

VARIACIÓN ESTACIONAL DE BORO EN AGUACATERO (*Persea americana* Mill.) CV. COLÍN V-33

A.M. Castillo-González¹; E. Avitia-García¹; J.L. Tirado-Torres²; M. Rubí-Arriaga³

¹Depto. de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, 56230, Chapingo, Edo. de México. México.

²Sección Nutrición Vegetal, Programa de Edafología, IRENAT, Colegio de Postgraduados, 56230 Montecillo, Edo. de México. México.

³Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S. C., 51700, Coatepec Harinas, Edo. de México. México.

RESUMEN

Se determinó mensualmente la concentración de B en hojas, por zona de la copa del árbol (norte y sur) así como y en inflorescencias de otoño y de invierno en aguacatero 'Colín V-33' con la finalidad de conocer la variación estacional de este elemento. Los resultados mostraron que la concentración de B en las hojas no varió considerablemente con la fenología del árbol, pero los valores fueron de insuficiencia (39.2-48.7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a peso seco). En las inflorescencias, se registró menor concentración de B que en las hojas y se manifestó una dominancia apical por este elemento. No se encontraron diferencias en la concentración de B de las hojas y de las inflorescencias entre las zonas norte y sur de la copa del árbol, ni entre las inflorescencias de otoño y de invierno; lo que sugiere una distribución homogénea del elemento en la planta a través del tiempo.

PALABRAS CLAVE: Fenología, hojas, inflorescencias, nutrimentos, B, aguacate.

SEASONAL VARIATION OF BORON IN AVOCADO (*Persea americana* Mill.) CV. COLIN V-33

SUMMARY

The content of B was determined monthly at north and south sides of the tree canopy, in leaves and autumn and winter inflorescences of the 'Colín V-33' avocado, in order to know the seasonal variation of B. The results show that the content of B in leaves did not change with tree phenology, but values were of insufficiency (39.2-48.7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ of dry weight). Minor content of B was registered in inflorescences than in leaves, and an apical dominance by this element was observed. Differences between B content on leaves and inflorescences were not found either north and south sides of the canopy or between autumn and winter inflorescences. The results suggest an homogeneous distribution of B in the plant through the time.

KEY WORDS: Phenology, leaves, inflorescences, nutrients, B, avocado.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la limitada investigación que se ha realizado en aguacatero acerca de la caída temprana de frutos, la mayoría de los trabajos se han enfocado a conocer la competición por carbohidratos entre los frutos jóvenes y el crecimiento vegetativo que se presenta durante el período crítico de retención del fruto y poco se ha enfocado hacia el papel que juegan los elementos minerales sobre este proceso.

El B es uno de los elementos minerales que más se ha estudiado en relación al amarre de frutos. Se conoce que el B es esencial para la germinación del polen y para el crecimiento del tubo polínico *in vitro* a través del estigma, estilo y ovario (Thompson y Batjer; citados por Faust, 1989), y para las divisiones mitóticas necesarias para producir los núcleos espermáticos (Lovatt, 1993). Tam-

bién se ha observado que incrementa la división celular y la síntesis de ácidos nucleicos en el fruto en desarrollo, lo que incrementa su posibilidad de retención (Faust, 1989). No obstante, se conoce muy poco acerca de la influencia del B sobre el amarre de fruto en frutales subtropicales y sobre los mecanismos por los cuales el crecimiento del tubo polínico y amarre de fruto son afectados por él (Robbertse *et al.*, 1990). En experimentos semi *in vivo* (con las flores de aguacate separadas del árbol y colocadas en agar), se encontró que el mejor crecimiento del tubo polínico (alcanzando el ovario) se obtuvo en aquellas flores suplementadas con concentraciones de B de entre 50 y 100 $\text{mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ (Robbertse y Coetzer, 1988; Robbertse *et al.*, 1990). De lo que se desprende que se requiere de una cierta concentración de B en la planta, antes de la floración para una adecuada fecundación y amarre de fruto.

Se han conducido diversos trabajos con la finalidad de mejorar el amarre de fruto de diversos cultivares de aguacatero realizando aspersiones de B al follaje, solo (Robbertse *et al.*, 1992) o combinado con urea (Robbertse *et al.*, 1990; Lovatt, 1993; 1994a; Jaganath y Lovatt, 1995), o bien, aplicándolo directamente a las inflorescencias solo o en combinación con fósforo y potasio (Lovatt, 1994b).

Con base en lo anterior, el presente trabajo se estableció con los objetivos de: conocer la variación estacional de la concentración de boro en hojas y determinar si hay diferencias en la concentración de boro en hojas e inflorescencias por zona de la copa del árbol (norte y sur).

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron árboles de aguacatero 'Colín V-33' de 20 años de edad, injertados sobre portainjertos de semilla de la raza Mexicana, ubicados en el campo experimental La Cruz, perteneciente a la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S. C., localizada a 1 km al sureste de la cabecera municipal de Coatepec Harinas en el Estado de México, México.

Toma y manejo de muestras

Se tomaron muestras mensuales, seis hojas sanas y maduras, por zona de la copa del árbol (norte y sur) de septiembre de 1993 a agosto de 1994. También se hicieron muestreos de inflorescencias (10 a 12) por zona de la copa y por árbol en dos ocasiones, una en octubre de 1994 y otra en enero de 1995. Las panículas se dividieron en dos partes, la apical y la basal, que se manejaron por separado para las determinaciones.

En el laboratorio, las muestras se lavaron con agua de la llave y posteriormente con agua destilada dos veces más. Se secaron en estufa con aire circulante a temperatura constante de 65°C durante 48 horas. Ya secas, las muestras se molieron en un molino de acero inoxidable con malla del número 40. Se usaron 0.25 g de muestra seca, los que se colocaron en cápsulas de porcelana y se sometieron a digestión seca en mufla a 550°C hasta obtener cenizas blanco-grisáceas. La determinación del boro se hizo por el método colorimétrico de curcumina descrito por Dible *et al.* (1954), leyendo la absorbencia a 540 nm en un espectrofotómetro Spectronic 20. Las concentraciones ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) se calcularon en base a peso seco (p.s.).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

El diseño experimental fue uno completamente al azar con tres repeticiones por zona, la unidad experimental estuvo constituida por un árbol. Para el análisis de los

resultados, se realizó un análisis de varianza, tomando como base un diseño de tratamientos factorial, en donde los factores para hojas fueron: zona de la copa del árbol (norte y sur) y fecha de muestreo; en el caso de las muestras de inflorescencias, además de los dos factores anteriores; se tuvo el factor parte de la inflorescencia (apical y basal). Se realizó también la prueba de medias de Tukey ($P\leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hojas

La concentración de B en hojas varió de 39.2 a 48.7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a p.s., dichos valores se ubican en el intervalo de valores bajos (20 a 49 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a p.s.) de acuerdo a las tablas de Benton *et al.* (1991) para aguacate; sin embargo, los árboles no manifestaron síntomas visuales de deficiencias de este elemento. Estadísticamente no se encontró interacción entre los factores fecha de muestreo y zona de la copa del árbol, tampoco se observaron diferencias estadísticas en las concentraciones de las hojas de las dos zonas de la copa (45.2 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a p.s. para la zona norte y 44.8 para la sur); sin embargo, en los árboles se observó diferencia en el avance de los estados de desarrollo (floración y brotación) lo que no influyó en la distribución de este nutrimento. Generalmente en este huerto, la zona sur de la copa recibe la incidencia de los rayos solares antes que la zona norte, esta última es la que manifiesta un retraso de hasta 10 semanas en la floración y en la brotación vegetativa.

También se observó que las concentraciones de B en hojas no variaron considerablemente con los eventos fenológicos que se presentaron a lo largo del año (Figura 1). De septiembre a diciembre se registró un ligero descenso (de 47.5 a 42.1 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a p.s.) en la concentración de B en las hojas, lo que coincidió con la floración de otoño, el amarre de fruto de esta floración, el inicio de la segunda floración (de invierno) y el inicio del crecimiento vegetativo de invierno-primavera. De enero a marzo se registraron valores semejantes (48.3, 47.5 y 48.7 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, respectivamente), pero más altos que en los meses anteriores y que en los posteriores, lo que coincidió con la etapa de plena floración de invierno y el crecimiento vegetativo de invierno-primavera, sin que esto provocara el abatimiento de la concentración de B en las hojas.

Inflorescencias

La concentración de B en las inflorescencias fue menor que el de las hojas, ya que en hojas se encontraron valores de 39 a 48 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ con base en p.s. y en las inflorescencias de 32 a 37 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ con base en p.s. No se encontró interacción entre la fecha de muestreo, la parte de la inflorescencia y la zona de la copa del árbol. Tampoco

se observó diferencia estadística en la concentración de B entre las inflorescencias de otoño y las de invierno cuyas concentraciones fueron de 34 y 35 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a p.s., respectivamente; por lo que se piensa que el aporte de B a las dos floraciones fue constante. Sin embargo, tal vez esta concentración no sea suficiente para que haya éxito en el crecimiento del tubo polínico, ya que Robbertse y Coetzer (1988) y Robbertse *et al.* (1990) encontraron, en experimentos semi *in vivo* con flores de aguacate, que el mejor crecimiento del tubo polínico se dio en aquellas flores suplementadas con 50 a 100 $\text{mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de B. De lo que se infiere que se requiere de una cierta concentración de B en la planta, antes de la floración para que haya una adecuada fecundación y amarre de fruto, por lo que es conveniente conocer cuál es esa concentración óptima.

Se observó dominancia apical por B en las inflorescencias (Cuadro 1), esto posiblemente debido a que la parte apical puede ejercer mayor demanda por B, ya que el desarrollo de la inflorescencia es acropetal (Davenport, 1986).

CUADRO 1. Concentración de B ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en base a peso seco) en inflorescencias de aguacatero 'Colín V-33' por zona de la copa del árbol y por parte de la inflorescencia.

Zona de la copa del árbol	Parte de la inflorescencia	
	Apical	Basal
Norte	37.53 a ^z	31.30 b
Sur	36.20 a	31.97 b

^z Valores con la misma letra dentro de hileras son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ($P\leq 0.05$).

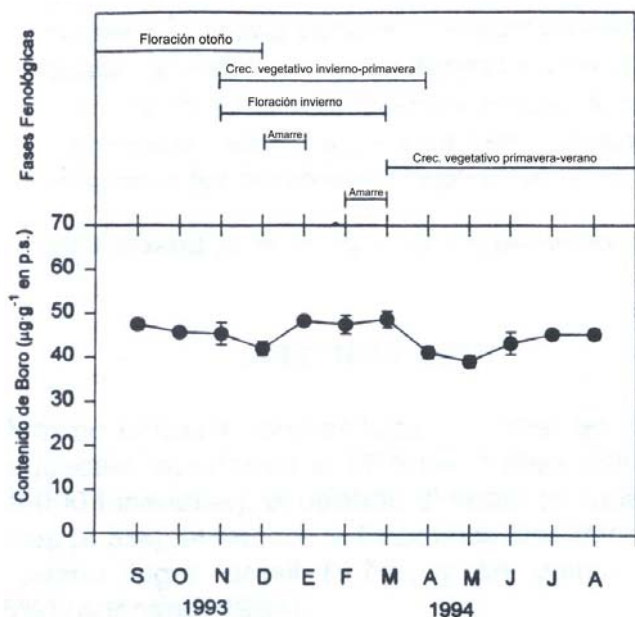


Figura 1. Contenido de boro en hojas de aguacate 'Colín V-33' durante el año. Cada punto representa seis repeticiones el error estándar.

Los valores registrados con el análisis foliar fueron bajos o insuficientes a lo largo del año. Bajo estas condiciones de insuficiencia de B en el árbol, el crecimiento vegetativo y el desarrollo de las inflorescencias no compiten entre sí por este elemento, puesto que las mejores concentraciones en hojas se presentaron cuando ocurrió la floración; sin embargo, es necesario estudiar si estas concentraciones limitan el buen desarrollo del tubo polínico y el amarre de fruto. La zona norte de la copa del árbol, que presenta sombreado durante las primeras horas de la mañana y retraso en el avance de la floración y brotación, no influye sobre la distribución de B en toda la copa; así mismo, la distribución del B en la copa es homogénea durante del período de floración.

LITERATURA CITADA

- BENTON, J.J. JR.; WOLF, B.; MILLS, H.A. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Mcro Publishing Inc. Georgia, USA. 213 p.
- DAVENPORT, T.L. 1986. Avocado flowering. Horticultural Reviews 8: 257-289.
- DIBLE, W.T.; TRUOG, E.; BERGER, K. C. 1954. Boron determination in soils and plants. Simplified curcumin procedure. Analytical Chemistry 26: 418-421.
- FAUST, M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Wiley & Sons. New York, USA. 338 p.
- JAGANATH, Y.; LOVATT, C.J. 1995. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocados in California. World Avocado Congress III. Program and Book of Abstracts. Tel Aviv, Israel. p. 151.
- LOVATT, C.J. 1993. Physiology of reproduction of citrus and avocado. VI Curso de Actualización Frutícola. Tópicos Selectos para el Desarrollo de la Fruticultura. Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, México. pp.118-144.
- LOVATT, C.J. 1994a. Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with a spring application of boron and/or urea to the bloom. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 78: 167-173.
- LOVATT, C.J. 1994b. Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with a bloom application of potassium phosphate or potassium phosphite alone or in combination with boron o urea. Calif. Avocado Soc. Yrbk. 78: 175-177.
- ROBBERTSE, P.J.; COETZER, L.A. 1988. The influence of boron on pollen germination, pollen tube growth and fruit set in some avocado cultivars. South African Avocado Growers' Association Yearbook 11: 65-67.
- ROBBERTSE, P.J.; COETZER, L.A.; BEZUIDENHOUT, J.J.; VORSTER, L.; SWART, G.N. 1990. The influence of boron on fruit set in avocado. Acta Horticulturae 275: 587-594.
- ROBBERTSE, P.J.; COETZER, L. A.; BESSINGER, F. 1992. Boron: Uptake by avocado leaves and influence on fruit production. Proc. of Secon World Avocado Congress Orange, California. USA. pp. 173-178.