30% (Foto 1 y 2), no presentan planta. Aquellos que no superan el 20% (Foto 4), evidencian asfixia radicular.



Foto 1.- Efecto de la contenido de aire en el suelo en el desarrollo del palto.
A la izquierda: el palto crece con 29% de aire en el suelo. Derecha: el palto crece con 7% de aire.



Foto 2: Paltos normales



Fotos 3-4: Árboles con síntomas de asfixia radicular

Otros factores de estrés que inciden en la baja productividad del palto son la salinidad, fertilidad y emboscamiento. Sin embargo, el mal manejo del riego en suelos que presentan condiciones ambientales desfavorables, es el factor de mayor incidencia en la producción de este cultivo.

Síntomas de las plantas

Cuando el suelo está expuesto a contenidos reducidos de aire se deteriora el sistema radicular y la parte aérea de la planta. La disminución del oxígeno afecta el crecimiento, el desarrollo de los brotes, inhibe la expansión de las

hojas, provoca quemaduras de las puntas y su muerte.

Los síntomas varían y dependen del contenido de aire del suelo.

A continuación se muestran las señales que presentan los árboles con asfixia radicular (Fotos 3 y 4)

al compararlos con árboles normales (Fotos 2).

Causas de baja aireación en el suelo

El contenido de aire en las raíces depende del suelo donde se realice la plantación. Puede disminuir por las siguientes razones:

- 1.- Al no respetar los drenajes naturales de agua de lluvia durante el invierno. En este periodo la evacuación es lenta y provoca asfixia radicular.
- 2.- Manejo del riego con altos contenidos de humedad en suelos con baja capacidad de aire. Aplicación de cargas de agua excesivas en suelos con restricciones de drenaje en profundidad.
- 3.- Baja uniformidad de descarga de los emisores, lo que provoca una entrega de caudales variable entre plantas. Se evidencian casos en que la cantidad de agua aplicada a un árbol difiere de manera significativa en otro del mismo sector de riego. La baja uniformidad de los emisores puede ocurrir por distintas razones: por obturación, porque en un sector de riego se ocupan

diferentes emisores; por pérdidas de la goma en microaspersores autocompensados que regulan el caudal, debido a que las válvulas de la compuerta estén descalibradas o porque los equipos presenten problemas de diseño.

- 4.- Exceso de riego de los sectores bajos por la descarga del agua de la red de riego luego de detener el equipo.
- 5.- Saturación del suelo después del riego, debido al bajo porcentaje de suelo mojado.
- 6.- Sectores o unidades de riego con diferentes tipos de suelo en cuanto a textura y profundidad.

Generalmente, más de alguna de las causas mencionadas pueden estar presentes en los huertos que tienen plantas con algún grado de asfixia.

Para enfrentar este problema fisiológico es indispensable determinar las causas de la baja aireación en el suelo, así será posible saber si se deben adecuar los equipos de riego y aplicar estrategias de manejo para optimizar su relación con el aire en la zona de

raíces.

Otra forma de enfrentar la asfixia radicular es utilizando patrones tolerantes a la falta de aire en el suelo. Sin embargo, no se dispone de información que indique cómo responden aquellos que existen, ya que en la mayoría de los casos han sido evaluados considerando otros aspectos.

1.- Adecuación de los equipos de riego

Esta práctica tiene relación con mejorar la uniformidad de la descarga entre emisores. Si el coeficiente está bajo el 80%, se deben limpiar los emisores; cambiar la boquilla de los microaspersores o analizar si se trata de problemas de diseño del equipo. En caso de exceso de humedad en los sectores bajos, cuando los equipos han dejado de funcionar, se recomienda evaluar la instalación de válvulas antidrenantes (TNL).

2.- Estrategias de manejo del agua de riego

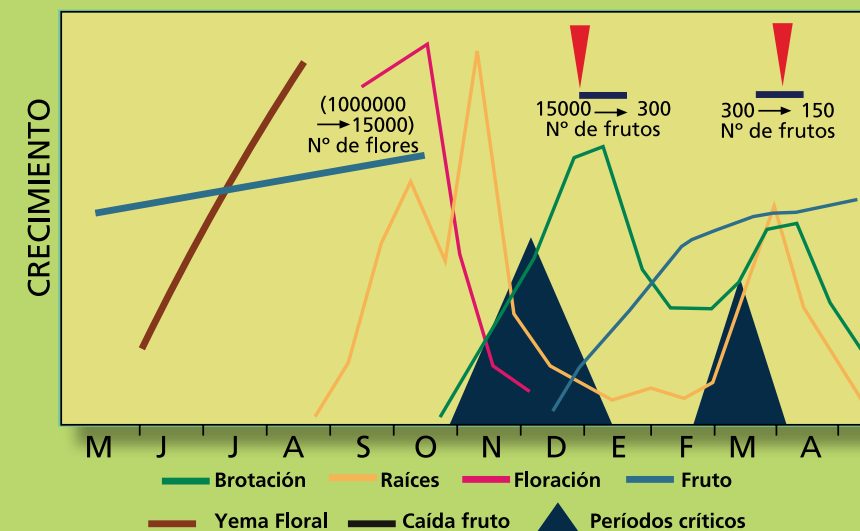


Figura 1: Períodos fenológicos del palto variedad Hass, en Quillota. Adaptado de Hernández (1991).

¿Etc?

Para obtener más información sobre los conceptos y temas presentados en este artículo acuda a la Biblioteca Central del INIA ubicada en Santa Rosa 11610, comuna de La Pintana (Santiago). Fono: (2) 7575100.

Para obtener un adecuado desarrollo de la parte aérea y radicular del palto, es necesario evitar que esté expuesto a falta de agua o de oxígeno. Si bien esta idea parece sencilla, resulta compleja de implementar en suelos de textura fina o mal estructurados (arcilloso, franco arcilloso o franco limosos), debido a que cada vez que se riega, aumenta el contenido de líquido y disminuye la aireación.

palto.

Para programar el riego se deben considerar los aspectos fenológicos y fisiológicos básicos, y considerar que las plantas no responden de manera similar al déficit o exceso hídrico, algunas son más sensibles. El periodo de mayor evidencia de esta característica es en primavera e inicio de verano, época en que se desarrolla el

Por lo tanto, es necesario ser muy precisos en la aplicación del riego para evitar déficit o exceso de humedad. Es importante, entonces, conocer con exactitud cuándo y cómo hacerlo. Niveles excesivos en suelos de baja capacidad de aireación, podrían afectar el crecimiento aéreo y radicular del

sistema radicular (Figura 1), crece la parte vegetativa, se producen los mayores requerimientos de zinc, boro y calcio y se define el número de células en el fruto, del cual depende el calibre potencial a obtener.

Es fácil alcanzar humedad en el suelo en primavera, debido a que la demanda de agua es baja, alcanza entre 1,0 a 3,0 mm/día. Por lo cual, un error de 1 mm/día, genera problemas de aireación en suelos pesados, mal estructurados y con baja capacidad de aire.

Para desarrollar un programa de riego es necesario analizar el suelo de manera integral, observar la posible interacción entre la aireación y el contenido de humedad en el suelo.

Se requiere, además, conocer la variabilidad espacial que presentan los suelos en los diferentes cuarteles de riego, de acuerdo a sus características (Figura 2). En los sectores más representativos, se recomienda establecer tiempos y frecuencias de riego que favorezcan a la mayor cantidad de árboles.

A modo de ejemplo se indican tres sectores de riego (negro, azul y rojo). En el área con negro predominan los suelos de 21 mm. Disponer de estos datos permite ubicar sensores de control del riego; saber dónde efectuar calicatas y cuál es el suelo más representativo, lo que contribuye a tomar decisiones acertadas para favorecer a una gran cantidad de árboles.

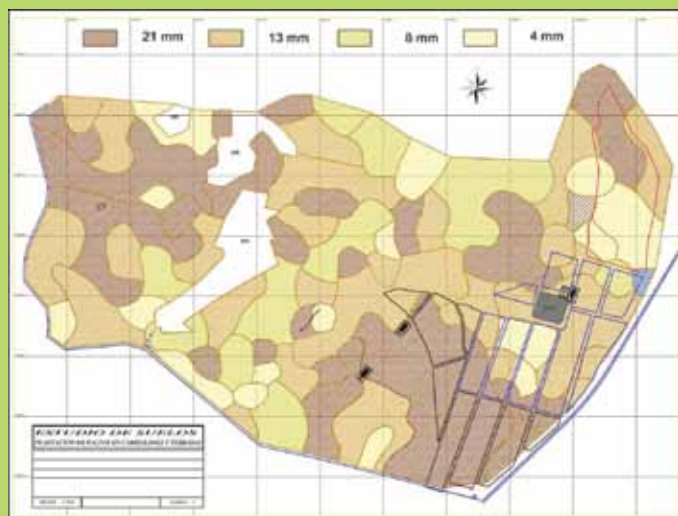


Figura 2: Plano de variabilidad de suelo de acuerdo al agua disponible en el suelo (mm) antes de volver a regar.

Tiempo de riego

Corresponde a las horas en que debe operar cada sector del equipo de riego para suplir la evapotranspiración del cultivo (Etc). En zonas de lluvia, es importante considerar la magnitud de las precipitaciones, parte de las necesidades podrían ser suplidas por éstas.

El tiempo de riego requerido para reemplazar la Etc del cultivo, debe considerar el marco de plantación, la eficiencia de aplicación del método de riego, el número de emisores por planta y la descarga de los emisores

$$Tr = ((Etc - Pp) \times DEH \times DSH) / (Efa \times q \times N)$$

Donde:

Tr = tiempo de riego en horas/día.

Etc = es la evapotranspiración del cultivo en mm/día.

Pp = precipitación efectiva en mm. Es la fracción de la precipitación aprovechada por las plantas.

DEH = corresponde a la distancia en metros entre hileras.

DSH = corresponde a la distancia en metros de las plantas sobre la hilera.

q = corresponde a la descarga real del emisor, litros/hora.

N = corresponde al número de emisores por planta.

Efa = la eficiencia del método de riego, en tanto por uno. Esto es, la cantidad de agua que se almacena en la zona radicular de la planta

en relación con el total de agua utilizado.

Considerando la relevancia que adquiere la descarga de los emisores en la determinación del tiempo de riego, es muy importante evaluar periódicamente el caudal para obtener el valor real por sector y su coeficiente de uniformidad.

Es necesario tener presente que los emisores van sufriendo obturaciones si no se regula adecuadamente la presión de los sectores. Mediciones periódicas de presión (semanal a quincenal) y de gasto de emisores (dos a tres veces en la temporada), representan un factor indispensable de la programación del riego.

El tiempo de riego se puede calcular como horas de riego por día, sin embargo, como se verá a continuación, éste se puede realizar diariamente, aplicando el tiempo de riego estimado o acumulando horas para realizarlo de manera espaciada (cada 2, 3 o más días, por ejemplo).

Frecuencia de riego

Para el riego localizado en frutales, como se indicó anteriormente, hasta hace algunos años atrás, los programas sólo consideraban altas frecuencias de aplicación de agua (riegos diarios) para reponer aquella evapotranspirada por el cultivo, independiente del tipo de suelo.

La experiencia ha mostrado que el riego frecuente es apropiado en suelos de baja capacidad de

retención de humedad, de texturas medias a gruesas (arenosos, franco arenosos, franco), de una macroporosidad y delgados.

En cambio, en aquellos más pesados (arcillosos, franco arcillosos o franco limosos), de mayor capacidad de retención de humedad y de baja macroporosidad, los riegos de baja frecuencia (cada 2 o tres días en verano) son más promisorios. Las aplicaciones diarias de agua en este tipo de suelo pueden provocar aireación y desarrollar enfermedades.

Para definir la frecuencia de riego más apropiado, se debe disponer de antecedentes que permitan determinar la capacidad de retención de humedad del suelo, el umbral de riego y el porcentaje de suelo mojado por los emisores.

En palto se puede regar cuando se ha agotado entre el 30 a 40% de la humedad aprovechable de la zona mojada por el emisor, sin afectar la producción y el calibre. En el cuadro 2 se presenta una estimación de cuánta agua se puede agotar (Ha) en suelo de diferentes textura antes de volver a regar.

Ejemplo de programación de riego

A continuación se presenta un modelo de riego para la zona de Quillota, lo que permitirá optimizar la relación agua-aire en el suelo.

En el Cuadro 1, se presenta una estimación de los volúmenes de agua a aplicar en árboles adultos, en un año promedio de evapo-

Cuadro 1.
Estimación de los volúmenes de agua a aplicar en la zona de Quillota en paltos adultos.

| Meses | Eto mm/día | Kc | Etc mm/día | DB l/m ² /día | 6 x 4 l/planta/día | 6 x 6 l/planta/día |
|------------|------------|------|------------|--------------------------|--------------------|--------------------|
| Enero | 5,7 | 0,75 | 4,3 | 5,0 | 120,7 | 181,1 |
| Febrero | 5,9 | 0,75 | 4,4 | 5,2 | 124,9 | 187,4 |
| Marzo | 4,6 | 0,75 | 3,5 | 4,1 | 97,4 | 146,1 |
| Abril | 3,3 | 0,75 | 2,5 | 2,9 | 69,9 | 104,8 |
| Mayo | 2,1 | 0,75 | 1,6 | 1,9 | 44,5 | 66,7 |
| Junio | 1,1 | 0,65 | 0,7 | 0,8 | 20,2 | 30,3 |
| Julio | 0,8 | 0,65 | 0,5 | 0,6 | 14,7 | 22,0 |
| Agosto | 1,1 | 0,65 | 0,7 | 0,8 | 20,2 | 30,3 |
| Septiembre | 2,1 | 0,65 | 1,4 | 1,6 | 38,5 | 57,8 |
| Octubre | 3,3 | 0,65 | 2,1 | 2,5 | 60,6 | 90,8 |
| Noviembre | 4,6 | 0,75 | 4,1 | 4,1 | 97,4 | 146,1 |
| Diciembre | 5,5 | 0,75 | 4,9 | 4,9 | 116,5 | 174,7 |

Etc = Evapotranspiración del cultivo = Eto x Kc.

Kc = Coeficiente de cultivo. Es la relación entre la Eto y la Etc (Kc= Etc/ Eto) propia de cada cultivo.

DB Demanda bruta = Etc/efa.

Efa = eficiencia de aplicación (en el caso del goteo ésta es de 0,9 y en el de la microaspersión es de 0,85).

transpiración de referencia (Eto, es equivalente a la evapotranspiración de una superficie de pasto corto bien regado).

Al final se incluyen las relaciones que permiten determinar los requerimientos del palto, de acuerdo a dos distancias de plantación. Conociendo la descarga del emisor, se puede convertir en tiempo de riego.

Los valores de coeficientes de cultivo (Kc), que permiten estimar los requerimientos hídricos, han sido determinados en condiciones de manejo que pueden diferir del huerto donde se estén utilizando,

ya que la magnitud de este factor depende principalmente del área de cobertura (marco de plantación).

Es necesario, entonces, disponer de elementos que permitan controlar si es correcta la cantidad de agua que se aplica, ajustando los coeficientes de cultivo a las condiciones del predio. Se pueden ocupar calicatas acompañadas de mediciones de agua del suelo con sondas capacitivas (FDR), tensiómetros o bien, del estado hídrico de la planta, estimado con dendrómetros y/o cámara de presión.

Sin duda, para obtener eficiencia

en los controladores, es fundamental contar con personal capacitado. En el caso de plantas nuevas, la cantidad de agua a aplicar, se define a partir de la demanda bruta (DB l/m²/día) multiplicada por el área de cubrimiento (m²) que presenta la planta.

Por ejemplo, una planta de un año, ubicada en la zona de Quillota, cuya parte aérea cubre 1,5 m² de suelo, en enero consume 5 l/m²/día (Cuadro 13). Sus requerimientos totales son aproximadamente 7,5 litros por planta al día (5 l/m²/día x 1,5 m²).

Respecto al manejo de riego, tam-

bién se debe considerar cuándo reponer el agua. En la actualidad hay dos tendencias: riego por pulso y de baja frecuencia. En el primero, los requerimientos hídricos diarios se aplican en forma parcializada durante el día, entre 4 a 12 pulsos de riego diarios.

El riego por pulso se puede iniciar con diferentes contenidos de humedad en el suelo, como se muestra en la Figura 3 (línea de cuadrados y círculos). Regar diariamente dividiendo el agua a aplicar en varios eventos, de acuerdo a como fluctúa la evapotranspiración diaria del cultivo.

En la Figura 3, se observa un suelo franco con capacidad de aire del 20%. Al comenzar el riego se ad-

vierte que posee humedad alta. Sobre capacidad de campo (línea con círculos en la Figura 3) se mantiene un espacio de aire en el suelo inferior al 17%.

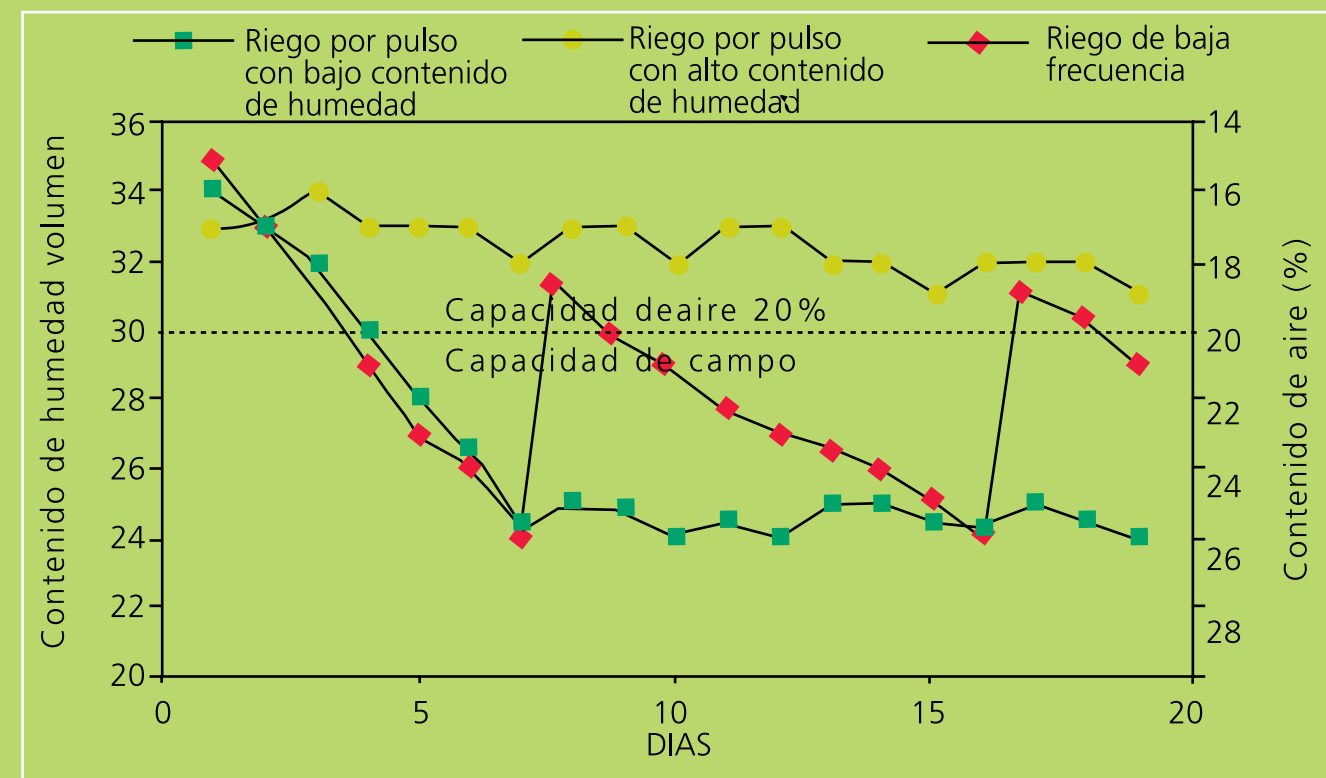
Sin embargo, si se repone el riego cuando el suelo presenta valores de humedad bajo capacidad de campo (línea de cuadrados) o cuando se ha agotado entre un 30 a 40% de la humedad aprovechable, se obtienen contenidos de aire cercanos al 25% (línea con cuadrado de la Figura 3).

Lo anterior implica que cuando se utiliza la estrategia de riego por pulso, es fundamental definir adecuadamente el momento de inicio del riego, para obtener un apropiado contenido de aire y

agua. Manejar el riego de esta forma requiere aplicar el agua sólo durante el día, de acuerdo a cómo varían los requerimientos del cultivo. Además, se debe realizar un estricto control de la humedad en el suelo y en la planta, un error puede afectar seriamente el desarrollo y producción del cultivo.

Otra forma de reponer el agua, optimizando su relación con el aire en el suelo, es a través de riegos de baja frecuencia. Consiste en regar cuando se ha agotado alrededor de un 40% de la humedad aprovechable, este nivel no afecta el crecimiento del cultivo, y aumenta la cantidad y difusión de oxígeno del terreno (Figura 3 línea con rombo).

Figura 3.
Efecto del manejo de alta y baja frecuencia sobre la aireación del suelo. Porosidad Total = 50%





especial viveros

WHAT IS A PLUM?

Plums (pronounced plew-otts) are an adventurous cross between a plum and an apricot, highlighting delicious components of both its plum and apricot parentage. Crosses of different varieties of plums and apricots yield a wide array of tantalizing colors and flavors. Experience the flavor adventure all summer long.

SELECTION & STORAGE

Select fruit that's firm with just a slight "give." Store on the kitchen counter until they are soft and juicy, then refrigerate up to a week. All varieties are great in salads. Perfect for dips and sauces.

FamilyTree Farms

41616 Road 62 • Reedley, CA 95368
www.familytreefarms.com

José Antonio Poblete, Presidente saliente de la Asociación Gremial de Viveros Frutales de Chile:

“Queremos entregar herramientas para profesionalizar los viveros”