

FRUTICULTURA

Mariela Curetti | INTA ALTO VALLE | curetti.mariela@inta.gob.ar

Dolores Raffo | INTA ALTO VALLE | raffo.dolores@inta.gob.ar

Gabriela Calvo | INTA ALTO VALLE | calvo.gabriela@inta.gob.ar

Andrea Rodríguez | INTA ALTO VALLE | rodriguez.andrea@inta.gob.ar

Rafael De Rossi | INTA RÍO COLORADO | derossi.rafael@inta.gob.ar

Importancia del calcio en fruto y su relación con la calidad

El calcio es un nutriente importante para la calidad de la fruta; forma parte de la pared celular y cumple un rol clave en la integridad de la membrana. Un bajo nivel de calcio perjudica la permeabilidad selectiva de las membranas e induce un daño celular y necrosis en los frutos. Una deficiencia de este mineral desencadena síntomas característicos, conocidos como *bitter pit*, en el caso de las manzanas, y corchosis, en las peras.

Los síntomas de *bitter pit* se observan como pequeñas depresiones corchosas de hasta 5 mm que se forman en la pulpa (Foto 1). Suelen ser esponjosas, secas, blandas y no pétreas, a diferencia de las producidas por carencia de boro. Al avanzar, el *bitter pit* se manifiesta con manchas en la piel de la manzana. En frutos coloreados se observan manchas oscuras y en frutos de piel clara, manchas verde-amarronado. Se

manifiesta principalmente en la zona próxima al cáliz, aunque en casos muy severos puede extenderse a todo el fruto.

Si bien el *bitter pit* es una fisiopatía que se desencadena en el campo y sus síntomas pueden presentarse en la cosecha, generalmente se desarrolla luego de un período de conservación en frío. Además de las manchas que perjudican la apariencia externa de los frutos, también se observa una piel grasa, un deterioro en la textura de la pulpa y una menor concentración de ácidos y azúcares. Todos estos defectos conllevan una marcada disminución del valor comercial de la fruta durante su proceso de conservación, cuando ya se ha invertido un capital importante en la producción, cosecha, transporte y refrigeración de la misma.



Fotos 1. Síntomas externos e internos de Bitter pit en manzana

sigue >>

EL MOVIMIENTO DEL CALCIO

En los árboles, el calcio se transporta pasivamente por xilema junto con el agua, gracias al gradiente generado por la transpiración. Las hojas presentan una tasa transpiratoria extremadamente superior a la de los frutos, por lo que resultan competidores fuertes respecto a este nutriente, y alcanzan una concentración máxima hacia el final de la estación (Figura 1). Por el contrario, la concentración de calcio en los frutos es máxima al inicio de la estación cuando el aporte de agua y solutos es principalmente vía xilema. A medida que avanza la temporada, disminuye la capacidad de transpiración de los frutos y comienzan a depender del floema para su nutrición. En este tejido, la solubilidad del calcio es muy baja y, por lo tanto, la concentración del nutriente se diluye a medida que los frutos van creciendo.

Anteriormente se consideraba que la acumulación de calcio en fruto ocurría principalmente en las primeras cuatro a seis semanas después de la floración. Sin embargo, en estudios posteriores se encontró una acumulación relativamente constante a lo largo del período de crecimiento de los frutos (Tagliavini *et al.*, 2000). En el Alto Valle se observó este mismo patrón en las principales variedades de manzano (Figura 2).

Para que la acumulación de calcio pueda prolongarse más allá de la primavera, es necesario contar con un buen contenido de humedad en el suelo y un crecimiento vegetativo controlado (Cheng & Raba, 2009).

Como condiciones predisponentes a la deficiencia de calcio se encuentran todas aquellas que estimulen el desarrollo vegetativo por sobre la producción de frutas: portainjertos vigorosos, exceso de agua y/o nitrógeno en primavera, una elevada relación hoja/fruto, una poda enérgica en invierno, un escaso cuaje o un sobre-raleo. Un estrés hídrico y/o condiciones de salinidad que limiten el funcionamiento de las raíces también puede limitar la absorción de nutrientes, la transpiración y el aprovisionamiento de calcio.

El manejo del riego en los meses de mayor demanda

evapotranspirativa es clave en este sentido ya que, en situaciones de estrés hídrico, los frutos ceden agua y calcio a las hojas. También, una fertilización con amonio o potasio por suelo resulta antagónica para la absorción de calcio en las raíces.

Para prevenir la deficiencia de calcio en los frutos es necesario enfocar el problema en un marco de manejo integral del monte frutal, utilizando todas las prácticas culturales en la etapa de campo, como así también el manejo de la fruta en cosecha y poscosecha, tendientes a reducir la incidencia y severidad de esta fisiopatía.

Entre las pautas de manejo a campo que se recomiendan se encuentran:

1. Tomar recaudos respecto al riego, evitando situaciones extremas (déficit o anegamiento) que perjudican la absorción de agua y nutrientes.
2. Evitar podas invernales severas o despuntes, ya que propician crecimientos vigorosos. Optar, preferentemente, por una poda en verde, la cual controla mejor el crecimiento vegetativo.
3. Determinar y regular la carga frutal adecuada, evitando tamaños de fruto excesivos.
4. Evitar dosis excesivas de nitrógeno y aplicar la mayor parte del mismo (> 60 %) en poscosecha.
5. Asegurar un buen aprovisionamiento de boro con aplicaciones foliares poscosecha para lograr un buen cuaje de frutos.
6. Evitar la aplicación de fertilizantes con potasio o nitrógeno amoniacal durante la primavera para no generar competencia en la absorción radical de calcio.
7. Realizar entre cinco y ocho aplicaciones foliares de calcio durante el período de crecimiento de los frutos, comenzando a mediados de noviembre. Además de disminuir la incidencia de bitter pit, estas logran reducir la tasa de respiración, la producción de etileno y la pérdida de firmeza, con lo cual se logra prolongar la capacidad de conservación.

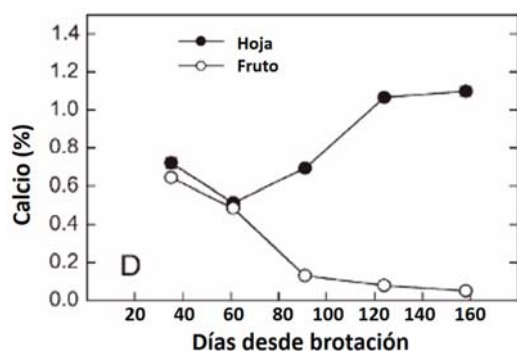


Figura 1. Concentración de calcio en hoja y fruto de manzano 'Gala' desde floración a cosecha. (Cheng & Raba, 2009).

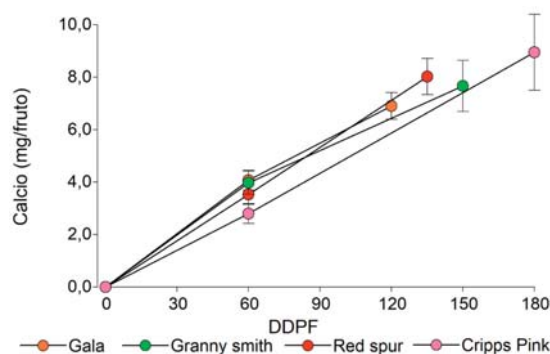


Figura 2. Acumulación de calcio en frutos de las principales variedades de manzano en el Alto Valle

sigue >>

En la Tabla 1 se encuentran las distintas alternativas de fertilizantes foliares disponibles en los valles del norte de la Patagonia, que contienen al menos 5 % de calcio (Tabla 1). Los costos para preparar una maquinada se estimaron en base a los precios relevados durante el 2020. También, se encuentra la concentración recomendada y el aporte de calcio, que se sitúa en promedio en 350 g cada 1000 L.

Respecto al manejo de la cosecha y poscosecha se recomienda:

- *Cosechar en el momento oportuno. La fruta cosechada temprano tiende a ser más susceptible al bitter pit que la cosechada posteriormente. No destinar a larga conservación fruta de cosecha temprana.*
- *Enfriar rápidamente la fruta y conservarla en atmósfera controlada, la cual ralentiza la evolución de los frutos hacia la senescencia y disminuye la incidencia de desórdenes ligados a déficit de calcio en los frutos, en particular bitter pit.*
- *Mantener altos valores de humedad relativa durante la conservación.*
- *La aplicación de cloruro de calcio al 2 % mediante el drencher fortalece las paredes celulares, aumenta la resistencia de los frutos y reduce la aparición de bitter pit.*
- *Segregar los lotes que se consideren susceptibles de tener bitter pit por dos a cuatro semanas, momento suficiente para que este se manifieste.*

- *Dejar una muestra de frutos a 20 °C por una semana, para que se manifiesten los síntomas y se pueda evaluar la severidad del problema y decidir el destino de la fruta.*

ANÁLISIS DEL STATUS NUTRICIONAL DEL CULTIVO

La concentración de calcio en la hoja no es un buen indicador del contenido de calcio en los frutos. Para poder predecir la calidad de la fruta y la probabilidad de desarrollar desórdenes es necesario realizar un análisis de nutrientes en fruto. Frutos con una concentración de calcio inferior a 5 mg cada 100 g de fruto (peso fresco) en las semanas previas a la cosecha tienen una alta probabilidad de presentar problemas durante la conservación.

En la Tabla 2 se referencian los rangos de concentración de calcio en manzanas para distintos países.

Tabla 2. Concentración de calcio en manzanas a cosecha.

País	Calcio en fruto a cosecha (mg/100 g PF)											
	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
Canadá												
Brasil												
Chile												
Argentina												
Nueva Zelanda												
Eslovenia												
EE.UU												
Italia												

Fuente: EEUU (USDA), Chile (Centro pomáceas), Argentina (INTA-AGQ). Otros países (Marangoni & Baldi, 2007)

Tabla 1. Fertilizantes foliares de Calcio disponibles en la Norpatagonia.

Fertilizante-industria	Calcio (%)	Otro componentes	Para 1000 L		
			Kg ó L	u\$	g Ca
Afital extra calcio	30,1		2	15,2	602
Calboron –Green Has	21,4	1 % B	2,5	42,0	536
Nitrato de calcio	18,9	15,5 % N	2,5	2,5	473
Pluscalcio –ANDO y cía	17,5		2,5	5,5	438
Wuxal-Ca - Brometan	17,2	10 %N	1,5	8,7	258
Carnival - FMC	16,1	14 % N	1	4,7	161
TB Has IDRO - Green Has	14,3	15 %N + 8 %K	2,5	39,4	357
Basfoliar Ca - Compo Expert	12,5		2,5	5,0	422
Afital calcio Boro	10,0	40 % MO	3	12,3	300
Stoller Ca-B	8,0	0,5 % B	2,5	13,5	278
Foliacon - Green has	7,1	9% N + 3 % Mg	2	14,6	142
Aminoquelant-Ca - Brometan	5,7	7 %MO + 5 % aa + 5 %N	2	15,7	114

MO (materia orgánica) aa (aminoácidos) Fuente: Curetti & de Rossi, 2021

sigue >>

No sólo es importante la concentración de calcio en el fruto, sino también su relación respecto a otros nutrientes como el nitrógeno, el potasio y el magnesio. Así, una relación N/Ca en torno a 10 se considera adecuada, y valores de 30 o más se relacionan con una mayor probabilidad de daño. También, una relación (K+Mg)/Ca superior a 20-25 se considera riesgosa.

Gracias a un acuerdo realizado entre el INTA Alto Valle y el laboratorio Agroconciencia (AGQ) fue posible estudiar las concentraciones de nutrientes en las principales variedades de manzano del Alto Valle. Además de muestras foliares en distintos momentos de la temporada, se realizaron análisis de frutos a fines de noviembre (Foto 2) y a cosecha.

Un análisis de fruto temprano, a 60 días luego de plena floración (DDPF) nos permite tener un diagnóstico a tiempo para, en caso de ser necesario, tomar medidas correctivas como aumentar el número de aplicaciones foliares de calcio. En Chile, el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca sugiere tomar una muestra de 36 frutos de 25-30 g para este análisis nutricional temprano.

Las concentraciones de calcio en fruto a 60 DDPF son superiores que las concentraciones a cosecha (Tabla 3). En nuestro estudio, esta disminución de la concentración de calcio (o dilución) fue algo superior

(60-68 %) a la hallada en Chile (50 %) (Lepe, Hernández & Yuri, 2011). En base a nuestras determinaciones, fue posible establecer que para obtener una concentración de 5 mg de calcio cada 100g de fruto a cosecha, es necesario lograr valores superiores a 14,5 mg/100g en el análisis nutricional de frutos a fines de noviembre.

Finalmente, para contribuir a la calidad de la fruta producida, además de tener en cuenta aspectos de manejo del monte frutal, la cosecha y la conservación, es necesario conocer el contenido nutricional de los frutos para caracterizar su calidad y detectar problemas a tiempo que sirvan para tomar medidas correctivas. •

Tabla 3. Peso, concentración y contenido de calcio en distintas variedades de manzana de Alto Valle en dos momentos: 60 días después de plena floración y cosecha.

Variedad	Peso (g)		Calcio (mg/100 g)		Ca (mg/fruto)	
	60 DDPF	Cosecha	60 DDPF	Cosecha	60 DDPF	Cosecha
'Gala'	26	145	15,8	5,0	4,1	6,9
'Red' spur	23	155	15,1	5,1	3,5	8,0
'Granny Smith'	33	145	12,2	4,5	4,3	7,5
'Cripps Pink'	17	160	16,4	5,6	2,4	9,0



Foto 2: Muestras de frutos tomadas a fines de noviembre en montes de manzanos del Alto Valle