

## Nutrición y estrés hídrico

### Manejo de Calcio, Boro y Zinc



El agua constituye uno de los recursos cada vez más escasos en el mundo, disminuyendo la productividad en el campo agrícola. Esta problemática afecta negativamente la fisiología de las plantas, limitando la fijación de CO<sub>2</sub> y el metabolismo de las plantas<sup>3</sup>. El manejo de la nutrición constituye una de las alternativas más implementadas para contrarrestar los efectos adversos de la deficiencia de agua<sup>1</sup>, la cual juega un papel importante en el mantenimiento y la regulación de los procesos metabólicos de la planta. Algunos estudios sugieren que en bajas concentraciones de nutrientes del suelo, la planta tiende a absorber más agua para tomar la misma cantidad de nutrientes en un suelo con fertilidad adecuada<sup>4</sup>. Luego de conocer la importancia del Mg, S y N en la recuperación de cultivos, en condiciones de estrés por sequía (*INGENOTAS 3<sup>ra</sup> Edición.*), a continuación se expone el efecto que tiene en la planta el Ca, B y Zn bajo estas condiciones.

**El manejo de la nutrición constituye una de las alternativas más implementadas para contrarrestar los efectos adversos de la deficiencia de agua**

## Calcio

El Calcio es un componente estructural de gran importancia en la pared celular, controla la actividad metabólica de la planta e incrementa el crecimiento bajo condiciones de estrés hídrico. En respuesta a sequía el Ca<sup>2+</sup> promueve la acumulación de prolina en el ajuste osmótico<sup>35</sup> y dentro de los nutrientes es el mayor controlador del metabolismo y desarrollo de la planta<sup>36</sup>. El Ca<sup>2+</sup> es considerado como un mediador de la respuesta al estrés durante y en la recuperación de un daño, así como en la adaptación al estrés<sup>37</sup>. En condiciones de sequía se ha encontrado que es necesario para la recuperación de la ATPasa en la membrana, que es requerida para bombear los nutrientes que se perdieron durante el daño celular<sup>37</sup>. El Ca<sup>2+</sup> tiene un papel fundamental en el mantenimiento de la estructura celular, además de mediar la traducción de señales de ABA en las células guarda, regulando el cierre estomático por la inducción de la salida de iones como el K<sup>+</sup>

y el Cl<sup>-</sup> al apoplasto y el ingreso de Ca<sup>2+</sup> a la célula mediante transportadores específicos, el cual se une a diferentes proteínas citosolicas como la calmodulina que permite la percepción y transducción de señales en condiciones de déficit hídrico<sup>62, 63</sup>, reduciendo así la turgencia de las células como respuesta al estrés<sup>44</sup>. Estudios realizados en soya con aplicaciones de Ca<sup>2+</sup> adicionales a la fertilización, han demostrado mayor tolerancia al déficit hídrico incrementando el contenido relativo de agua (CRA) con respecto a los tratamientos sin aplicación adicional de Ca<sup>2+</sup> (Figura 1)<sup>64</sup>.

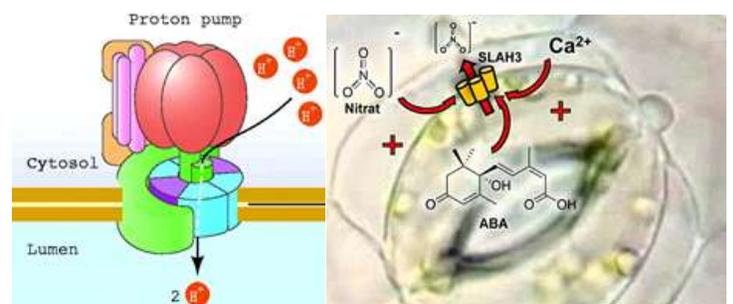


Figura 1. Bomba de protones en la membranas (ATPasa) y regulación de apertura y cierre estomático mediado por Calcio, ABA y Nitrato. <http://www.uni-wuerzburg.de/en/sonstiges/meldungen/detail/artikel/nitrat-als/>; <http://physiologyonline.physiology.org/content/19/4/207>.

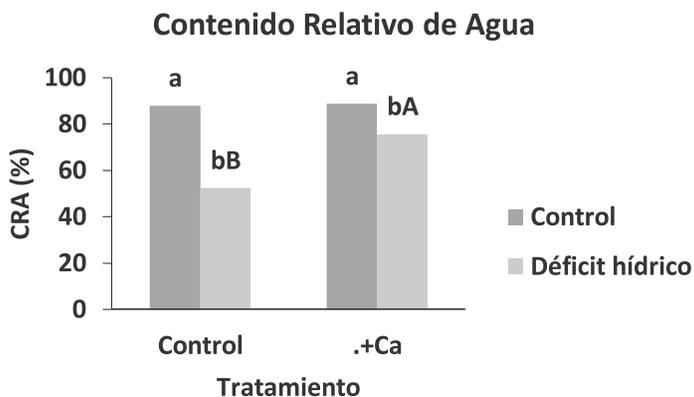


Figura 2A. Contenido Relativo de Agua (CRA) de un cultivo de soja con aplicaciones de Ca en condiciones de déficit hídrico y con óptimo suministro de agua (Testigo). El CRA es una medida en % del contenido de agua en las hojas. Adaptado de: Fioreze et al., 2013.



Figura 2B. Planta de Soja con estrés hídrico. Tomado de <http://www.siftag.org/>

## Zinc

Deficiencias de Zn se asocian con disminución en la fotosíntesis por una reducción en la conductancia estomática y en la concentración intracelular de  $\text{CO}_2$ <sup>47</sup>. Estas deficiencias pueden ocasionar la reducción en el potencial hídrico de la planta<sup>47</sup>, así como una menor tasa transpiratoria<sup>49</sup>. Se presume que el papel Zn en condiciones de déficit hídrico esté relacionado con la síntesis de auxinas<sup>50</sup>, estimulando el crecimiento de las raíces para la búsqueda de agua y nutrientes. Otro mecanismo, es la reducción de la actividad de la NADPH oxidasa que a su vez disminuye la generación de Especies Reactivas de Oxígeno (ROS)<sup>50</sup>, el cual puede afectar los diferentes componentes celulares generando estrés oxidativo<sup>65</sup>. Estudios realizados en garbanzo y maíz, han demostrado incrementos en el potencial hídrico de las hojas, el CRA y la tasa neta fotosintética con aplicaciones de Zn en condiciones de estrés por déficit hídrico (Figura 2).



Figura 4. Deficiencias de Zinc en Maíz. Tomado de: <http://geadecolon.com.ar/micronutrientes-en-cultivos-extensivos-necesidad-actual-o-tecnologia-para-el-futuro-part-2/>.

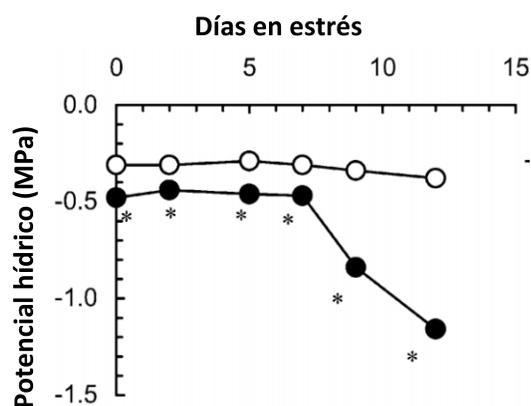


Figura 3. Potencial hídrico de las hojas en plantas de garbanzo con dosis óptimas (círculos negros) y deficientes (círculos vacíos) de Zinc Khan et al., 2004.

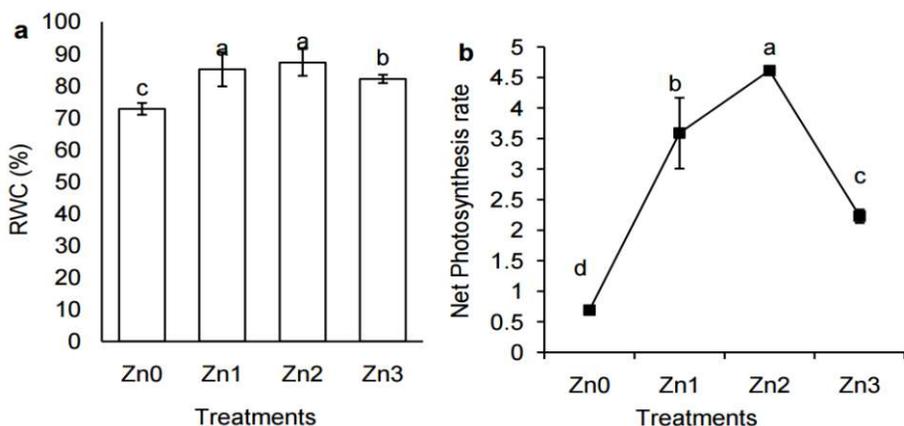


Figura 5. Efecto de incremento en dosis de Zinc en el contenido relativo de agua (CRA) y tasa fotosintética en hojas de maíz (Munirah et al., 2015).

## Boro

El B es un elemento que interviene en la resistencia de los tejidos vegetales, relacionándose directamente con la estructura de la pared celular y la integridad de la membrana plasmática<sup>60</sup>. Al mejorar la nutrición con B en condiciones de sequía, se puede estimular la actividad de la ATPasa, permitiendo así mantener la permeabilidad de la membrana y modular adecuadamente el grado de hidratación y la fluidez de la bicapa lipídica<sup>61</sup>. Se plantea que al suplir boro se mejora el transporte de azúcares que junto a una mayor formación de flores y polen (polinización) mejoran la formación de granos y semillas. Estudios realizados en girasol, han demostrado incrementos en los rendimientos del girasol con la aplicación de B en condiciones de déficit hídrico (Figura 3)<sup>66</sup>.



Figura 7. Polinización en tomate y planta se calabacín con estrés hídrico. Tomado de: <http://www.ecofisiohort.com.ar/>.

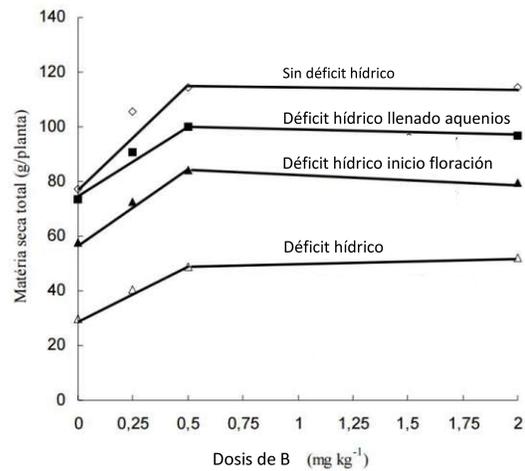
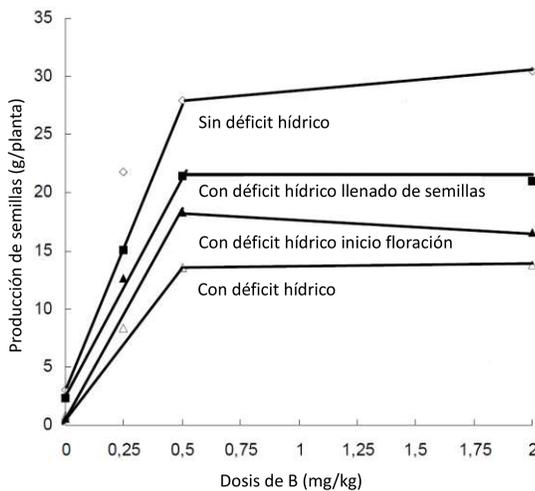


Figura 8. Efecto de las dosis de B en el rendimiento y producción de materia seca del cultivo de girasol en condiciones de estrés por déficit hídrico al 75% de la dosis óptima. Tomado de: Castro et al., 2005.



Aplicaciones Foliares  
Dosis de: 0,4-0,5L/200L

Pensando en los efectos adversos que trae consigo una condición de sequía en los diferentes cultivos, nuestra compañía ha desarrollado tecnologías como **Glucoplant Calcio-BZn**, que por su contenido de nutrientes Calcio, Boro y Zinc, permite un mejor balance hídrico de las plantas, estimulando mayor desarrollo de las raíces para una óptima absorción de agua y nutrientes y un mejor transporte de fotoasimilados para mejorar la formación de granos y semillas, haciendo que las plantas mantengan un desarrollo óptimo en épocas críticas en condiciones ambientales adversas.