

Calcio en el Cultivo de Manzano

El calcio es uno de los nutrientes esenciales dentro de las plantas, el cual se encuentra presente en forma de sales inorgánicas, ácidos orgánicos o de manera inmóvil. La deficiencia de este nutriente ocasiona la aparición de un moteado parduzco en la parte calicina del fruto, síntoma típico de la mancha amarga o “bitter pit”. Este problema ocasiona que se reduzca el valor comercial del fruto de



Figura 1. Bitter pit en frutos de manzano.
Foto: Peter J. Jentsch

manzana, ya que se presenta el moteado típico, así como piel grasa y un deterioro en la calidad de la pulpa, descendiendo los niveles de ácidos y azúcares.

El calcio en el suelo

El calcio es un ion divalente (Ca^{++}) y sus formas minerales más frecuentes son: carbonatos, fosfatos, sulfatos y algunos silicatos. Este elemento suele ser el más abundante en el complejo de cambio del suelo, aunque el porcentaje de utilización dependerá del grado de saturación. El calcio fijado a complejos coloidales, y el unido a compuestos húmicos son las formas más comunes. La mayoría de los suelos tienen cantidades suficientes de calcio para la adecuada nutrición de los cultivos. De la totalidad de iones del calcio que existe en los suelos, del 60 a 80 % se encuentran en forma de Ca^{++} . Las plantas aprovechan menos del 3 % de calcio disponible, a pesar de este bajo porcentaje, es suficiente para satisfacer la demanda que tienen las plantas.

El calcio en la planta

El contenido de calcio en las plantas varía entre 0.1 y 5 % de su peso seco. Los niveles de calcio en el citoplasma y en los cloroplastos debe ser demasiado bajo para evitar la precipitación del fósforo inorgánico y la activación o desactivación



descontrolada de enzimas que contienen fósforo. En general, las plantas dicotiledóneas presentan una mayor demanda de calcio en relación a las monocotiledóneas. La necesidad de calcio para el cultivo de manzano, estimando una producción de 5 a 6 toneladas de materia seca, es de unos 25 kg por hectárea. La toma y distribución del calcio dentro de la planta se incrementa a medida que incrementa la tasa de transpiración, por lo que cualquier factor que la reduzca o la incremente excesivamente disminuirá su traslocación, especialmente a brotes apicales y frutos. El transporte del calcio dentro de la planta se realiza principalmente por el xilema, ya sea en forma iónica o acompañado con ácidos como el málico o el cítrico. El calcio al ser poco móvil, tiende a acumularse en los órganos más viejos, mientras que los más jóvenes necesitan de su aporte.

Un análisis en el cultivar de manzano Cox's Orange Pippin, con distintos grados de madurez, demostró que el paso del calcio al fruto se hace en dos etapas. En la primera etapa, el calcio se acumula conforme llega del xilema hasta que se produce un cambio metabólico, coincidiendo con el final de la división celular e inicio de la elongación. En la segunda fase hay entrada y salida de calcio del fruto, donde la concentración permanece constante o aumenta muy poco, y el aporte de agua se realiza a través del floema, donde la concentración de calcio es baja. La distribución en el fruto es bastante irregular, ya que la mayor parte permanece como oxalato en el floema peciolar (zona de inserción del fruto) y su concentración suele ser mínima inmediatamente debajo de la piel y en la zona calicina, donde suele manifestarse el bitter pit.

Factores que desencadenan el bitter pit en manzano

Nutrición mineral. La deficiencia de calcio es la principal causa del bitter pit en frutos de manzana. La corrección de su deficiencia es posible aplicando nitrato de calcio en las zonas afectadas durante el desarrollo del fruto. Las formas de nitrógeno determinan su acumulación, pues mientras fuentes en base a nitrato incrementan la acumulación de calcio en hojas viejas, las fuentes amoniacales lo hacen en hojas jóvenes. De igual manera estudios revelaron que aplicación de fuentes amoniacales causa mayor susceptibilidad a bitter pit en los frutos de



manzana. El antagonismo del calcio con otros nutrientes (H, Mg y P) y en especial con el potasio, retarda su absorción y concentración en hojas y frutos ocasionando susceptibilidad a bitter pit. Se ha encontrado que a dosis crecientes de boro hay menor incidencia de bitter pit. Se recomienda estar atentos a las relaciones K/Ca y N/Ca.

Crecimiento vegetativo y carga de fruta. Durante el crecimiento vegetativo se da el fenómeno de dilución, el cual ocasiona que se reduzca la concentración de calcio para mantener la integridad de la membrana de las células, ocasionando el bitter pit. Por otra parte, los frutos más grandes contienen más y mayores células, además de una menor concentración relativa de calcio que los frutos pequeños; Por lo tanto, los frutos pequeños presentan menor incidencia de bitter pit. En este sentido la relación superficie foliar/carga de cosecha, es el parámetro más importante, pues cualquier práctica (abonos nitrogenados concentrados, podas o aclareos excesivos) que contribuya a incrementarla favorecerá la aparición de bitter pit, pero no necesariamente por formar frutos más grandes, ya que hay otros factores que influyen como el crecimiento vegetativo durante los primeros meses del ciclo anual.

Patrón o portainjerto. Existen trabajos de investigación que dejan de manifiesto que el portainjerto o patrón tiene una influencia sobre translocación de ciertos elementos, particularmente el calcio, con la subsecuente repercusión en la manifestación de bitter pit.

Reguladores de crecimiento. El metabolismo del calcio está también influenciado por algunos reguladores de crecimiento. En este sentido los reguladores de crecimiento pueden influir en el desarrollo de bitter pit a través de cuatro vías: 1) controlando el vigor vegetativo; 2) reduciendo el tamaño del fruto; 3) actuando sobre la maduración; y 4) controlando la movilización de nutrientes. Las citocininas y giberelinas reducen el nivel de calcio, mientras que el ácido abscísico o el paclobutrazol tiene el efecto opuesto.

Balance hídrico. En temporadas de sequía la incidencia de bitter pit se incrementa, por lo que para una absorción y traslocación más homogéneas es necesario un correcto balance hídrico. Estudios dejan evidencia de que el bitter pit puede deberse a dificultades para mantener el adecuado nivel de humedad en el suelo. También se demostró que una deficiencia hídrica ligera reduce la aparición de bitter pit, con poco efecto sobre el tamaño del fruto y un fuerte control sobre el crecimiento vegetativo.



Figura 2. Es fundamental mantener un adecuado nivel de humedad en el suelo, ya que las condiciones de sequía incrementan la aparición de bitter pit.

Diagnóstico y corrección del bitter pit en manzano

Diagnóstico. Los síntomas de deficiencia en el cultivo de manzano son más frecuentemente detectados en los meses de verano, con hojas adultas curvadas en forma de copa y la concavidad dirigida al suelo, y en las hojas jóvenes se visualiza clorosis y manchas o rayado marrón. El bitter pit en frutos de manzana se manifiesta en forma de manchas pequeñas de 2 a 6 mm de diámetro. Estas manchas inicialmente son incoloras, pero después se tornan parduzcas, las cuales se localizan generalmente en zonas aisladas del exterior del mesocarpio a 1 o 2 mm por debajo de la piel. Las manchas están constituidas por células muertas y deshidratadas que mantienen sus paredes celulares intactas. Los síntomas no son visibles mientras se tenga un buen régimen de humedad en la huerta, no así cuando pasan entre 6 a 12 semanas en almacenamiento a 3 o 4 °C, manifestándose de manera más fuerte manchas negras del tamaño de las lenticelas del fruto. El bitter pit disminuye calidad tanto visual como organoléptica. La predicción del bitter pit se puede realizar mediante la recolección de frutos al momento de la cosecha, manteniéndolos por 2 semanas a 20 °C, se considera un buen método para cuando se va a almacenar frutos por una larga temporada.

Corrección. Para la corrección de este problema se puede recurrir a las aspersiones de calcio sobre hojas y frutos con CaCl_2 o con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, donde son necesarias hasta diez aplicaciones. Se debe remarcar que las aplicaciones foliares por si solas no tienen un efecto significativo debido a que la cantidad de calcio que se trasloca de las hojas al fruto es escasa. Otra alternativa es la inmersión de los productos en soluciones que contienen calcio, consiguiendo resultados similares a las aspersiones foliares. La inmersión por 10 minutos en soluciones con CaCl_2 es más recomendable que las realizadas con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ debido al riesgo que se corre de que queden residuos de nitratos. Por otro lado, para evitar el bitter pit se recomienda una poda de verano o despunte 3 o 4 semanas antes de la cosecha, esta práctica permite incrementar el calcio en el fruto hasta en un 10 %, reduciendo la incidencia en frutos almacenados.

Fuentes consultadas

Monge, E.; Val, J.; Sanz, M.; Blanco, A.; Montañés, L. 1994. El Calcio Nutriente para las Plantas. Bitter Pit en Manzano. Rev. An. Estac. Exp. Aula Dei (Zaragoza). Vol. 21, N°.3. 189-201 p.