

## **CONTENIDO NUTRIMENTAL EN HOJAS E INFLORESCENCIAS DE TRES CULTIVARES DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.)**

### **NUTRIMENTAL CONTENT IN LEAVES AND INFLORESCENCES OF THREE CULTIVARS OF THE AVOCADO (*Persea americana* Mill.)**

Magdalena Figueroa Ruiz<sup>1</sup>, Ana .María Castillo González<sup>2</sup>, Edilberto Avitia García<sup>2</sup>  
y Martín Rubí Arriaga.<sup>3</sup>

#### **RESUMEN**

En Coatepec Harinas, Estado de México, se colectaron hojas, brotes e inflorescencias indeterminadas de aguacate cultivares Colín V-33, Fuerte y Hass, con la finalidad de determinar si existen diferencias entre ellos en el contenido de N, P, K, Ca, Mg, B y Zn; establecer si el brote en crecimiento de la inflorescencia indeterminada compite con ella por alguno de los nutrimentos y determinar si el contenido nutrimental influye en el amarre de fruto. Con los resultados obtenidos se observó que los cultivares Colín V-33 y Hass presentaron bajos contenidos de B, lo que podría estar limitando el amarre de fruto, sobre todo en 'Colín V-33'. El brote apical de la inflorescencia de 'Colín V-33' compite con el resto de ella por N y P. 'Hass' presentó el mayor contenido de N y un mejor balance de K, Ca y Mg, a lo que se puede deber su mayor potencial de amarre de fruto. En 'Fuerte' el brote vegetativo de la inflorescencia compite por Ca, Mg y Zn.

Palabras clave: Aguacate, 'Hass', 'Fuerte', 'Colín V-33', brotes.

#### **ABSTRACT**

The content of N, P, K, Ca, Mg, B and Zn were quantified in leaves, shoots and indeterminate inflorescences of the avocado cultivars 'Colín V-33', 'Fuerte' and 'Hass'. The differences in nutrimental content among these cultivars are shown. The nutrimental competition between the growing apical shoot and the flowers of the indeterminate inflorescence, and nutrimental factors that influence fruit set were also studied. The B content was low in 'Colín V-33' and 'Hass' which may be related with the poor fruit set of 'Colín V-33'. The apical vegetative shoot of indeterminate inflorescences of 'Colín V-33' compited with the flowers for N and P. 'Hass' presented the higher N content with respect to the other cultivars, and showed better K, Ca, and Mg balance which may be associated with its higher fruit set potential. In 'Hass' the apical vegetative shoot is a strong sink for Ca, Mg, and Zn.

Key words: Avocado, 'Hass', 'Fuerte', 'Colín V-33', shoots.

#### **INTRODUCCION**

---

<sup>1</sup>Artículo de tesis presentado por el primer autor para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 56230.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 56230.

El cultivo del aguacate en México data desde 4 000 años a.C., cuando los indígenas americanos seleccionaban las variedades con el objeto de obtener un fruto mejor y más grande (Smith, 1966); sin embargo, a nivel comercial desde alrededor de 1920 se produce en Atlixco, Puebla el cultivar Fuerte, estableciéndose los primeros estándares de calidad; y es hasta 1960 que el estado de Michoacán comenzó a destacar como productor de aguacate (Luna y Flores, 1994).

Actualmente, México es el principal país productor de aguacate a nivel mundial, reportándose para el ciclo 96 una superficie plantada de 90 000 ha, con una producción de 838 000 ton que alcanzó un valor de \$ 1 765 215 112 (SAGAR, 1996).

Dentro de la investigación que se ha realizado en esta especie acerca de la caída temprana de frutos, la mayoría de los trabajos se han enfocado en la competencia por carbohidratos entre los frutos y el crecimiento vegetativo en el período de amarre de fruto y poco se conoce acerca del papel de los nutrimentos sobre este proceso. Razón por la que se planteo el presente trabajo teniendo como objetivos: Determinar si existen diferencias en el contenido de nutrimentos en hojas e inflorescencias indeterminadas de aguacate 'Colín V-33', 'Hass' y 'Fuerte' y si existe competición entre el brote y el resto de su inflorescencia por alguno de los nutrimentos evaluados, que limite el amarre de fruto.

Lahav y Zamet (citados por Bose y Mitra, 1988) estimaron que las flores y frutos que caen representan una cantidad de 3 kg de N y 3 kg de K por 1 000 m<sup>2</sup>, siendo las flores las principales responsables de la mayor pérdida de minerales de la planta de aguacate.

Algunos trabajos iniciales sugieren que las aplicaciones de fertilizantes podrían causar la estimulación del crecimiento vegetativo durante el período crítico de retención de fruto, dando como resultado una caída de fruto incrementada con la consecuente baja en la producción. El momento óptimo y la cantidad de aplicación de nutrimentos para mejorar el amarre aún no se ha investigado adecuadamente para esta especie (Lovatt, 1994).

Tratamientos con B y/o N aplicados durante floración, manifestaron mejora en el crecimiento del tubo polínico. Una sola aspersion de B o N incrementó la longevidad del óvulo y el número de tubos polínicos que lo alcanzan (Lovatt, 1994). Experimentos semi *in vivo* (con las flores de aguacate colocadas en agar), se encontró que el mejor crecimiento del tubo polínico (alcanzando al ovario) fue a concentraciones de B en las flores entre 50 y 100 mg.Kg<sup>-1</sup> (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.

Por otra parte, con respecto al K, algunas observaciones indican que se produce una disminución en el crecimiento vegetativo y en la producción de frutos, cuando la concentración está por debajo de 0.4% (Jaime *et al.*, 1985).

---

<sup>3</sup>Fundación Salvador Sánchez Colín. Coatepec Harinas, Estado de México. 51700. Fax. (714) 5 02 79 E-mail Cictamex@Toluca.teesa.com.

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del Huerto

La presente investigación se llevó a cabo en las parcelas Terrazas 1 y 2, el Chirimoyo y Bodega 1 del Centro Experimental “La Cruz”, perteneciente a la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., situado a 1 km al sureste de la cabecera municipal de Coatepec Harinas, Estado de México. Geográficamente se ubica en los 18°57' de latitud norte y 99°46' de longitud oeste, a una altura de 2 140 msnm.

### Material vegetal

Se utilizaron cuatro árboles de aguacate cultivar Colón V-33 de 23 años de edad, cuatro de ‘Hass’ de cinco años de edad y cuatro de ‘Fuerte’ de 30 años de edad, todos los cultivares injertados sobre portainjertos de la raza Mexicana.

### Toma de muestras

Las muestras de hojas e inflorescencias se tomaron durante el invierno (enero y febrero de 1997). Cada muestra estuvo constituida por 20 hojas maduras y sanas, colectadas de la parte media del árbol y por 20 inflorescencias indeterminadas, las que se dividieron en parte basal, apical y brote apical.

### Determinación de nutrimentos

Para la determinación de N se usó 0.1 g de muestra seca que se sometió a digestión húmeda con una mezcla de ácidos sulfúrico y salicílico. La concentración se determinó por el método de microkjeldahl (Chapman y Pratt, 1973). Para la evaluación de P, K, Ca, Mg y Zn se utilizaron 0.5 g de muestra vegetal seca que se sometió a digestión húmeda con ácidos nítrico, perclórico y sulfúrico. El contenido de P se determinó por el método del molibdovanadato amarillo (Chapman y Pratt, 1973) leyendo la absorbencia a 470 nm en un espectrofotómetro Spectronic 20 de Bauch & Lomb. El contenido de K se determinó por flamometría (Chapman y Pratt, 1973) usando un fotómetro de llama Corning 400. Las concentraciones de Ca, Mg y Zn se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, leyendo en un espectrofotómetro Pye Unicam SP9 de Phillips a 422.7, 285.2 y 213.9 nm, respectivamente.

Para el caso de B, se usaron 0.25 g de muestra seca que se sometieron a digestión seca en mufla a 550°C hasta obtener cenizas color blanco-grisáceo y la determinación se hizo por el método de curcumina (Dible *et al.*, 1954), leyendo la absorbencia a 540 nm, en un espectrofotómetro Spectronic 20.

En todos los casos, las concentraciones (porcentaje o ppm) se calcularon en base a peso seco.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se utilizó el Paquete SAS (Statistical Analysis System versión 6.4, 1988). Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), usando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El contenido de N en hojas, no mostró diferencias estadísticas entre cultivares (Cuadro 1); sin embargo, el valor de este elemento en 'Colín V-33' fue bajo, suficiente en 'Fuerte' y alto en 'Hass', de acuerdo a los valores propuestos por Benton *et al.* (1991) para hojas de aguacate. En relación a esto, Lovatt (1994) menciona que aplicaciones de N y B mejoran el amarre de fruto. Sin embargo, Loupassaki *et al.* (1995) mencionan que fertilizaciones nitrogenadas pueden favorecer el crecimiento vegetativo, lo que limita el abastecimiento de N a las estructuras reproductoras.

**Cuadro 1. Contenido nutrimental en hojas de tres cultivares de aguacate.**

Cultivar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (%)	Zn (%)
Colín V-33	1.45 a <sup>z</sup>	0.12 a	1.26 a	1.61 a	0.49 a	34.41 b	39.41 a
Fuerte	1.70 a	0.14 a	0.98 a	1.88 a	0.46 a	50.25 a	44.07 a
Hass	2.10 a	0.19 a	1.12 a	1.68 a	0.43 a	35.41 b	51.42 a
DMS	0.66	0.13	0.38	0.47	0.15	11.12	18.50

<sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

El contenido de N en la parte apical de la inflorescencia indeterminada no mostró diferencias estadísticas entre cultivares (Cuadro 2); sin embargo, el cultivar Hass presentó el valor más alto, seguido por 'Fuerte' y 'Colín V-33'. El contenido de N en la parte basal de las inflorescencias mostró una tendencia similar a la anterior en los tres cultivares. Los valores de N observados en la inflorescencia fueron ligeramente mayores a los encontrados en hojas. En los brotes vegetativos el contenido de N fue más alto que el de sus inflorescencias en 'Fuerte' y 'Colín V-33' debido a que son tejidos en crecimiento, en constante división y en donde la demanda por N es alta (Baldini, 1992); sin embargo, el cultivar Hass mostró el valor más alto de los tres cultivares, pero su valor fue ligeramente menor al de la inflorescencia.

**Cuadro 2. Contenido nutrimental en la inflorescencia de tres cultivares de aguacate.**

Cultivar	N (%)	P(%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	B (ppm)	Zn (ppm)
Inflorescencia parte apical							
Colín V-33	1.76 a <sup>z</sup>	0.34 a	2.04 ab	0.75 a	0.28 a	28.81 a	86.96 a
Fuerte	1.94 a	0.31 a	2.24 a	0.76 a	0.22 b	32.72 a	42.73 a
Hass	2.64 a	0.28 a	1.83 b	0.77 a	0.22 b	38.21 a	56.20 a
DMS	1.12	0.07	0.28	0.19	0.04	17.94	54.04
Inflorescencia parte basal							
Colín V-33	1.71 a	0.35 a	2.16 a	0.75 a	0.29 a	37.36 a	97.89 a
Fuerte	2.13 a	0.30 a	2.21 a	0.80 a	0.21 b	39.48 a	42.60 a
Hass	2.57 a	0.30 a	1.92 a	0.89 a	0.23 b	32.30 a	54.24 a
DMS	1.32	0.06	0.47	0.20	0.05	18.43	55.84
Brote							
Colín V-33	2.08 a	0.41 a	2.02 a	0.75 ab	0.22 a	27.02 a	60.73 a
Fuerte	2.27 a	0.37 a	2.15 a	0.99 a	0.33 a	33.99 a	48.84 a
Hass	2.29 a	0.35 a	1.95 a	1.11 a	0.27 a	33.14 a	51.29 a
DMS	0.93	0.08	0.34	0.34	0.12	10.94	17.15

<sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales de acuerdo a la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

El contenido de P en hojas no mostró diferencias estadísticas entre cultivares (Cuadro 1), ubicándose los valores dentro del nivel de suficiencia propuesto por Benton *et al.* (1991) para hojas de aguacate. En la parte apical de la inflorescencia, así como en la basal, el contenido de P no mostró diferencias y en ambas partes los valores fueron similares, lo que indica una distribución equitativa a lo largo de la inflorescencia; el contenido en los brotes vegetativos fue más alto que en las inflorescencias, y al igual que en éstas, los valores fueron mayores a los observados en hojas (Cuadro 2). Este elemento se acumula principalmente en los tejidos activos y en constante división celular (Rodríguez, 1982), como brotes en desarrollo y flores.

Por otra parte, aún cuando los valores de K registrados para hojas se ubicaron dentro del nivel de suficiencia (Benton *et al.*, 1991), en 'Colín V-33' se observó el mayor contenido de K y el más bajo se obtuvo en 'Fuerte'. Cuando la concentración de este nutrimento es por debajo del 0.4%, el crecimiento vegetativo y la producción de frutos disminuye (Jaime *et al.*, 1985). La concentración de K en la parte apical de la inflorescencia varió entre cultivares, siendo mayor en 'Fuerte', seguido por 'Colín V-33' y 'Hass' (Cuadro 2); en tanto que, en la parte basal los valores fueron similares.

Los valores observados para Ca en hojas, no mostraron diferencias entre cultivares (Cuadro 1) y se ubicaron dentro del nivel de suficiencia (Benton *et al.*, 1991), pero son mayores a los

observados en inflorescencias y brotes, ya que en tejidos de mayor edad el Ca tiende a incrementarse y además es poco móvil dentro de la planta (Bidwell, 1993). El contenido de Ca en la parte apical de la inflorescencia de los tres cultivares fue de menos del 50% del registrado en hojas (Cuadro 2), en contraste con las altas concentraciones de K en hojas, es conocido que existe antagonismo entre K y Ca (Baldini, 1992). Los cultivares Hass y Fuerte mostraron acumulación de Ca en la parte basal de las inflorescencias, pero esta acumulación fue mayor en los brotes vegetativos (Cuadro 2).

Los valores registrados de Mg en hojas, no mostraron diferencias entre los cultivares (Cuadro 1) y se ubicaron dentro del nivel de suficiencia (Benton *et al.*, 1991). El cultivar Colín V-33 mostró los valores más altos en las partes apical y basal de las inflorescencias, siendo ambos valores muy cercanos entre sí (Cuadro 2). Con respecto a la concentración en brotes, 'Fuerte' y 'Hass' mostraron valores mayores que el valor en 'Colín V-33', pero sin diferencias estadísticas entre ellos.

El contenido de B en hojas fue mayor en 'Fuerte' y menor pero casi igual en 'Hass' y 'Colín V-33' (Cuadro 1), los valores de estos dos cultivares se ubicaron dentro de los niveles de insuficiencia de las tablas de Benton *et al.* (1991). Respecto al contenido en las inflorescencias, 'Colín V-33' y 'Fuerte' mostraron una tendencia a concentrar B en la parte basal, mientras que en 'Hass' se acumuló en la parte apical (Cuadro 2). La concentración en el brote fue baja y no mostró diferencias entre los cultivares. Coetzer (1993) menciona que las concentraciones óptimas de B en inflorescencias de aguacate se ubican entre 70 y 50 ppm; sin embargo, los valores encontrados en el presente trabajo son menores, por lo que el B puede ser uno de los factores limitantes del amarre de fruto en estos cultivares de aguacate.

Por otra parte, no se observaron diferencias estadísticas entre cultivares en cuanto al contenido de Zn en hojas, inflorescencias y brotes; sin embargo, la concentración en hojas fue mayor en 'Hass' y más bajo en 'Colín V-33' (Cuadro 1). Gustafson (citado por Barroso *et al.*, 1985) considera que para una buena producción, las concentraciones foliares de este elemento deben oscilar entre 50 y 75 ppm, requisito que se cumplió sólo en 'Hass'. 'Colín V-33' mostró una disminución en la concentración de este elemento con forme se avanza hacia el ápice y brote de la inflorescencia; mientras que en 'Fuerte' el brote parece demandar y por lo tanto acumular más Zn que el resto de su inflorescencia (Cuadro 2).

## CONCLUSIONES

En el cultivar Hass la mayor capacidad de amarre de fruto puede deberse a su mayor contenido de N y B, así como a su mejor balance entre K, Ca y Mg.

En el cultivar Colín V-33, el brote compite con la inflorescencia por N y P, mientras que en 'Fuerte' compite por Ca, Mg y Zn.

En el cultivar Hass el brote compite con la inflorescencia por P, Ca y posiblemente por Mg.

Concentraciones bajas de B tanto en brotes e inflorescencias en los cvs Colin V-33 y Hass puede limitar el amarre de fruto.

### LITERATURA CITADA

- Baldini, E. 1992. Arboricultura general. Trad. del Italiano por José de la Iglesia G. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 379 pp.
- Barroso, A.; A. Díaz, and V. García. 1985. Deficiencies of Zn and Mn in avocado orchards in Tenerife. *Fruits* 40:39-47.
- Benton, J. J. Jr., B. Wolf, and H. A. Mills. 1991. Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing Inc. Georgia. 213 pp.
- Bidwell, R. G. S. 1993. Fisiología vegetal. Trad. del inglés por: G. Cano y C. y M. Rojas G. AGT Editor, S.A. México. 784 pp.
- Bose, T. K., and S. K. Mitra. 1988. Avocado. pp 409-426. *In*: T.K. Bose; S.K. Mitra, and M.K. Sadhu (eds.). Mineral nutrition of fruit crops. Naya Prokash. Calcuta Six, India.
- Chapman, H. D., and P. E. Pratt. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trad. del inglés por: A. Contin. Editorial Trillas. México. 195 pp.
- Coetzer, L. A., P. J. Robbertse, and J. V. Vuren. 1993. The role of boron in avocados: Theory, practice and reality. *S. Afr. Avocado Growers Yrbk.* 16:2-4.
- Dible, W. T., E. Truog, and K. C. Berger. 1954. Boron determination in soils and plants. Simplified curcumin procedure. *Analitical Chem.* 26:416-422.
- Jaime, S.; J. M. Farre; J. M. Hermoso y A. Aguilar. 1985. Composición mineral de las hojas de aguacate (*Persea americana* Mill.) en plantaciones comerciales de la provincia de Málaga, España. 1. Macroelementos. *An. Edafol. Agrobiol.* Nos. 9/10. pp. 1465-1475.
- Loupassaki, M. H., I. I. Androulakis, and M. Vasilakakis. 1995. Effect of polyamines, giberellins and other growth regulators on the fruit-set of avocado. *World Avocado Congress III. Program and Book of Abstracts.* Tel Aviv, Israel. p. 80.
- Lovatt, C. J. 1994. Improving fruit set and yield of 'Hass' avocado with a bloom application of potassium phosphate or potassium phosphite alone or in combination with boron or urea. *Calif. Avocado Soc. Yrbk.* 78:175-177.
- Luna J., M. y C. A. Flores V. 1994. Sistema producto aguacate. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos-Universidad Autónoma Chapingo CUESTAM. 97 p.

SAGAR, 1996. Centro de Estadística Agropecuaria. Producción Agrícola Aguacate p. 1.

Smith, C. E. 1966. Archeological evidence for selection of avocados. *Econ. Bot.* 20:169-175.

Robbertse, P. J.; L. A. Coetzer; J. J. Benzujdenhout; L. Vorster, and N. G. N. Swart. 1990. The influence of boron on fruit set in avocado. *Acta Hort.* 275:587-594.

Rodríguez S., F. 1982. Fertilizantes: nutrición vegetal. AGT Editor, S. A. México 157 p.