

# El problema del palo negro

**Antonio Ibacache G.**  
Ingeniero Agrónomo, M.S.  
antonioibacache@tie.cl

INIA Intihuasi

El palo negro, baya acuosa, desecamiento de raquis o anillado del pedicelo son nombres sinónimos de un desorden fisiológico que afecta la calidad de la uva de mesa y de vino, tanto en Chile como en otros países productores de vides. En parrones afectados las pérdidas de producción pueden alcanzar hasta el 40% de los racimos.

Las bayas blandas y acuosas resultan de la interrupción del flujo de carbohidratos hacia las bayas, cuyo desarrollo se ve afectado por la necrosis del raquis o partes de él. Los síntomas primarios son manchas necróticas en pedicelos u otras partes del raquis durante el período de pinta. Las bayas afectadas pueden estar confinadas al sector apical del racimo, o bien distribuidas a lo largo del raquis. La fruta afectada tiene mayor contenido de ácidos y menor contenido de azúcar que la fruta sana. El contenido de antocianinas es también menor en bayas afectadas de variedades de color.

Debido a que no se han identificado causas patológicas, se piensa que el palo negro corresponde a un desorden fisiológico. La causa es desconocida, pero dos de las hipótesis más planteadas como posible explicación son el desbalance nutricional entre potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) y la intoxicación con compuestos intermediarios del metabolismo del nitrógeno (amonio y putrescina).

Algunos investigadores, especialmente europeos, señalan que en hojas y pecíolos de plantas afectadas se encuentra un alto nivel de K en relación a la suma de Ca y Mg. También han encontrado una mayor incidencia de palo negro en plantas con bajo contenido de magnesio en las hojas. Sin embargo, estudios con la variedad Sultanina en California determinaron relaciones K: Ca+Mg similares entre plantas con y sin síntomas.

La hipótesis mayormente aceptada en nuestro país es la intoxicación por los compuestos nitrogenados amonio y putrescina. Estudios efectuados en diversas variedades de uva de mesa indican mayores



Necrosis en partes del raquis.

concentraciones de amonio y putrescina en plantas afectadas que en plantas sanas. Las concentraciones tóxicas de ambos compuestos son diferentes dependiendo de la variedad. Tanto el amonio como la putrescina están involucrados en el metabolismo del nitrógeno (la putrescina es sintetizada en mayor medida cuando se produce la desintoxicación del amonio, es decir, cuando el amonio es asimilado para formar compuestos nitrogenados inocuos), de tal forma que es difícil determinar cual de los dos está más comprometido en la intoxicación. También el potasio parece estar envuelto en la toxicidad por amonio y/o putrescina. Las plantas más

sensibles a la toxicidad acumulan menos potasio en el raquis que aquellas más resistentes.

Durante la temporada 2004/05 se presentaron severos síntomas de palo negro en un parrón de la variedad Flame Seedless establecido en el Centro Experimental Vicuña. Para determinar la posible causa del problema se inició un estudio a mediados de diciembre, en pleno período de cosecha de la fruta. El programa de fertilización de la temporada incluyó la aplicación, vía fertirrigación, de 184 kilos de nitrógeno, 92 kilos de fósforo, 120 kilos de potasio y 11 kilos de magnesio por hectárea. Las fuentes de fertilizantes fueron nitrato de amonio, sulfato de potasio, fosfato monoamónico y sulfato de magnesio.

En el raquis de los racimos y en pecíolos de hojas colectadas en la misma fecha, se determinó la concentración de amonio, nitrato, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio y magnesio. En las bayas se midió el contenido de sólidos solubles, la acidez titulable (sobre la base de ácido tartárico) y el pH.

## Diferencias de racimos afectados y sanos

La concentración de amonio, nitrato y nitrógeno total fue significativamente mayor en raquis de racimos afectados. Lo mismo ocurrió con la presencia de amonio y nitrato en el pecíolo de las hojas (cuadro 1).

El palo negro se ha observado principalmente en plantas vigorosas pero también ha sido detectado en plantas débiles. En la variedad Sultanina los síntomas se han relacionado con altos niveles de nitrógeno (alrededor de 1,5%) y de amonio (2.000 mg/kg o más) en el raquis. Lo im-

# egro en vides

Cuadro 1

Concentración de amonio, nitrato y nitrógeno total en raquis de racimos y en pecíolos de plantas con y sin palo negro			
Palo negro	Amonio mg/kg	Nitrato mg/kg	Nitrógeno total (%)*
<b>Raquis</b>			
Con	909	275	1,4
Sin	32	10	0,5
<b>Pecíolos</b>			
Con	280	494	0,58
Sin	165	109	0,55

\*El porcentaje corresponde a la concentración de nitrógeno total sobre la base de peso seco de tejido.

portante es el balance entre carbohidratos y amonio, pues los primeros son necesarios para la asimilación del segundo. Si el nivel de carbohidratos en la planta es bajo, la toxicidad puede producirse aun con poco amonio. Con respecto al nitrato, aunque la concentración fue significativamente superior en las plantas con síntomas, no hubo referencias de necrosis en racimos causadas por este compuesto.

La toxicidad por amonio es bien conocida en las plantas, no obstante las causas bioquímicas exactas y las concentraciones específicas que causan el daño no están claras. La tolerancia de las plantas al suministro externo o a la acumulación interna de amonio es baja. En algunos tejidos sensibles de las plantas el compuesto puede ser tóxico a una concentración tan baja como 1 mg/kg base peso seco. Sin embargo, las especies vegetales tienen diferente tolerancia a la acumulación de amonio, lo cual puede ser atribuido a diferencias en la cantidad de amonio que es asimilado a aminoácidos en las raíces respecto de la cantidad que es llevada hacia los brotes.

Al contrario de lo reportado por la literatura, la concentración de potasio en

Cuadro 2

Concentración de macronutrientes (porcentaje del peso seco de tejido) en raquis y pecíolos de plantas con y sin palo negro								
Palo negro	Fósforo		Potasio		Calcio		Magnesio	
	Raquis	Pecíolo	Raquis	Pecíolo	Raquis	Pecíolo	Raquis	Pecíolo
Con	0,23	0,09	2,33	2,59	0,40	2,20	0,02	0,47
Sin	0,12	0,15	1,03	1,65	0,45	1,80	0,04	0,48

Manchas necróticas en pedicelos.

raquis con palo negro fue mayor que en raquis sanos (cuadro 2). Probablemente para las condiciones del presente estudio la acumulación de amonio fue independiente de la presencia de potasio en la planta. El contenido de magnesio fue menor en raquis necróticos, pero en pecíolos los contenidos fueron similares en plantas con y sin síntomas.

La menor acumulación de sólidos solubles, el menor valor de pH y el mayor porcentaje de acidez concuerda con información previa sobre la composición de las bayas de racimos afectados por palo negro (cuadro 3).

Resultados similares se obtuvieron al comparar bayas acuosas y bayas aparentemente sanas provenientes de racimos con palo negro (cuadro 4, página 32).

El incremento en azúcares que normalmente acompaña la maduración ocurre más tarde y a una tasa mucho más reducida en las bayas acuosas. La interrupción del flujo floemático causada por la necrosis de los pedicelos sería la causa del problema. La mayor acidez titulable de las bayas acuosas está relacionada con una mayor concentración de ácido tartárico, ocasionada principalmente por una menor expan-

sión de las bayas. En general, se ha observado que el pH es inferior en los racimos afectados.

## Recomendaciones

Aunque todavía no existe una solución definitiva para el problema del palo negro, es posible tomar algunas medidas preventivas para evitar o disminuir su incidencia, entre ellas:

- Determinar el grado de severidad del problema en el predio o en un parronal específico.
- Relacionar el daño con el vigor de las plantas. Normalmente los parronales vigorosos (se ven pocos espacios de luz al mirar bajo el follaje en verano) presentan mayor cantidad de racimos dañados.
- Monitorear el nivel de nutrientes en las plantas a través de análisis foliar en el período de plena flor. Si se detectan altas concentraciones de nitrógeno y además se observa un vigor excesivo de los brotes se debe detener o disminuir la aplicación del nutriente.
- En parronales con un adecuado equilibrio de vigor los brotes detienen su

Cuadro 3

Contenido de sólidos solubles, acidez y pH en bayas de racimos con y sin palo negro			
Palo negro	Sólidos solubles (°Brix)		Acidez titulable (%)*
	Raquis	Pecíolo	pH
Con síntoma	16,7	1,22	3,0
Sin síntoma	19,4	0,77	3,1

\*El porcentaje corresponde a gramos de ácido tartárico por 100 cm<sup>3</sup> de jugo.





Bayas acuosas a lo largo del racimo.

32

crecimiento o éste se hace lento cuando las bayas tienen un diámetro aproximado de 10 mm. Si en ese momento se visualiza un crecimiento activo de los brotes se debe suspender el programa de fertilización nitrogenada y disminuir la cantidad de agua de riego en un 25 a 50%. El propósito es evitar el sombreamiento del parronal debido al excesivo crecimiento de los brotes.

- Minimizar el estrés en las plantas (por ejemplo, infección por hongos, daño en hojas, falta de agua) para estimular el proceso de fotosíntesis y así disponer de carbohidratos suficientes para asimilar los iones amonio.

Lamentablemente, una vez detectados los síntomas del desorden en el raquis de los racimos (normalmente al inicio del estado fenológico de pinta) es difícil tomar medidas correctivas, pues el daño ya se produjo. Necesariamente habría que suspender la aplicación de fertilizante, disminuir el riego y abrir "ventanas", es decir, abrir espacios en el follaje para permitir la entrada de luz hacia la zona de los racimos. 📌

**El incremento en azúcares que normalmente acompaña la maduración ocurre más tarde y a una tasa mucho más reducida en las bayas acuosas. La interrupción del flujo floemático causada por la necrosis de los pedicelos sería la causa del problema.**

Cuadro 4

Contenido de sólidos solubles, acidez y pH en bayas provenientes de racimos con palo negro

Bayas	Sólidos solubles (°Brix)	Acidez titulable (%)*	pH
Con síntomas	15,9	1,46	2,9
Sin síntomas	17,4	0,98	3,2

\*El porcentaje corresponde a gramos de ácido tartárico por 100 cm<sup>3</sup> de jugo.

## LUPINO AMARILLO

# Nueva opción para

Enrique Peñaloza H.  
epenaloz@inia.cl  
Haroldo Salvo G.  
Mauricio Osorio  
Peter Caligari

INIA Carillanca y Universidad de Talca

La principal fuente de proteína vegetal actualmente disponible en el mundo es la soya, con la cual se han sustentado prácticamente todas las aplicaciones de ingredientes vegetales en la industria de alimentos. Una vez que comenzó a ser evaluado por sus propiedades nutricionales y funcionales, el lupino emergió como suplemento proteico en la alimentación humana y, más recientemente, como complemento de la harina de pescado en la alimentación de peces. No obstante el enorme potencial de sustitución en otras industrias de alimentos, es en el sector acuícola donde el lupino ha encontrado un nicho que está comenzando a ser explotado en nuestro país.

Para el sector acuícola, la oferta actual de lupinos está representada por el lupino blanco (*Lupinus albus*) y el lupino australiano (*Lupinus angustifolius*), cuyos porcentajes de proteína en el grano son su principal ventaja comparativa respecto de otras opciones vegetales. Sin embargo, el alto contenido de fibra cruda limita sus aplicaciones en peces, por lo que el grano debe ser descascarado para acceder a dicha industria. Este procesamiento no sólo reduce la fibra cruda sino, principalmente, eleva la proteína desde 36 hasta 43% en lupino blanco y desde 30 hasta 39% en lupino australiano, aproximadamente. No obstante los altos contenidos de proteína, los niveles aún son inferiores a los de la harina de soya, cuyo porcentaje de proteína de 47 a 49% lo ubica como el principal competidor de ambas especies de lupino.

Además del lupino blanco y lupino australiano, existen otras especies que, si bien se han explorado por sus atributos nutricionales y funcionales, en nuestro país no se han explotado comercialmente para su utilización como grano. Entre aquellas con mayor potencial para desa-