

# La relación imprevisible entre un macro y un micronutriente.

## El caso del Ca/B.

Ildefonso Bonilla Mangas

Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Biología. Facultad de Ciencias.

Madrid 28049.España.

Se ha observado la existencia de una interacción entre el B y el  $\text{Ca}^{2+}$  en diversos organismos fotosintéticos. Ambos nutrientes poseen características comunes: baja movilidad, reducida concentración citoplasmática, alteración del crecimiento en la deficiencia, función estructural en pared... De hecho, se lleva considerando la relación B- $\text{Ca}^{2+}$  como indicador del estado nutricional de la planta desde hace más de medio siglo (Brennan E.G. y Shive J.W., 1948). La cantidad y disponibilidad de uno de los nutrientes influye en la distribución (Ramón A.M. y col., 1990) así como en sus requerimientos del otro para conseguir en la planta un crecimiento óptimo (Teasdale R.D. y Richards D.K., 1990). Estos efectos sugieren un papel del  $\text{Ca}^{2+}$  sobre la absorción o transporte del B. Así, se observó que bajo la deficiencia de B, en tomate se produce el “blossom end rot” o podredumbre apical en el tomate. Como consecuencia de esta falta de B, tiene lugar una disminución de la movilidad del  $\text{Ca}^{2+}$  en la planta y se produce su deficiencia en el fruto, dando lugar al trastorno descrito. Estos resultados se confirmaron años más tarde al detectarse que la deficiencia de B produce un incremento en la absorción de  $\text{Ca}^{2+}$  por la planta pero, sin embargo, inhibe su transporte hacia la parte superior de la misma. Este efecto es específico para el  $\text{Ca}^{2+}$ , pues el transporte de  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  no se ve apenas afectado.

De alguna manera el B y el  $\text{Ca}^{2+}$  co-actúan en la membrana celular, al observarse bajo deficiencia de B una disminución de  $\text{Ca}^{2+}$  en la membrana y un incremento de  $\text{Ca}^{2+}$  en el apoplasto. Se propuso que el  $\text{Ca}^{2+}$  en membrana está estabilizado por las cargas negativas en el ramnogalacturonano suministradas por el B, de ahí que en su ausencia, el  $\text{Ca}^{2+}$  sea desplazado y pase al apoplasto. No obstante, la mayor parte de los estudios se han llevado a cabo en la pared celular. Por medio de estudios químicos, se descubrió que el  $\text{Ca}^{2+}$  puede formar complejos con polihidroxicarboxilatos unidos a través de enlaces borodiéster (Van Duin M. y col., 1987). A pesar de pensarse en un principio que el  $\text{Ca}^{2+}$  interactuaba con el átomo de B directamente, análisis espectroscópicos realizados sobre dímeros de boro-ramnogalacturonano II desmintieron esa idea (O'Neill

M.A. y col., 1996), indicando que el  $\text{Ca}^{2+}$  se une a grupos hidroxilo o a grupos carboxilo presentes en la molécula de ramnogalacturonano II. Actualmente se propone que el  $\text{Ca}^{2+}$  promueve la formación de dímeros de boro–ramnogalacturonano II en la pared y que su unión a los mismos por medio de enlaces iónicos y coordinados en la región del ácido poligaracturónico los estabiliza (Kobayashi M. y col., 1999). Por otra parte, nosotros hemos encontrado que niveles altos de B y Ca que, por separado serían tóxicos, en condiciones de salinidad revierten los efectos nocivos de la misma, sobre todo en leguminosas crecidas en condiciones de fijación biológica de nitrógeno (Bolaños et al., 2006).

Finalmente, hemos de enunciar que las investigaciones sobre el B y el Ca son temas totalmente abiertos en el que todos los días se hacen aportaciones que solo el tiempo dirá de su trascendencia.

#### BIBLIOGRAFIA

BONILLA I, BOLAÑOS L. Boron-calcium relationship in biological nitrogen fixation under physiological and salt-stressing conditions. En: Production practices and quality assessment of food crops. Vol 2. Mineral nutrition and pesticide management. Ed: Dris R. Kluwer Academic Publisher's pp.139-170. (2004)

KUDLA J., BATISTIC O. and HASHIMOTO K. Calcium signals: The lead currency of plant information processing. Plant Cell (2010)