

Aspectos Fisiológicos del BORO:

1. La vicia es una planta típica para la caracterización de la deficiencia de B.
2. Las plantas lo absorben en forma pasiva como $B(OH)_3$ y también como borato, $B(OH)_4^-$ y es transportado por el xilema hacia la parte aérea como el Ca^{+2} . Por lo que la absorción de B por parte de la planta está asociada a la disponibilidad de agua.
3. GOLDBACH, 1985 - Es fundamental para mantener la integridad de las membranas. Para que se encuentre soluble en la planta las disponibilidades de este elemento debe ser elevada. Esto ocurre en muchos tejidos que están muriendo a fines del ciclo por lo que el B puede removilizarse luego de la cosecha en caso de los frutales.
4. Fisiológicamente, el B se asemeja al P, especialmente en lo que se refiere a formación de ésteres.
5. AUGSTEN & EICHORN, 1976 - Las propiedades del B se deben principalmente a su habilidad para formar complejos con los grupos $cis-OH^-$ de compuestos polihidroxílicos (polisacáridos, fenoles, flavonoides) y posiblemente nucleótidos. Esto se explica porque el Si, el Al y el Ge retardan la aparición de la deficiencia de B por desplazar al B de los grupos OH^- , por lo que el B permanece soluble, móvil y activo aunque sea temporalmente. Los compuestos formados entre el B y los grupos hidroxilos permiten estabilizar las propiedades de la membrana citoplasmática aumentando su permeabilidad.
6. Es fundamental para el normal crecimiento de los diferentes órganos.
7. El B no forma ningún puente entre enzima y sustrato, pero se sabe que el B está implicado en potenciar la actividad de algunas enzimas, entre ellas las peroxidasas, catalasas, varias oxidasas, amilasas y sacarasas. Principalmente de aquellas enzimas que promueven la formación de compuestos constituyentes de las paredes celulares.
8. Otras funciones: metabolismo de los ácidos nucleicos, metabolismo del nitrógeno, sistema central de información que controla el crecimiento y diferenciación, aumenta la permeabilidad de la membrana, en el transporte de azúcares, formación de flores, germinación del polen, cuaje de frutos, mantenimiento hídrico interno, metabolismo y transporte de fitohormonas.
9. GAUCH & DUGGER, 1968 - Facilita el transporte de azúcares. Esto es muy importante porque permite el transporte de callosa, fundamental para la síntesis de haces vasculares.
10. En ausencia de B, se acumula almidón en las hojas; los cloroplastos se tornan más oscuros precisamente por no poder ser metabolizado el almidón. Es decir, el B previene la polimerización de azúcares en el sitio en donde estos son sintetizados, por lo que se facilita su transporte. Es por ello que el B aumenta el contenido azúcares y almidón en frutos y órganos de reserva por ej: papas.
11. Por sus propiedades en lo referido a la fosforilación, promueve la síntesis de almidón y celulosa. Eso ayuda a mantener un equilibrio de azúcares, es decir entre productos de la fotosíntesis de bajo peso molecular y los almacenados como por ej: almidón. Por ello en deficiencia de B, se produce acumulación de carbohidratos solubles y se inhibe la incorporación de microfibrillas en la pared celular. La estructura fina de las paredes celulares se ve afectada en ausencia de B.
12. Se altera la diferenciación del cambium, por lo que no hay crecimiento secundario y por ende hay alteraciones en el crecimiento. Esto afecta también a la diferenciación de haces vasculares, los cuales en ausencia de B, serán deformados y de paredes delgadas. El 50% del B se encuentra en una planta en los haces vasculares.
13. Afecta positivamente la síntesis de lignina y la lignificación, evitando la acumulación de sustancias fenólicas. En ausencia de B, por esta razón, las papas rápidamente se vuelven marrones cuando se cortan.
14. STEINECK, 1951 - La formación de melanina en papas se debe a la deficiencia de B por la liberación de tirosina. También demostró que sumergiendo las papas en una solución 0.1 molar de solución de ácido bórico, se mejoraban las propiedades de brotación.
15. HUNDT, 1970 - En plantas deficientes en B no sólo que se frena la síntesis de ARN y ADN, sino que se potencia la actividad de las ribonucleasas, promoviendo su descomposición.
16. HUNDT, 1970 - La deficiencia de B lleva a la acumulación de NO_3^- , bajo contenido de proteínas en el citoplasma celular, deformación del núcleo celular, y otras anomalías del núcleo.

17. AUGSTEN & HUNDT, 1970 - Tal vez la función más importante en el metabolismo de la planta es aquella que está relacionada con los procesos energéticos de fosforilación y desfosforilación. Plantas que contiene bajo P necesitan más B que aquellas con un adecuado status de P. La concentración de ATP decrece y la actividad de la ATPasa aumenta. En otras palabras, se consume energía inútilmente. Este proceso es más marcado a elevada con temperatura.
18. KIBALENKO, 1973 - Altos niveles de actividad fosforilativa está siempre asociada con compuestos conteniendo complejos con B, y por eso los cloroplastos son ricos en B.
19. En lo referido a la fotosíntesis, el B juega un papel importante, impidiendo el consumo excesivo de sintetizados en la respiración, al mantener una actividad fosforilativa eficiente.
20. RAJARATHAN, 1971 - Notó que plantas con adecuados niveles de B se potencia la síntesis de leucoantocianos, aumentando la resistencia a enfermedades virales, fúngicas y al ataque de insectos.
21. HOLEVAS, 1976 - La absorción de K^+ es mucho más intensa en plantas con buenos niveles de B. Contrariamente, altas cantidades de K^+ disponible puede intensificar una deficiencia existente de B.
22. TOLGYESI & KOZMA, 1974 - Hay una correlación positiva entre contenido de B y tenores de K^+ y Mg^{+2} en pastos.
23. TEARE, 1974 - Un buen nivel en B, potencia la absorción de P.
24. Fertilizaciones con Ca^{+2} intensifica las deficiencias de B, tanto por aumentar el pH de los suelos, como por aumentar las concentraciones de Ca^{+2} en los tejidos jóvenes, disminuyendo la concentración de B soluble total.
25. Plantas deficientes en Ca^{+2} son más sensibles a los excesos de B, mientras que a medida que se aumentan los tenores de Ca^{+2} , se requieren mayores niveles de B para una situación de toxicidad.
26. En alfalfa puede esperarse una deficiencia de B si la relación Ca:B es $>$ a 500.
27. El contenido de B de los órganos reproductivos (anteras, estilo, estigma y ovario) es relativamente alto. Complejos pectina-boratos son los encargados de potenciar la ruptura prematura del tubo polínico y posterior crecimiento del tubo.
28. ADUAYI, 1979 - alta correlación positiva entre contenido de B y N° de floraciones en tomate, proporción de floraciones no perdidas y peso de los frutos.
29. SHERRELL, 1983 - Encontró la misma correlación para alfalfa, especialmente el número de semillas por flor. 17-18 ppm son rangos críticos.
30. En leguminosas la formación de nódulos es mucho más prolífica en presencia de B.
31. Permite una mayor tolerancia a las heladas.
32. En zanahorias promueve una mayor síntesis de carotenos.
33. Las demandas de B son mayores durante floración y cuaje.
34. Con menos de 30 ppm generalmente hay deficiencia de B en las plantas.

Condiciones de Deficiencia de BORO:

1. GÄRTEL, 1974 - Reportó que la deficiencia de B es la principal enfermedad no parásita de la vid.
2. El contenido total de B no es un buen indicador para determinar B disponible para las plantas. Para determinar ese nivel disponible para la planta, debe considerarse la concentración de B en la solución del suelo y la velocidad con que este es repuesto por el llamado pool lábil de nutrientes. La determinación de B en el pool lábil de nutriente se realiza con una extracción con agua caliente usando el método de BERGER & TRUOG, 1944.
3. La deficiencia se potencia en suelos livianos y arenosos con altas precipitaciones o riegos pesados o suelos que han sido encalados.
4. Suelos con alto pH y elevado niveles de arcilla contiene alta cantidad de B extractable con agua caliente y el pH crítico de suelo al cual la disponibilidad del B se hace peligrosa, aumenta a medida que aumenta el

- contenido de arcilla. Suelos con 25-30% de arcilla y bajos pH pueden variar los límites de deficiencia de 0.2 a 0.8 ppm. La illita adsorbe mucho más B que la montmorillonita o caolinita.
5. WEAR & PATTERSON, 1962 - La disponibilidad de B es mayor en suelos más arenosos que en los arcillosos.
 6. En suelos ácidos el B se encuentra adsorbido a los geles de Al y Fe.
 7. La relación Mg:B en el suelo es importante para determinar la absorción del B por la planta, particularmente si el contenido de Mg del suelo es alto.
 8. La disponibilidad del B en el suelo está gobernada por el pH y la humedad o sequedad del mismo.
 9. Si los niveles de B se encuentran entre pobre y medio, la aparición de deficiencias dependerá de las condiciones climáticas, puesto que con mayor humedad aparentemente no se verán síntomas.
 10. Períodos de alternancia entre humedad y sequedad de suelo, aumentan la adsorción del B a los coloides del suelo.
 11. $\text{pH} > 6.5$, suelos arenosos y abundante agua son las condiciones predisponentes típicas de la deficiencia de B.
 12. WEAR & PATTERSON, 1976 - Cuando un suelo es encalado a niveles de pH de 6.3 a 7.4, el contenido de b de la planta decrece radicalmente sin que varíe el contenido de B extractable por agua caliente del suelo.
 13. La caída del B disponible en suelos encalados se debe no sólo al aumento de pH sino también a la presencia del ión Ca^{+2} , ya que se forma $(\text{BO}_3)_2\text{Ca}$ en co-precipitación con $(\text{CO}_3)_2\text{Ca}$.
 14. Al moverse con la transpiración, los contenidos de B de márgenes y ápices son mucho mayores. Condiciones de alta humedad ambiente inducen deficiencia de B al limitar las condiciones de transpiración.
 15. El B no es redistribuido desde hojas viejas en condiciones de deficiencia debido a la gran inmovilidad del elemento.
 16. La muerte de la yema terminal en dicotiledóneas por deficiencia de B se debe a la acumulación de sustancias fenólicas; éstos inactivan las AIA-oxidasas, aumentando la concentración de auxinas combinadas, mientras que las auxinas libres decrecen en toda la planta produciéndose las restricciones de crecimiento similares a las de Zn. También se produce una restricción de la glicólisis intensificando el uso del ciclo de las pentosa-fosfato como oxidante de azúcares.
 17. Interfiere con la estructura macromolecular del ADN y con la división celular.
 18. Las plantas deficientes en B son menos eficientes para la absorción del P.
 19. EICHORN, 1977 - La deficiencia de B interfiere con la síntesis de AG_3 y CYT. B más AG_3 estimulan la germinación.
 20. FACKLER, 1985 - AIA y ABA disminuyen en condiciones de deficiencia de B.
 21. La deficiencia promueve la división celular sin división de núcleo, por lo que el B cumpliría un rol en la copia y transferencia del material genético.
 22. Las deficiencias pueden corregirse con pulverizaciones de soluciones de Borax (11,3% de B) al 0,2-0,3%, pero la mejor forma de corregir el problema del B es vía suelo, aplicando de 1 a 3 Kg de B/ha.
 23. La deficiencia de B está asociada con niveles de B en el rastrojo de 2 ppm.