

## Las Temperaturas altas y la deficiencia de Calcio en Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.)

Por  
**Dr. Ignacio Lazcano Ferrat**

Uno de los principales problemas asociados con las altas temperaturas es la pudrición apical de la fruta del tomate. Condiciones de baja humedad relativa combinadas con alta temperatura del aire y suelo provocan que la evapotranspiración de la planta se incremente. La planta y el fruto crecen con mas vigor y la demanda de nutrimentos es mayor. Lo anterior provoca la acumulación de calcio en las hojas pero puede ocasionar la deficiencia de calcio en los frutos. Debido a que la movilidad del calcio dentro de la planta es muy poca y el crecimiento del fruto es muy intenso, la cantidad de calcio que llega al fruto no es suficiente para llenar la demanda nutricional de variedades de alto rendimiento. Si a esto se le agrega que durante épocas de alta temperatura el funcionamiento de la raíz de la planta se ve afectado por la tensión osmótica que ocasiona la mayor concentración de sales en el suelo junto con sequías temporales, se puede esperar una menor cantidad de calcio en movimiento hacia los frutos de la planta. Condiciones de salinidad en el agua o suelo agravan la situación ya que las sales dificultan la absorción de agua y calcio por la planta incrementando la podredumbre apical. Existe evidencia científica que afirma que los vasos conductores de agua y sales minerales en el fruto son también afectados por la salinidad, bloqueando la asimilación de calcio y otros nutrimentos.

### Formas de prevenir la deficiencia de calcio en tomate:

Para mejorar la llegada de Calcio al fruto habrá que disminuir la temperatura para así disminuir la tasa de crecimiento del fruto y su demanda de calcio. Sin embargo, esto muy pocas veces es posible y solo cuando se cuenta con equipo sofisticado en invernadero o muy buen sistema de riego se logran resultados parcialmente exitosos. La mejor manera de evitar la deficiencia es mantener un buen nivel de Ca en la solución del suelo o en la solución nutritiva, en caso de producir tomate en invernadero.

La investigación en Universidades y otros centros de estudio reportan diferentes concentraciones ideales de nitrato de calcio que van desde 416 hasta 819 mg/ml de solución utilizando nitrato de calcio monohidratado ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ). En la preparación de la concentración de calcio final a utilizar, hay que considerar el balance con otros nutrimentos y la cantidad de éstos que contiene el agua de riego. Un ejemplo es la relación ideal que deben mantener el Calcio y el Magnesio que es de 3 a 1 (Ca:Mg) en mMol/l de solución. Esto significa que se debe, por ejemplo, mantener una concentración de 4.5 mMol/l de Ca y 1.5 mMol/l de Mg en una solución hidropónica ideal. La tabla siguiente indica un ejemplo sencillo de los niveles necesarios para la preparación de una solución que contiene nitrato de calcio monohidratado.

Nutrientes <i>mMol/l</i>	Potasio $\text{K}^+$	Calcio $\text{Ca}^{++}$	Magnesio $\text{Mg}^{++}$	Total
<i>Disolución ideal en mMol/l</i>				
Nitrato $\text{NO}_3^-$	3	4.5	-	<b>7.5</b>
Fosfato $\text{H}_2\text{PO}_4^-$	2	-	-	<b>2.0</b>
Sulfato $\text{SO}_4^{=}$	2	-	1.5	<b>3.5</b>

Fuente: Carlos Cadahia. Fertilización. en: El cultivo del Tomate Editor Fernando Nuez. 1995. España

Para poder suplir las cantidades indicadas en la tabla anterior, se puede utilizar:

Fertilizante o producto	mM/l	mg/l
$\text{NO}_3\text{H}$	4	252*
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	2.3	416.3
$\text{KNO}_3$	3.4	343.4
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	2	272

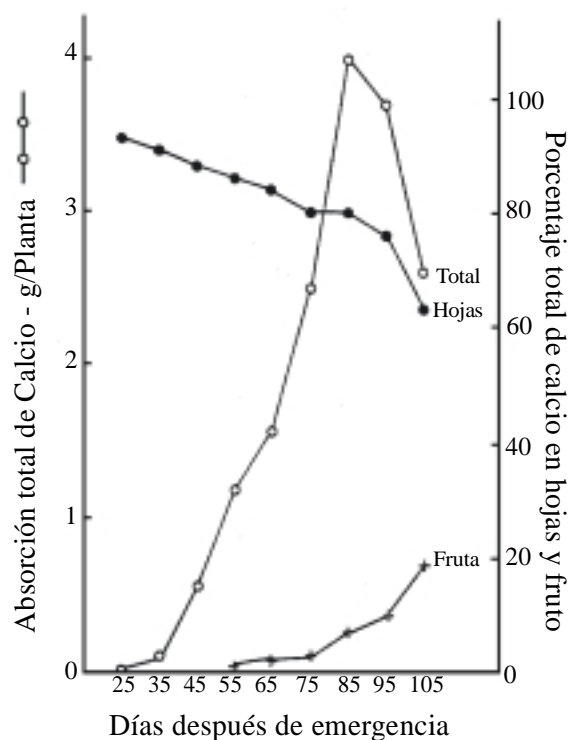
\* $\text{NO}_3\text{H}$  (37%) pasar de mg a ml según la densidad del ácido. El pH debe de estar entre 5.5 y 6.0.

Las hojas del tomate con deficiencia de Ca presentan márgenes necróticos y las hojas de las plantas jóvenes se doblan en forma de "copa", hacia arriba. Además, la tasa de crecimiento se ve reducida y las partes "nuevas" no crecen. Aplicaciones de  $\text{KNO}_3$  pueden intensificar la deficiencia de Ca cuando la planta es joven (plántula) y se recomienda tener mucho cuidado con aplicaciones foliares o excesivas de  $\text{KNO}_3$  sin checar antes los niveles de Ca en suelo y planta. La deficiencia de calcio en plántulas se puede intensificar en suelos con

menos de 0.5 meq de Ca + Mg en 100 g de suelo. La punta de la raíz muere y la radícula se ramifica. Aplicaciones foliares combinadas de nitrato de potasio con nitrato de calcio son muy convenientes para evitar la deficiencia de los nutrimentos críticos durante el llenado de fruto, N, K y Ca. La **figura 1** muestra la curva de acumulación de Calcio por la planta de tomate. En ella se puede observar como después de 65 días la absorción de Calcio por el fruto se incrementa, y el de las hojas disminuye drásticamente. También se puede observar como el % de Ca en el fruto llega hasta 20% y que el total de Ca absorbido por toda la planta del tomate puede representar hasta 4 gramos por planta (en base seca). El monitoreo de los niveles de Ca en las hojas durante los momentos de expansión del fruto es muy importante. En el momento de "llenado", las hojas deben tener mas de 3% de calcio; niveles mas bajos de 1% representan deficiencia y niveles entre 1.5 y 3% nos indican respuesta a las fertilizaciones foliares con nitrato de calcio. La tabla siguiente presenta la concentración de Calcio en diferentes partes de la planta del tomate a través del ciclo de cultivo.

Días después de la emergencia	Parte de la planta	Concentración del Nutrimento (% base seca)
21	Toda la planta	2.58
28	<b>Toda la planta</b>	<b>2.92</b>
35	Toda la planta	2.63
42	<b>Toda la planta</b>	<b>2.59</b>
49	Ramas	1.22
	Hoja	2.95
	Fruto	0.12
56	<b>Ramas</b>	<b>1.40</b>
	<b>Hoja</b>	<b>3.08</b>
	<b>Fruto</b>	<b>0.12</b>
63	Ramas	1.13
	Hoja	3.06
	Fruto	0.14
70	<b>Ramas</b>	<b>1.07</b>
	<b>Hoja</b>	<b>3.09</b>
	<b>Fruto</b>	<b>0.30</b>
77	Ramas	1.25
	Hoja	4.31
	Fruto	0.23
84	<b>Ramas</b>	<b>1.38</b>
	<b>Hoja</b>	<b>3.49</b>
	<b>Fruto</b>	<b>0.16</b>
91	Ramas	1.63
	Hoja	4.22
	Fruto	0.17
105	<b>Toda la planta</b>	<b>3.28</b>
	<b>Fruto</b>	<b>0.18</b>

**Figura 1 .-** Muestra la curva de acumulación de Calcio por la planta de tomate durante un periodo de crecimiento de 105 días.



La fertilización con nitrato de calcio es una buena alternativa si se busca buena calidad y rendimiento. Además, su efecto sobre la vida de anaquel (post cosecha) se ve incrementada cuando existe un buen balance Ca:K, Ca:N y Ca:Mg.

Considerar el total de nutrimentos extraídos del suelo por la planta así como los momentos de máxima absorción y controlar el balance entre ellos resultará en incrementos en rendimientos y calidad de fruta

### Bibliografía

o Nuez Fernando (1995) El cultivo del tomate, Ed. Mundi Prensa,

o Bennet William F. (1994) Nutrient Deficiencies & Toxicities in Crop Plants, APS Press pp139