

**ANALISIS NUTRICIONAL DE CUATRO CULTIVARES DE
AGUACATE (*Persea americana* Mill) EN DOS
LOCALIDADES DE COSTA RICA, EN EL PERIODO
ABRIL-SETIEMBRE 1980***

*Ramón Luis Hernández***
María Gabriela Sibaja
*Elemer Bornemiza****

ABSTRACT

The nutritional state of four avocado cultivars: Azteca, Fujikawa, Guatemala and Choquette was analysed in two high altitude zones of Costa Rica, located in Tres Ríos - Cartago and Santa María de Dota - San José, from April through September, 1980.

The level variation of the elements: nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper, iron, zinc and manganese was studied, based on the foliar and soil analysis.

A Complete Randomized Experimental Design was used.

The elements P, K, Ca, Mg and Zn showed normal foliar levels in Santa María de Dota with average values of 0.12%, 1.03%, 1.42%, 0.56% and 126 ppm, while Mn and Fe reached "high" average levels of 749 and 204 ppm respectively. The Fujikawa cultivar showed the highest Levels of Fe and P.

In Tres Ríos, The average content of P, K, Ca, Mg, Mn and Zn was 0.14, 0.95%, 1.46%, 0.53%, 101 ppm and 136 ppm, respectively, and were considered within the "adequate" range; although there was an excess of iron. The Guatemala cultivar showed the highest Ca, Mg and Fe levels.

The soil analysis showed values which were regarded as excessive for Mn, Fe, Cu and Zn in Santa María de Dota and Fe in Tres Ríos, containing 985, 845, 28, 12 and 784 ppm respectively. In both localities the P, Mg and Ca content was "low" and the K level was "high" in Santa María de Dota, but "medium" in Tres Ríos.

* Parte de la tesis presentada por la segunda autora a la Escuela de Fitotecnia de la Universidad de Costa Rica.

** Programa de Frutas Tropicales. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno. Alajuela, Costa Rica.

*** Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana* M.) es uno de los frutos tropicales de mayor futuro en Costa Rica (Ramírez, 1981). Se estima que para suplir las necesidades de consumo interno, se deben establecer áreas de siembra similares a las ya existentes (Universidad de Costa Rica, 1983).

La finalidad práctica del diagnóstico de nutrición de los cultivos se origina en la conveniencia de contar con elementos de juicio para suplir racionalmente los nutrimentos que se requieren, pues se sabe que las exigencias son mayores en las variedades que producen más eficientemente y el aumento de precio de los fertilizantes debe ser contrarrestado con cosechas altas (Carvajal, 1978).

La toma de nutrimentos está muy relacionada con la fisiología de la planta y depende del esquema general de desarrollo que caracteriza al individuo, en el caso del aguacate, un factor importante en la fertilización y la toma de nutrimentos es su sistema radical superficial (Castillo, Sagrera 1951).

Este frutal no presenta exigencias en lo que a composición química del suelo se refiere; son pocos los elementos determinados mediante análisis foliares en diferentes cultivares y lugares que por lo general se encuentran en cantidades menores al nivel crítico. En algunos lugares se ha encontrado un marcado incremento en el crecimiento del árbol luego de la fertilización, mientras que en otros no ha sido observada ninguna respuesta (Lahav, Kadman 1980; Ramírez 1981).

El propósito principal de este experimento fue: evaluar el estado nutricional de cuatro cultivares, en dos localidades de Costa Rica, con base en análisis foliares y de suelo, durante los meses de abril a setiembre.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las colecciones de aguacate de la Universidad de Costa Rica, localizadas en La Finca El Pizote en San Ramón de Tres Ríos a 1580 msnm en un suelo Tipic Dystrandep, y en el Colegio Técnico Profesional Agropecuario José D. Flores Zavaleta, de Santa María de Dota en un suelo Tipic Dystrandep, y a 1.570 msnm.

Los cultivares muestreados fueron: Choquete, Azteca, Guatemala y Fujikawa. El experimento se llevó a cabo durante los meses de abril a setiembre de 1980.

Las plantaciones se establecieron a mediados del año 1973. Los cultivares estaban injertados sobre un patrón desconocido. Durante el periodo de experimentación, la única práctica de manejo que se hizo fue en la finca El Pizate, que se aplicó fungicida en el mes de junio.

El diseño experimental usado fue el Irrestricto al Azar, con un arreglo de tratamientos en factorial 2x4x6. Cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro árboles de cada cultivar en San Ramón de Tres Ríos y tres árboles de los cultivares en Santa María de Dota, con una parcela útil de dos árboles por cultivar.

Se tomaron 10 hojas por árbol de cada cultivar. Las muestras se obtuvieron de la parte media del árbol, provenientes de ramas sin frutos y de cinco a siete meses de edad, que no se encontraban en estado de brotación ni en floración y libres de daños y quemaduras. Se efectuaron seis muestreos cada 30 o 40 días aproximadamente. Las hojas seleccionadas se analizaron utilizando el método de digestión húmeda establecido por Lachica y colaboradores (1965). Se determinó potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc y manganesa por espectrofotometría de absorción atómica.

El fósforo se determinó colorimétricamente por el método del ácido fosfomolibdico reducido por cloruro estagoso en un media sulfúrico (Briceño y Pacheco 1979; Walsh y Beaton 1973).

Finalmente, el nitrógeno se determinó por el método de MicroKjekdahl (Briceño, Pacheco 1979; Walsh, Beaton 1973). Las muestras de suelo fueron tomadas a dos profundidades, de 0 a 20 y de 21 a 40 cm. Se tomaron tres muestras de suelo por zona y su contenido de nutrimentos se determinó con base en el método de análisis químico de suelos (Jackson 1970). Se hicieron evaluaciones de las plantaciones en las fechas en que se realizaran los muestreos, con el fin de establecer el estado de desarrollo.

Los contenidos de elementos foliares, fueron sometidos a análisis estadístico utilizando la prueba de T de Student para comparar el contenido de elementos por cultivar, por lugar y por profundidad de suelo. Además se establecieron correlaciones entre el contenido total foliar de los elementos y los contenidos a dos profundidades en el suelo de San Ramón de Tres Ríos y Santa María de Dota.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

NITRÓGENO: Los análisis de variancia para el N, no mostraron diferencias significativas entre cultivares, entre zonas, ni para los meses de muestreo; tampoco se encontraron síntomas foliares de deficiencia. Por el contrario el contenido foliar promedio de este elemento fue de 2,25%, valor excesivo (mayor de 3%), propuesto por Embleton y Jones (1968). Las figuras IA y IB muestran la variación del nitrógeno foliar a través de los meses que duró el estudio.

FÓSFORO: En la Figura 2 se muestra la variación de P foliar para los cultivares en ambas zonas estudiadas. Las concentraciones más altas se encuentran en San Ramón de Tres Ríos y las más bajas en Santa María de Dota, la que se relacionó con el nivel de fósforo de los suelos de 8,66 mg/kg para Santa María de Dota y 9,66 mg/kg para San Ramón de Tres Ríos, tal como se indica en el Cuadro 1.

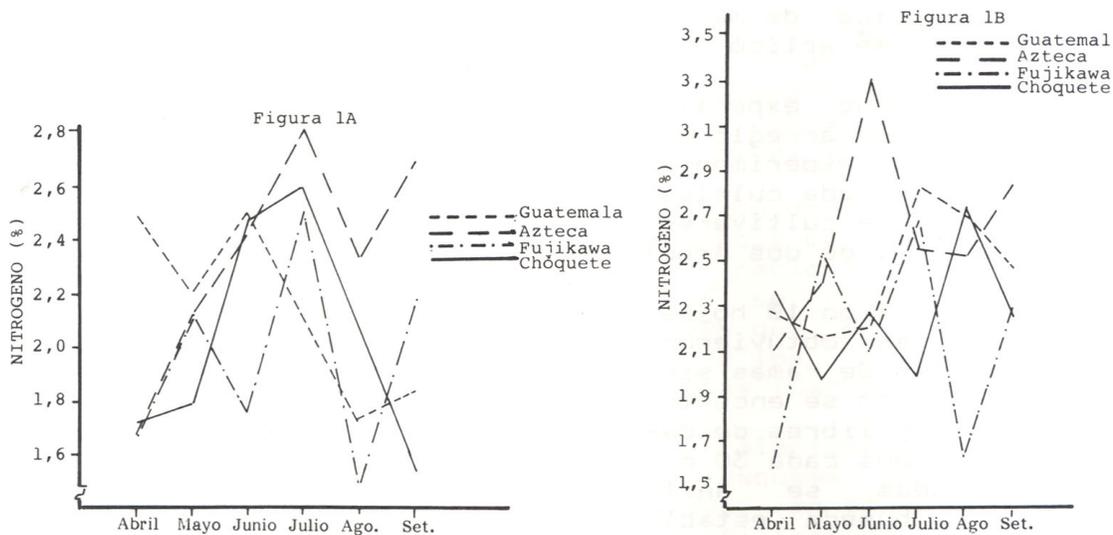


FIGURA 1. Variación en el contenido foliar de nitrógeno en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 1A) y en "El Pizote" en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 1B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

Al inicio de la época lluviosa hubo grandes diferencias en el contenido de fósforo foliar, seguido de un aumento en el mes de julio, como consecuencia de la buena humedad del suelo, que hizo disponible el elemento, (Slowik *et al.* 1979), pese a la producción de frutos, y de biomasa registrada en este mes (Koo, Young 1977; Marchal, Bertin 1980; Ramírez 1981). Posteriormente, en setiembre se observó un descenso en la producción del elemento fósforo en todos los cultivares excepto en el Fujikawa, que podría tener su explicación en la producción de frutos (Koo; Young 1977), así como de biomasa (Marchal; Bertin 1980; Ramírez 1981) ya que ambos procesos requieren del elemento para llevarse a cabo.

CUADRO 1. Resultados promedios de análisis de suelo de los tres muestreos realizados en la Finca 'El Pizote' en San Ramón de Tres Ríos y en los terrenos del colegio agropecuario de Santa María de Dota. Costa Rica. 1981.

Localidad	Mes de muestreo	Prof. (cm)	ppm P	meq/1819			ppm				meq/100g suelo		pH		% M.O.
				K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn	Al	H2O	KCl		
Santa María de															
Dota	Abril	0-20	7,0	0,96	2,52	0,30	1326	830	27	5	0,78	5,4	4,2	8,2	
	Junio	0-20	5,0	0,50	2,97	0,48	89	989	28	16	1,20	5,1	4,9	5,9	
	Agosto	0-20	14,0	0,70	7,10	1,39	750	917	31	12	0,52	5,2	5,2	4,4	
San Ramón de															
Tres Ríos	Abril	0-20	14,0	0,35	3,26	0,88	74	758	31	23	0,42	5,7	4,4	7,3	
	Junio	0-20	5,0	0,32	3,26	0,54	72	920	37	16	0,42	5,6	4,8	8,1	
	Agosto	0-20	9,0	0,31	2,85	0,74	81	774	34	19	0,42	5,6	5,0	5,0	

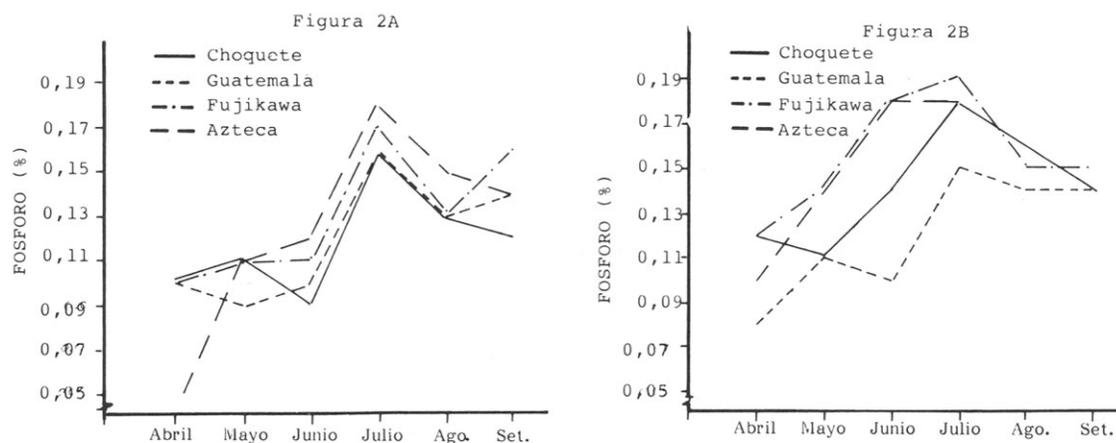


FIGURA 2. Variación en el contenido foliar de fósforo en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 2A) y en "El Pizote" en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 2B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

Los niveles de fósforo observados se consideran adecuados para todos los cultivares en las dos zonas de estudio por encontrarse en el ámbito de 0,05 a 0,3% (Goodall *et al.* 1958).

POTASIO: En la Figura 3, se muestra la variación en la concentración foliar de potasio en los dos sitios y en los cuatro cultivares. Se notó una apreciable variación entre los cuatro cultivares en los diferentes lugares. El Fujikawa, se caracterizó por niveles superiores de potasio tanto en San Ramón de Tres Ríos como en Santa María de Dota. Los niveles encontrados entre 0,45 y 1,40% incluyen tanto valores deficientes (0,35 a 0,75) como valores adecuados (0,35 a 0,75%) según Embleton y Jones (1968).

Al comparar los dos sitios se observaron contenidos más altos en Santa María de Dota; de hecha los valores obtenidos en el análisis para esta zona son considerados altos mientras que los de San Ramón de Tres Ríos, están en el ámbito "medio" y "alto" (Cuadro 1).

CALCIO: Los niveles foliares para este elemento variaron entre 0,7 y 1,0%, considerados "deficientes" y de 1 a 3% considerados "adecuados" (Embleton y Jones 1968).

Para ambas zonas, el nivel de calcio en el suelo fue la mayoría de las veces inferior a 4 meq/100 g de suelo, cantidad considerada como nivel crítico para la mayoría de los suelos de Costa Rica.

En general los cultivares indican concentraciones similares de Ca, con apreciables variaciones a través de los meses como lo señalan las Figuras 4A y 4B. En Santa María de Dota el Fujikawa exhibe los más altas valores de este elemento; a la vez que se detectó una brusca caída en el contenido de potasio fo-

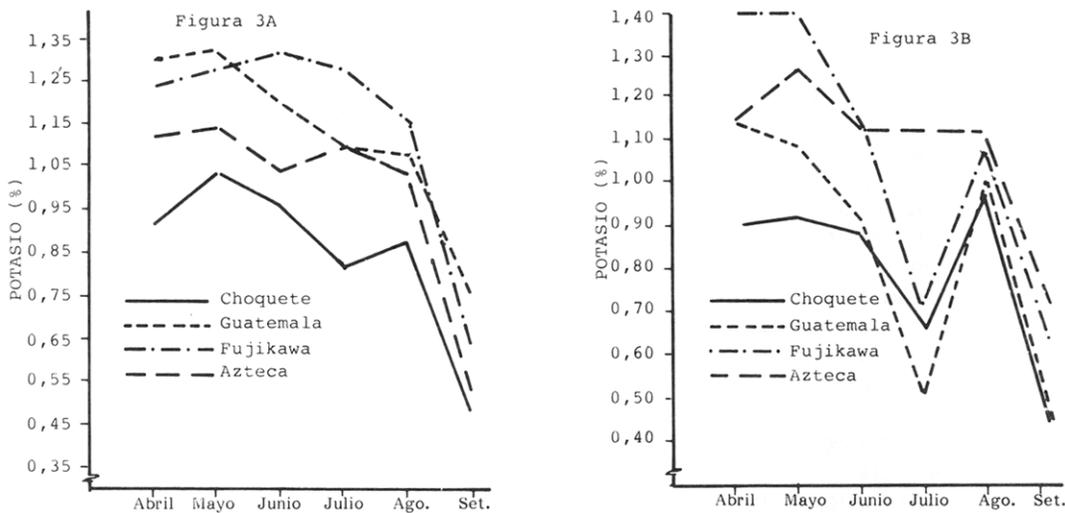


FIGURA 3. Variación en el contenido foliar de potasio en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 3A) y en "El Pizote" en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 3B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

liar (Fig. 3A), como producto de un efecto antagónico con el calcio (Bertín, Blondeau, Lormoy 1976; Embleton *et al.* 1985), iguales resultados se observaron en San Ramón de Tres Ríos.

MAGNESIO: En la figura 5, se ilustra la variación anual de los niveles foliares de magnesio para los cuatro cultivares estudiados. Tanto los valores más bajos como los más altos, se encontraron en Santa María de Dota para el cultivar Azteca y Guatemala respectivamente.

Los porcentajes de los contenidos foliares para todos los cultivares en ambas zonas fueron de 0,35 a 0,80 quedando comprendidos en el ámbito de "adecuados" según Goodall y colaboradores (1985).

Los contenidos de magnesio en el suelo para los dos sitios en estudio fueron bajos con respecto al nivel crítico (2 meq/100 g de suelo) debido a los valores elevados en contenido de hierro, manganeso, PH y acidez.

MANGANESO: En la figura 6, se muestra la variación del Mn. Los valores encontrados variaron entre 320 mg kg⁻¹ para el cultivar Guatemala y 1420 mg kg⁻¹ para el cultivar Fujikawa en la zona de Santa María de Dota, que son considerados altos. Lo anterior podría explicarse por las lluvias registradas, que aumentaron la disponibilidad de manganeso y además la poca formación de brotes nuevos (Bingham 1961; Koa, Young 1977). En la localidad de San Ramón de Tres Ríos los contenidos de Mg observados fueron de 20 mg/Kg para el cultivar Fujikawa y 220 mg/kg (valor máximo) para el cultivar Guatemala conside-

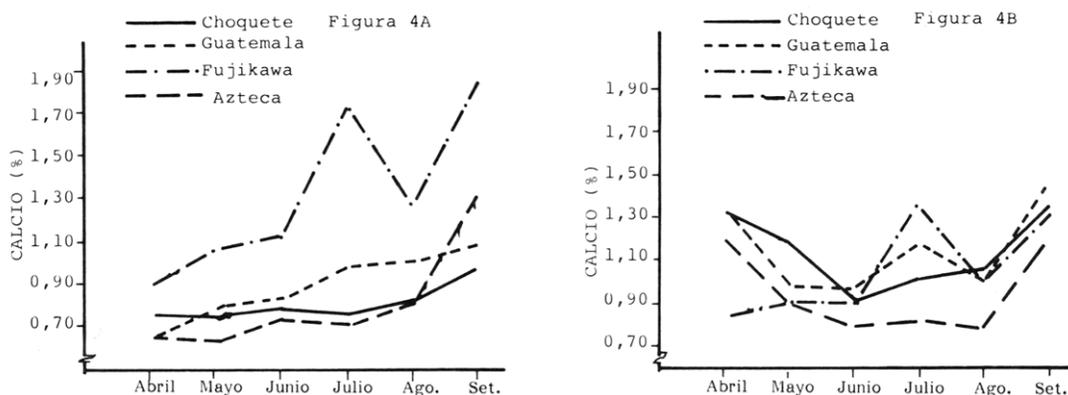


FIGURA 4. Variación en el contenido foliar de Calcio en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 4A) y en “El Pizote” en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 4B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

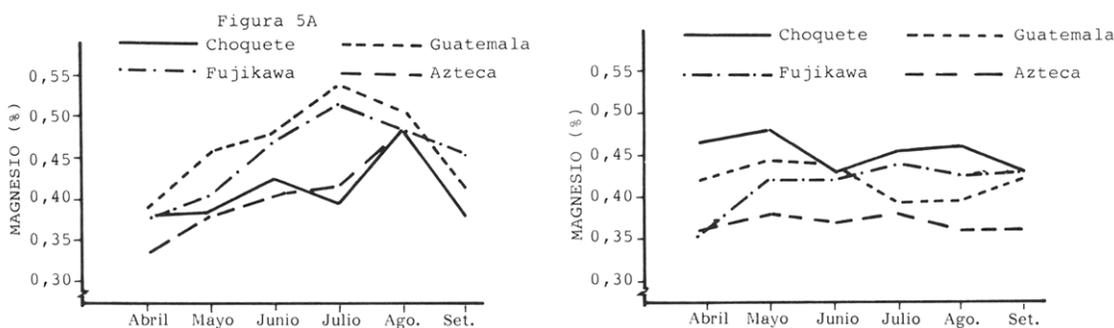


FIGURA 5. Variación en el contenido foliar de Magnesio en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 5A) y en “El Pizote” para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

rándose como niveles adecuados y sin fluctuaciones bruscas, quizá por la época diferente en la producción de frutos mensual y una cantidad de lluvia regular (Bingham 1957; Koa, Young 1977). Los valores de Mn en el suelo, según los niveles dados por el ministerio de agricultura y ganadería son "excesivos" para la Zona de Santa María de Dota (985 ppm) y altos para San Ramón de Tres Ríos, (75 ppm) (Cuadro 1).

HIERRO: Los contenidos de hierro para los cultivares Guatemala, Fujikawa y Choquete se encontraron dentro de el rango "adecuado" según lo * establecido por Embleton, Jones y Kirkpatrick (1955) con valores de 50 a 200 mg/Kg para ambas zonas (Fig. 7A y 743), con una tendencia muy irregular.

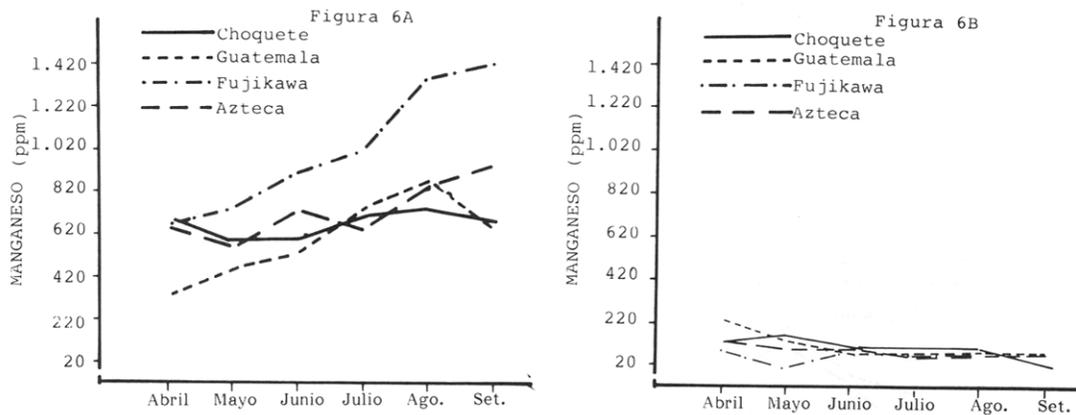


FIGURA 6. Variación en el contenido foliar de Manganeso en la finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 6A) y en "El Pizote" en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 6B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

COBRE: En la figura 8 se presenta la variación mensual de este elemento para los cultivares Guatemala, Azteca, Choquete y Fujikawa. Se puede observar cómo los mayores contenidos del elemento los presentó el Choquete en Santa María de Dota con 20 mg/kg y el Fujikawa en San Ramón de Tres Ríos en 65 mg/Kg. Sola se presentó diferencia significativa al 5% entre los meses de muestreo, situación que puede explicar la presencia de este elemento en la planta, en cantidades suficientes para colaborar con el buen desarrollo de los cultivares.

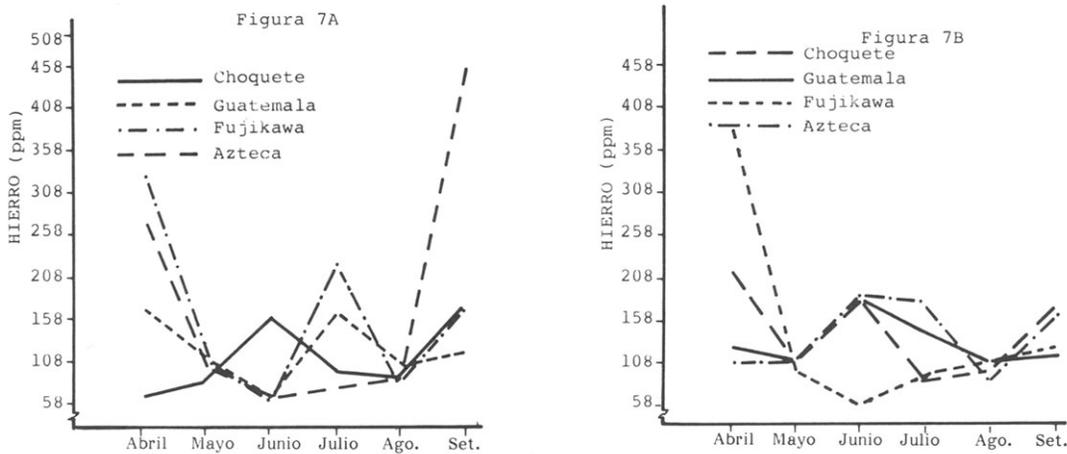


FIGURA 7. Variación en el contenido foliar de Hierro en la Finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 7A) y en "El Pizote" en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 7B) para cuatro cultivares de Aguacate. 1980.

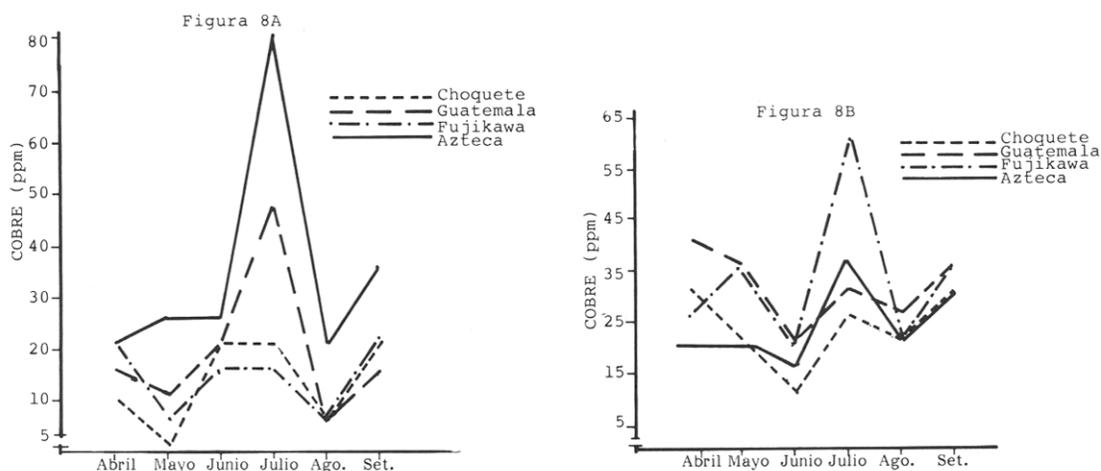


FIGURA 8. Variación en el contenido foliar de Cobre en la Finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 8A) y en “El Pizote” en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 8B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

ZINC: El comportamiento del zinc foliar a través de los meses de experimentación fue desuniforme; las mayores proporciones se encuentran en San Ramón de Tres Ríos (Fig.9), quizás influenciado por el programa de aplicaciones de fungicidad con 20% zinc (Trimiltox) y de abono foliar con 2% de zinc (Fartilom Combi) durante 1979 y 1980.

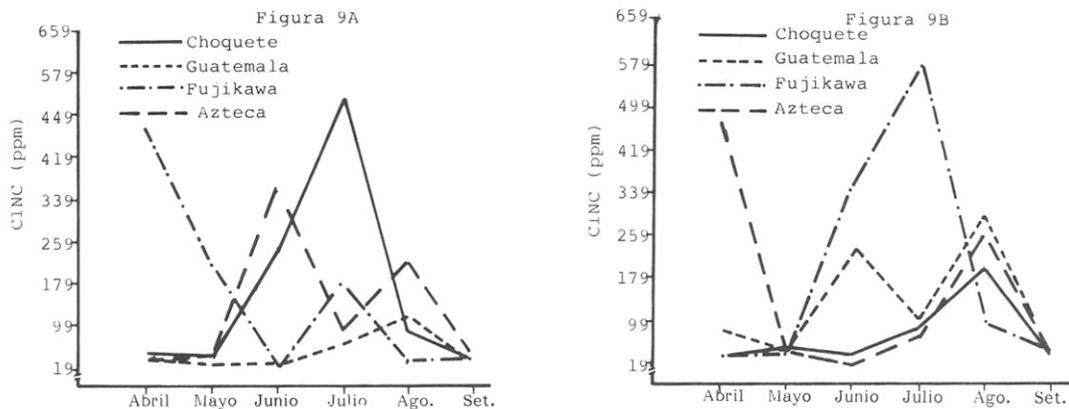


FIGURA 9. Variación en el contenido foliar de Cinc en la Finca del Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (Fig. 9A) y en “El Pizote” en San Ramón de Tres Ríos (Fig. 9B) para cuatro cultivares de aguacate. 1980.

Los análisis de suelo (Cuadro 1) indicaron niveles muy altas de zinc para ambas zonas, situación explicable solamente con el pH de 5,2 que es fuertemente ácido.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que: 1. Los niveles de contenido foliar de los elementos difieren según el cultivar. 2. Las fluctuaciones de los contenidos foliares de los elementos están sujetos al desarrollo fenológico. 3. Si existen diferencias en contenido de nutrimentos inorgánicos, entre las zonas estudiadas.

RESUMEN

Se evaluó el estado nutricional de cuatro cultivares de aguacate: Azteca, Fujikawa, Guatemala y Choquete, en dos zonas altas de Costa Rica, localizadas en Tres Rías, Cartago y Santa María de Dota, San José. Con base en análisis foliares y de suelos, se estudió la variación de los niveles de los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, zinc y manganeso, durante el periodo comprendido entre abril y setiembre de 1980. Se utilizó un diseño experimental irrestricto al azar.

En Santa María de Dota, se obtuvieron cantidades normales a nivel foliar de P, K, Ca, Mg y Zn, con valores promedio de 0,12%, 1,03%, 1,42%, 0,56%, y 126 ppm, mientras que el Mn y Fe alcanzaron niveles "elevados", con valores promedio de 749 ppm y 204 ppm, respectivamente. También, el cultivar Fujikawa mostró los contenidos más altos de calcio y manganeso, mientras que el cultivar Azteca, presentó los mayores niveles de hierro y fósforo

En Tres Ríos se determinó que el P, K, Ca, Mg, Mn y Zn con un contenido promedio de 0,14% el 0,95%, 1,46%, 0,53%, 101 ppm y 136 ppm, se ubicaron en el rango "adecuado"; pero se presentó un exceso de hierro. El cultivar Guatemala presentó los niveles más altas en calcio, manganeso e hierro.

Los análisis de suelo mostraron valores considerados excesivos para el contenido de Mn, Fe, Cu y Zn en Santa María de Dota y de Fe en Tres Ríos con valores de 985, 845, 28, 12 y 784 ppm respectivamente. En ambas sitios el P, Mg y Ca presentaron niveles "bajos"; el K en Santa María de Dota se encontró en niveles "altos" pero en Tres Ríos, la cantidad se consideró "media".

LITERATURA CITADA

- BERTIN, Y.; BLONDEAU, L.P.; DORMOY, 1976. Premiers resultats d'une étude d'analyse foliaire sur l'avocatier "Lu-la" a la Martinique. Fruits 31(78): 459-571.
- BIGHAM, F. 1957. Iron chlorosis and chelate studies in avocado orchards. California Avocado Society Yearbook. 45: 133-145.
-

-
- _____. 1961. Nutrition studies whit mature avocado trees in sandculture. California Avocado Society Yearbook 45: 5357
- _____. 1961. Seasonal trends in nutrient composition of Hass avocado leabes. Journal of American Society for Horticultural Science 78: 149-162.
- BRICEXO, J. A.; CARVAJAL, J. F. 1973. El equilibrio entre los metales alcalinos y alcalinotérreos del suelo asociados con la respuesta del cafeto a las plantas. Turrialba 23(1): 56-71.
- CASTILLO, D.; SAGREDA, G. 1951. El cultivo del aguacate. Santa Tecla, El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Agronomía, Circular Agrícola. No. 47.
- EMBLETON, T. W.; JONES, W. W.; KIRKPATRICK, J.P. 1955. Avocado fertilizer experiments. California Avocado Society Yearbook 39: 62-66.
- EMBLETON, T. W.; GARBER, M. J.; JONES, W.W.; RICHARDS, S. V. 1958. Effects of irrigation tratments and rates of nitrogen fertilization on young hass avocado trees. IV Macronutrient content of leaves. Journal of the American Society for Horticultural Science 71: 310-314.
- EMBLETON, T. W.; JONES, W. W. 1968. Avocado and mango nutrition. Temperate to tropical fruit nutrition. U.S.A, Childers, N. F. p. 51-68.
- GOODALL, G. E. et al. 1958. Soil stratification and phytophthora root rot ocurrence in avocado orchards. California Avocado Soc. Yearbook 42: 125-129.
- JACKSON, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Barcelona, España. Editorial Omega. 662 p.
- KOO, R. C. G.; YOUNG T. W. 1977. Effects of age, position and fruiting status on mineral composition of Tonnage Avocado Leaves. Journal of the American Society for Horticultural Science 102(3): 311- 313.
- LACHICA, M.; RECALDE, L.; ESTEBAN, E. 1965. Análisis foliar. Métodos analíticos utilizados en la Estación Experimental del Zaidin. Anales de Edafología y Agrobiológica 24(9,10). 593 p.
- LAHAV, E.; KADMAN, A. 1980. Avocado fertilization. International Potasa Institute Berna-Suize. Bulletin No.6. 23 p.
- MARCHAL, J., BERTIN, Y. 1980. Continue in éléments minéraux des organes del avocatier "Lula" et relations avec la fumare. Fruits 35(3): 139-149.
- RAMIREZ, J. E. 1981. Estudios sobre niveles de nutrimentos de cuatro cultivares de Aguacate (*Persea americana* M.) en dos zonas de Casta Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Facultad de Agronomía, Universidad de Casta Rica. 98 p.
-

SLOWIK, K. *et al.* 1979. Influence of rootstocks, soils oxygen, and soil moisture on the uptake and traslocation of nutrients in young avocado plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 104(2): 172-175.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT M. (C.R.). 1983. Cultivo del aguacate. 12 p.

WALSH, L. M.; BEATON, J. D. 1973. *Soil Testing and Plant Analysis*. 2 ed. U.S.A. Soil Science Society of American Proceedings. 491 p.
