

ANÁLISIS NUTRICIONAL DE CUATRO CULTIVARES DE AGUACATE (*Persea americana* M.) EN DOS LOCALIDADES DE COSTA RICA. PERIODO AGOSTO 1979 - FEBRERO 1980

*Ramón Luis Hernández L.***
Jorge Eduardo Ramírez
*Elemer Bornemisza****

ABSTRACT

NUTRICIONAL ANALYSIS OF FOUR AVOCADO (*Persea americana* M.) CULTIVARS IN TWO LOCALITIES IN COSTA RICA. The nutritional condition of four avocado cultivars was analysed, from August, 1979 through February, 1980, in the collections located in Tres Rios - Cartago and Santa Maria de Dota - San José, Costa Rica.

Based on the foliar and soil analysis, the content variation of the elements nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, iron, magnesium, copper, zinc and manganese was studied of the Choquette, Azteca, Guatemala and Fujikawa cultivars.

Significant correlations ($P \leq 0.05$) were found for some cultivars and the elements phosphorus, calcium and magnesium in Tres Rios and with phosphorus, calcium, copper, iron, zinc and manganese in Santa Maria de Dota.

Significant differences ($P \leq 0.05$) were found, at depths from 0 to 20 cm, for magnesium, and highly significant ($P \leq 0.01$) for potassium, iron, zinc and manganese. A significant difference ($P \leq 0.05$) was also observed for copper, and highly significant ($P \leq 0.01$) for potassium and phosphorus at depths from 20 to 40 cm.

The Choquette cultivar was the only one to show a normal nitrogen foliar content in Tres Rios. The Azteca and Choquette cultivars were good phosphorus and magnesium extractors. All the cultivars maintained normal levels of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, copper and manganese.

* Parte de la tesis presentada por el segundo autor a la Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

** Ing. agr. Programa de Frutales Tropicales, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica.

***Profesor del Centro de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

The Choquette and Azteca cultivars showed normal nitrogen values and low calcium values during the dry season in Santa Maria de Dota. The Choquete cultivar was a good phosphorus and potassium extractor. The potassium and phosphorus levels were considered normal for all four cultivars, although the iron and manganese levels were found to be excessive.

INTRODUCCION

El cultivo del aguacate, tiende a ser cada vez más importante en la horticultura mundial e indudablemente es uno de los más valiosos aportes de la fruticultura del continente americano al resto del mundo (Fersini, 1975; Jolares, 1976).

Son muchas las variedades y los híbridos comerciales que se conocen; sin embargo, sólo pocas han encontrado aceptación de los fruticultores y de los mercados. Este frutal no presenta muchas exigencias en cuanto a la composición química del suelo; y los contenidos minerales que se han logrado determinar mediante el análisis foliar en diferentes cultivares y lugares, indican que son pocos los elementos, que por lo general se encuentran en cantidades inferiores al nivel crítico (Embleton, Jones, 1968).

Para la producción eficiente del aguacate es necesario estudiar, durante varios ciclos anuales completos el comportamiento de los componentes minerales, su función metabólica, sus interacciones y la influencia de factores climáticos y del cultivar, ya que estos datos son la base para un abonamiento adecuado (Castillo, Sagrera, 1951; Embleton, Jones 1968; Malo 1968). En el caso del aguacate, un factor importante en la fertilización y la toma de nutrimentos es su sistema radicular superficial (Castillo, Sagrera, 1951).

La importancia de la nutrición mineral en aguacate y la ausencia de estudios de este tipo en Costa Rica, fue lo que justificó el planeamiento y realización de este experimento.

El objetivo principal de este trabajo fue: evaluar el estado nutricional de los cuatro cultivares, en dos zonas diferentes de nuestro país, con base en análisis foliares y de suelo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó del mes de agosto de 1979 al mes de febrero de 1980, en las colecciones de aguacate de la Universidad de Costa Rica, localizadas en la finca El Pizote en San Ramón de Tres Ríos, Cartago, en un suelo Tipic Dystrandept, y en San José en el Colegio Técnico Profesional Agropecuario José D. Flores Zavaleta, de Santa Maria de Dota, en un suelo Tipic Dystropept, situadas a una altitud de 1580 y 1570 m, respectivamente.

Las plantaciones se establecieron con los cultivares Choquete, Azteca, Guatemala, y Fujikawa, a mediados del año 1973. Los cultivares estaban injertados sobre un patrón desconocido. En Tres Ríos, a la plantación se le aplicaba fertilizante, insecticidas y fungicidas cada dos meses durante el periodo lluvioso; mientras que en Santa María de Dota, el manejo consistió sólo en aplicación de fertilizantes, fungicidas e insecticidas durante el mes de octubre.

Se utilizó un diseño experimental Irrestricto al Azar y cada unidad experimental estuvo constituida por cuatro árboles de cada cultivar en Tres Ríos y en Santa María de Dota, respectivamente, con una parcela útil de dos árboles por cultivar por localidad.

Se tomaron 10 hojas por árbol de cada cultivar. Las muestras se obtuvieron de la parte media del árbol, provenientes de ramas sin frutos, de 5 a 7 meses de edad, que no se encontraban en estado de brotación ni en floración y libres de daños y quemaduras. Se hicieron seis muestreos cada 30 a 40 días aproximadamente.

Las hojas seleccionadas se lavaron con HCl, 0,01 N y agua destilada, se secaron a 65 C durante 72 horas y se molieron. Con una mezcla nitro-perclórica 5:1, se hizo la digestión de 0,3 g de la muestra. Se determinó el contenido foliar de potasio, calcio, magnesio, cobre, zinc y manganeso por espectrofotometría de absorción atómica. El contenido de fósforo se determinó colorimétricamente por el método del ácido fosfomolibdico reducido por cloruro estañoso en un medio sulfúrico (Soil Conservation Service, 1972). Finalmente, el nitrógeno se determinó por el método de Microkjeldahl (Soil Conservation Service, 1972).

Se tomaron tres muestras de suelo por zona a las siguientes profundidades: 0 a 20 y de 21 a 40 cm. Las características químicas y físicas de los suelos donde se evaluaron los árboles de aguacate se dan en el Cuadro 1.

Se hicieron evaluaciones de las plantaciones fechas en que se realizaron los muestreos de suelo, con el fin de establecer el estado de desarrollo.

Se realizó 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.

Cuadro 1. Análisis de suelos de los tres muestreos realizados en la Finca El Pizote en San Ramón de Tres Ríos (A) y en el Colegio Agropecuario de Santa María de Dota (B). 1979-1980.

Lugar	Mues- treo	Prof. (cm)	P	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	Acidez	pH	M.O.	ArenaLimoArcilla			*Nombre textural	
			ug/l suelo	meq/100 ml suelo	meq/100 ml suelo	ug/100 ml suelo	ug/100 ml suelo	ug/100 ml suelo	meq/100 ml H ₂ O	KCl (%)								
A	I	0-20	30	0,20	4,3	0,34	8,0	15	810	58	0,63	5,2	4,6	15,88	56	24	20	F Ar
		21-40	31	0,37	4,5	0,45	4,5	14	530	35	0,36	5,1	4,3	18,34	42	36	22	F
	II	0-20	37	0,30	4,6	0,60	7,0	14	725	44	0,58	5,1	4,6	11,62	56	24	20	F Ar
		21-40	37	0,22	4,8	0,50	4,0	21	520	16	0,25	5,2	4,8	12,46	42	36	22	F
	III	0-20	38	0,28	4,2	0,43	8,0	15	605	65	0,63	5,6	4,4	16,46	56	24	20	F Ar
		21-40	38	0,24	4,4	0,14	6,3	14	470	48	0,40	5,7	4,6	17,26	42	36	22	A
B	I	0-20	28	0,48	4,2	0,19	3,2	11	510	110	1,35	5,4	4,9	19,84	22	28	50	A
		21-40	31	0,43	4,4	0,13	1,8	7	530	56	1,21	5,3	4,2	14,78	14	28	58	A
	I	1-20	37	0,51	4,6	0,26	2,1	7	375	80	1,33	5,3	4,2	17,53	22	28	50	A
		21-40	38	1,05	4,8	0,38	4,0	8	550	61	0,71	5,7	4,3	12,71	14	28	58	A
	III	0-20	39	0,42	4,6	0,12	3,0	19	420	98	1,20	5,1	4,0	21,10	22	28	50	A
		21-40	39	0,40	4,9	0,13	4,0	9	610	35	0,90	5,5	4,2	9,10	14	28	58	A

*FAr= Franco arcilloso; Ar= Arcilloso; F= Franco

RESULTADOS Y DISCUSION

Nitrógeno: de acuerdo con la Figura 1, en San Ramón de Tres Ríos todos los cultivares, excepto el Fujikawa, presentaron un incremento en el contenido foliar durante el mes de setiembre, no así en Santa María de Dota; tal diferencia pudo ser motivada por la aplicación de fertilizante alto en nitrógeno al final del mes de julio del mismo año.

El nivel foliar disminuyó en los cultivares de ambas localidades, durante el mes de octubre, y posiblemente por el activo crecimiento de los árboles (Devlin, 1974; Embleton, Jones, 1968). El aumento del nivel foliar en noviembre, probablemente fue provocado por la aplicación foliar de fertilizante en ambas zonas de estudio y de la disminución de las lluvias (Labanuskas, 1958); el comportamiento del cultivar Guatemala durante este mes fue contrario al resto de cultivares sembrados en la finca El Pizote, probablemente, por su alto requerimiento de nitrógeno para suplir las necesidades propias del desarrollo de los frutos (Labanuskas *et al* 1958, 1961).

Según los estándares propuestos por Goodall *et al* 1958, en Tres Ríos, únicamente el cultivar Choquete mantuvo un nivel adecuado durante los meses de estudio. Los otros cultivares en los meses de diciembre, enero y parte de febrero alcanzaron niveles deficientes.

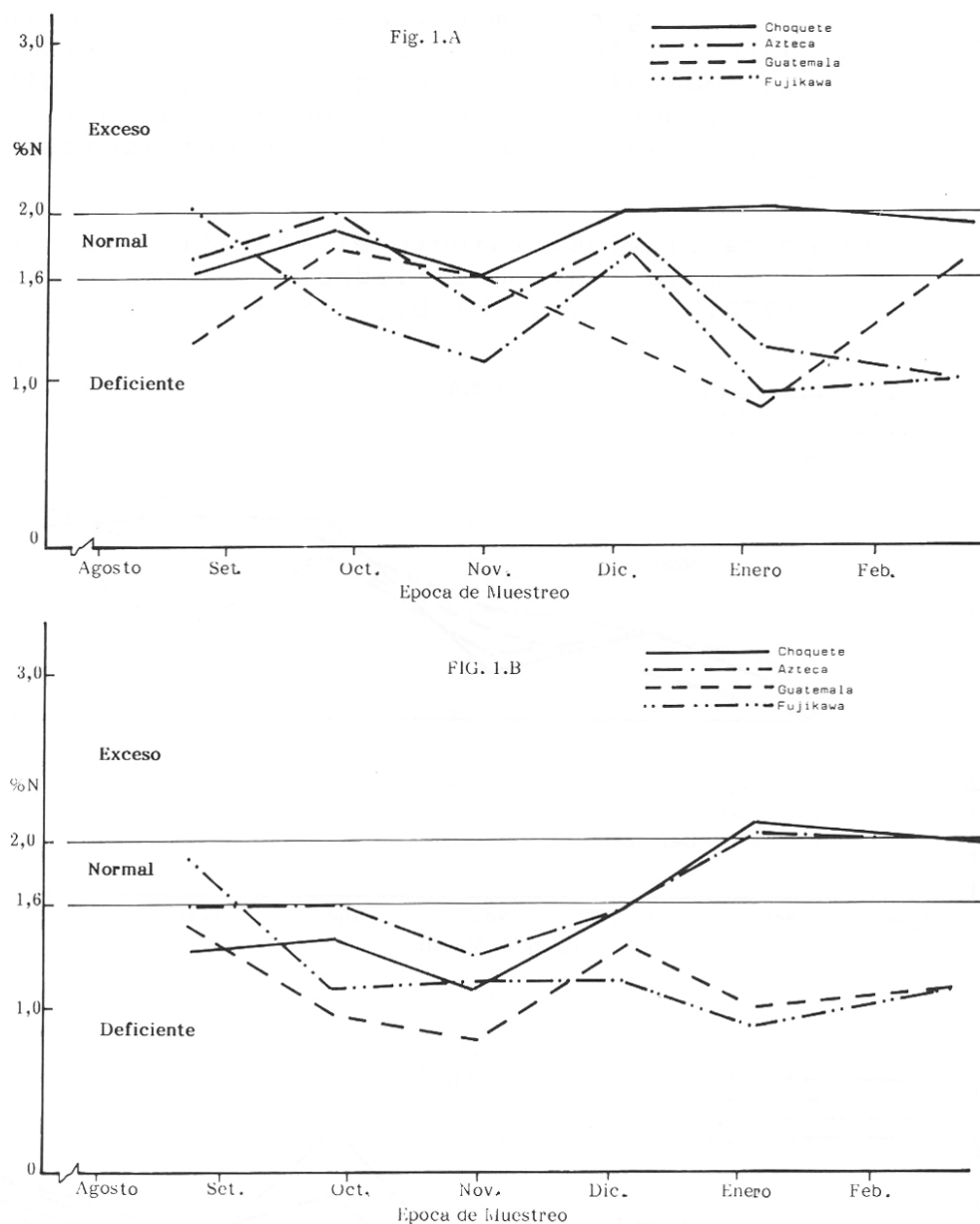


Figura 1. Variación del contenido foliar del nitrógeno en la finca “ El Pizote”, San Ramón de Tres Ríos (Fig. 1.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 1.B) 1979-1980.

En Santa María de Dota, con excepción de los cultivares Choquete y Azteca en época seca, todos tuvieron un nivel de nitrógeno deficiente durante el experimento, lo que corrobora lo anotado por Labanuskas *et al* 1958; Labanuskas *et al* 1961; Mengel, Kirby, 1979), que el nitrógeno es limitante en la producción, ya que en Santa María de Dota se obtuvo menor fructificación que en Tres Ríos.

Fósforo: la Figura 2 muestra el contenido foliar del fósforo que durante los primeros meses de estudio, se incrementó paulatinamente, sin embargo, en algunos cultivares el nivel disminuyó, posiblemente causado por la movilidad del mismo para suplir adecuadamente los requerimientos de la fructificación.

Para la época lluviosa aumentó el contenido de fósforo, debido a la mayor disponibilidad de este elemento (Fassbender, 1975; Menge1, Kirby, 1979). Para la época seca, aumentó la actividad fisiológica de la planta en la formación de brotes nuevos y el nivel foliar del fósforo disminuyó.

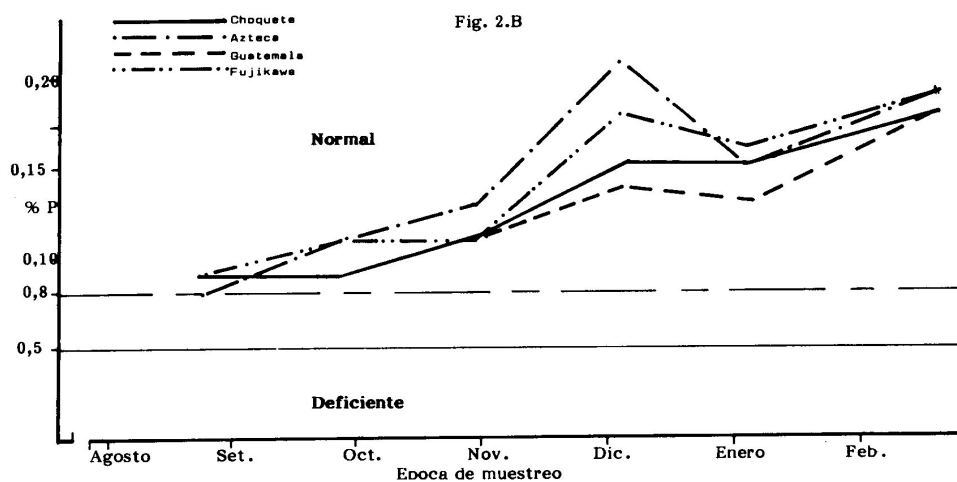
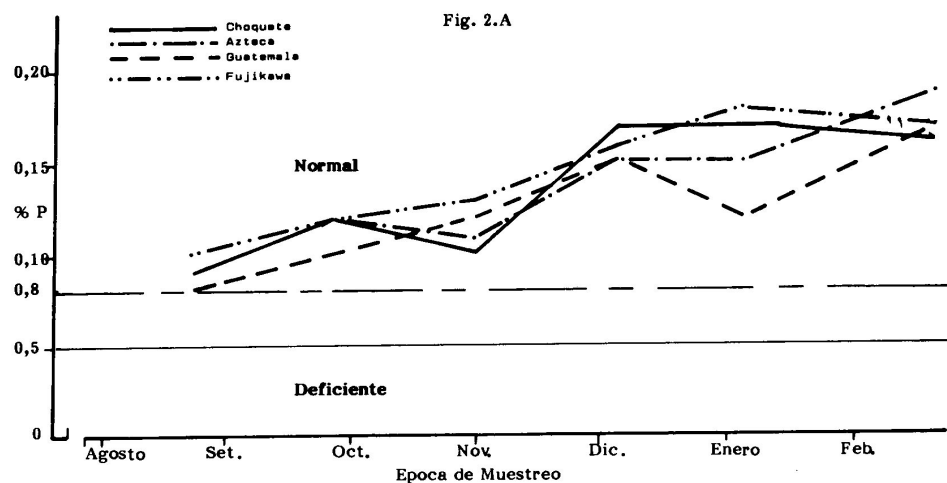


Figura 2. Variación del contenido foliar de fosforo en la finca " El Pizote", San Ramón de Tres Ríos (Fig. 2.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 2.B) 1979-1980.

Los contenidos foliares para todos los cultivares en ambas localidades están dentro de los ámbitos adecuados (Jones, Embleton, 1976). En anteriores estudios tampoco se detectaron deficiencias de fósforo (Avilan *et al* 1978; Embleton, Jones 1968; Jones, Embleton, 1976; Oppenheimer *et al* 1961; Roedenbeck 1968).

La concentración de fósforo en el suelo excede en buena proporción los valores encontrados en suelos cultivados de aguacate de otras regiones de América Latina, como efecto del alto porcentaje de materia orgánica en los suelos analizados y la predominancia de complejos arcillosos (Cuadro 1), factores que influyen en la disponibilidad de este elemento (Avilan *et al.* 1978; Fassbender 1975; Mengel, Kirby 1979). En la zona de San Ramón de Tres Ríos el cultivar Azteca presenta correlaciones negativas significativas para el contenido de fósforo foliar y de suelo a las profundidades de 0-20 cm y de 21-40 cm, lo que indica que es un buen extractor de fósforo (Hass y Brusca, 1956).

El resultado de las correlaciones suelo-planta para el elemento fósforo en el cultivar Choquete hace pensar que la absorción de este nutrimento es más eficiente a niveles más profundos del suelo.

Potasio: Según se observa en la Figura 3, el comportamiento de los cultivares en cuanto al contenido de potasio mostró pocas diferencias durante la época de estudio.

En la época lluviosa, para el mes de setiembre aumentó el nivel para los cultivares de ambas zonas debido quizá, a la poca actividad de crecimiento. Los siguientes meses de la época lluviosa, el nivel disminuyó debido al alto índice de precipitación pluvial alrededor de los 450 mm mensual. Embleton y Jones (1968) en estudios realizados, también encontraron diferencias en el contenido foliar de acuerdo a los cambios estacionales.

El cultivar Fujikawa, alcanzó valores por debajo del nivel adecuado en la zona de Santa María de Dota, a principios de diciembre, el resto de los cultivares tuvieron niveles normales foliares de elementos (Goodall *et al* 1958).

Para el potasio se obtuvo diferencias altamente significativas entre los suelos de El Colegio Técnico Agropecuario de Santa María de Dota, y La Finca el Pizote en San Ramón de Tres Ríos, lo mismo que a la profundidad de suelo de 0-20 cm. El nivel de potasio resultó ser estadísticamente mayor para Santa María de Dota.

Calcio: en la Figura 4, se puede observar el comportamiento diferente del elemento para los cultivares Choquete y Azteca, durante los meses de noviembre a enero, para la zona de Santa María de Dota, que registraron niveles de calcio inferiores a los reconocidos como adecuados (Goodall *et al.* 1958), no así, a los mismos cultivares de la finca El Pizote. Tal diferencia se puede explicar con las características propias del suelo para cada localidad (Cuadro 1).

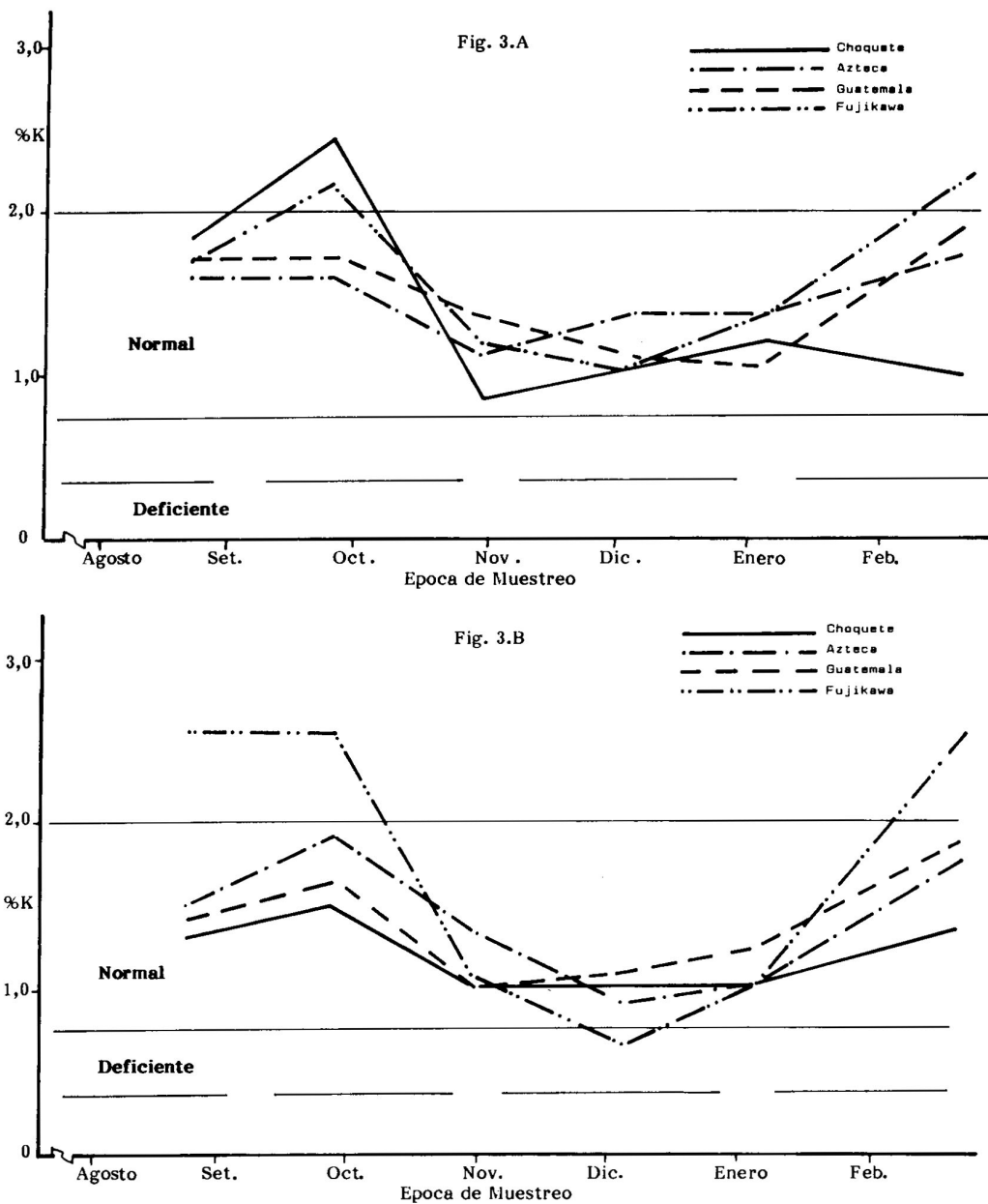


Figura 3. Variación del contenido foliar de potasio en la finca " El Pizote", San Ramón de Tres Ríos (Fig. 3.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 3.B) 1979-1980.

Para los demás cultivares en los dos lugares, los valores de calcio se encontraban dentro de niveles considerados adecuados (Goodall *et al* 1958).

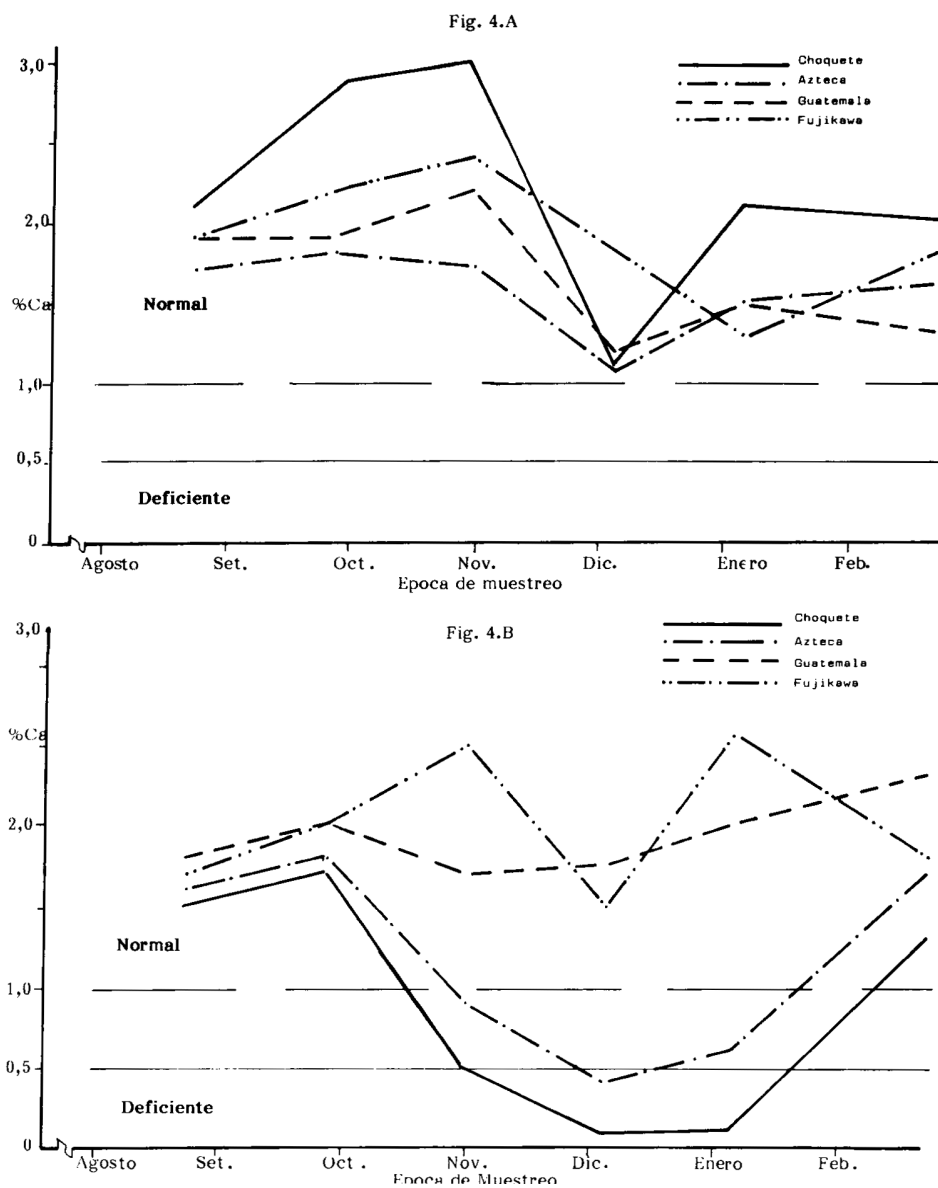


Figura 4. Variación del contenido foliar de calcio en la finca “El Pizote”, San Ramón de Tres Ríos (Fig. 4.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 4.B) 1979-1980.

El cultivar Choquete en Tres Ríos y Fujikawa en Santa María de Dota, mostraron los contenidos foliares promedios más altos en cuanto a porcentaje de calcio. También en ambas localidades y de acuerdo al resultado de la correlación negativa para este elemento en el suelo y la planta a 0-20 cm y 21-40 cm de profundidad, el cultivar Fukikawa se mostró eficiente para absorber rápidamente el calcio disponible en el suelo.

Magnesio: la variación estacional resultó ser similar para todos los cultivares en ambos lugares y los valores de magnesio un tanto menores en los cultivares de Santa María de Dota, principalmente durante el periodo lluvioso (Figura 5).

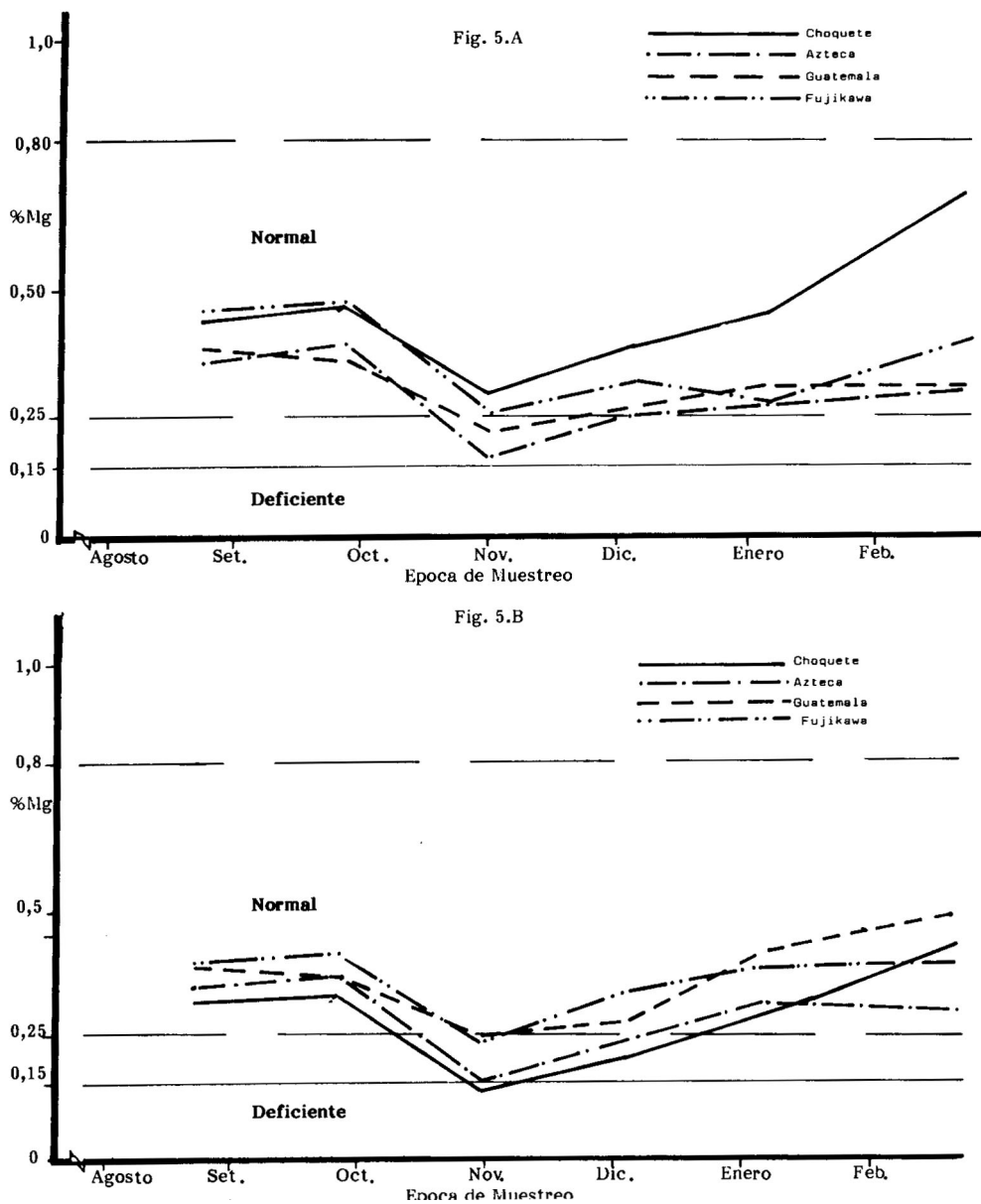


Figura 5. Variación del contenido foliar de magnesio en la finca "El Pizote", San Ramón de Tres Ríos (Fig. 5.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 5.B) 1979-1980.

En Tres Ríos, el cultivar Choquete presentó los valores foliares más altos, mientras que en Santa María de Dota, el cultivar Guatemala fue el que mostró mayor porcentaje.

El contenido foliar del magnesio en los cultivares Azteca y Guatemala en Tres Ríos entre los meses de noviembre y diciembre, así como el Choquete y Azteca de Santa María de Dota desde octubre hasta fines de diciembre, no alcanzó valores reconocidos como normales (Goodall *et al.* 1958).

A pesar de que hay mayor cantidad de magnesio disponible en los suelos de Tres Ríos, ambos lugares tienen niveles bajos del elemento según se informa en la literatura (Fassbender, 1975). El cultivar Choquete en Tres Ríos presentó correlación negativa para el magnesio a las dos profundidades evidenciando que es un cultivar eficiente en la absorción de este elemento a cualquiera de las dos profundidades evaluadas (Fassbender, 1975).

Cobre: la Figura 6 muestra la variación del contenido foliar de cobre en los cultivares. El comportamiento, en Santa María de Dota y en San Ramón de Tres Ríos, resultó ser diferente, debido a que los procesos de crecimiento, floración y frutificación no ocurren en forma simultánea en los cuatro cultivares por lo tanto los requerimientos nutricionales no coinciden (Bingham, 1961; Koo y Young, 1977).

Además el nitrógeno y el fósforo, ejercen efectos antagónicos sobre el cobre en el aguacate, lo cual podría relacionarse con los resultados obtenidos en este estudio principalmente en lo referente al fósforo que mostró valores más altos durante la época seca (Figura 2); incremento que coincidió con niveles bajos de cobre (Embleton, Jones, 1968; Labanuskas *et al.* 1958; 1961).

El cultivar Fujikawa, para ambas localidades mostró los valores foliares promedios más altos. En general, los valores de cobre encontrados se ajustan al rango adecuado propuesto por Goodall *et al.* (1958) y en setiembre, octubre y noviembre el cultivar Fujikawa junto al Choquete tuvieron niveles foliares excesivos. Los resultados de las correlaciones a las profundidades del suelo de 0-20 cm y 21-40 cm indicaron que el cultivar Guatemala y Choquete en Santa María de Dota poseen una mayor capacidad para extraer el cobre del suelo con respecto a los mismos en San Ramón de Tres Ríos, como también se detectó diferencia significativa en el contenido de cobre para las localidades evaluadas, siendo mayor el contenido en Tres Ríos.

Hierro: la variación estacional, observada en todos los cultivares en ambas zonas resultó ser muy similar y en términos generales se notó que el nivel foliar del elemento en los cultivares, fue menor durante la época lluviosa, y mucho mayor en los meses más secos (Figura 7). El cultivar Choquete en ambas localidades mostró los valores foliares promedio de hierro más altos.

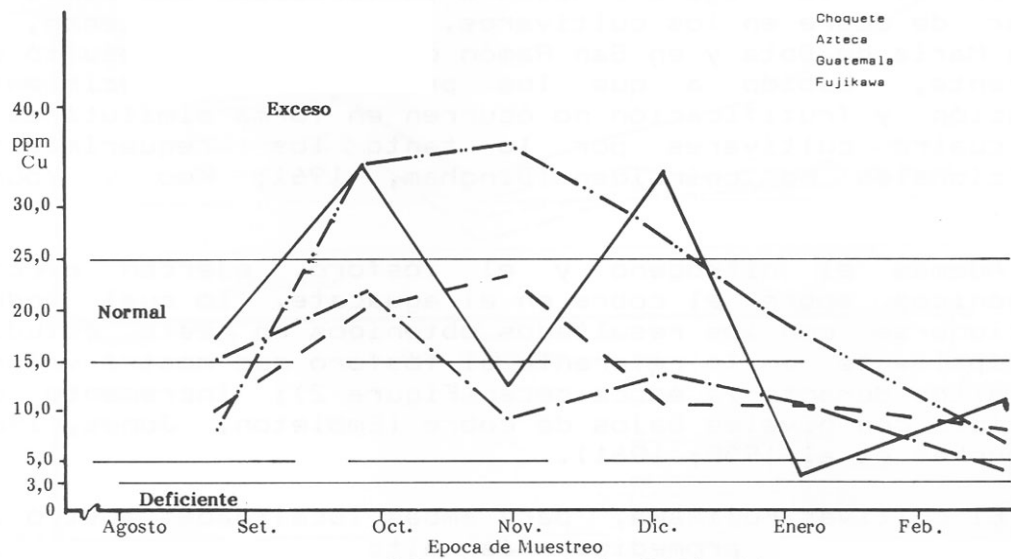
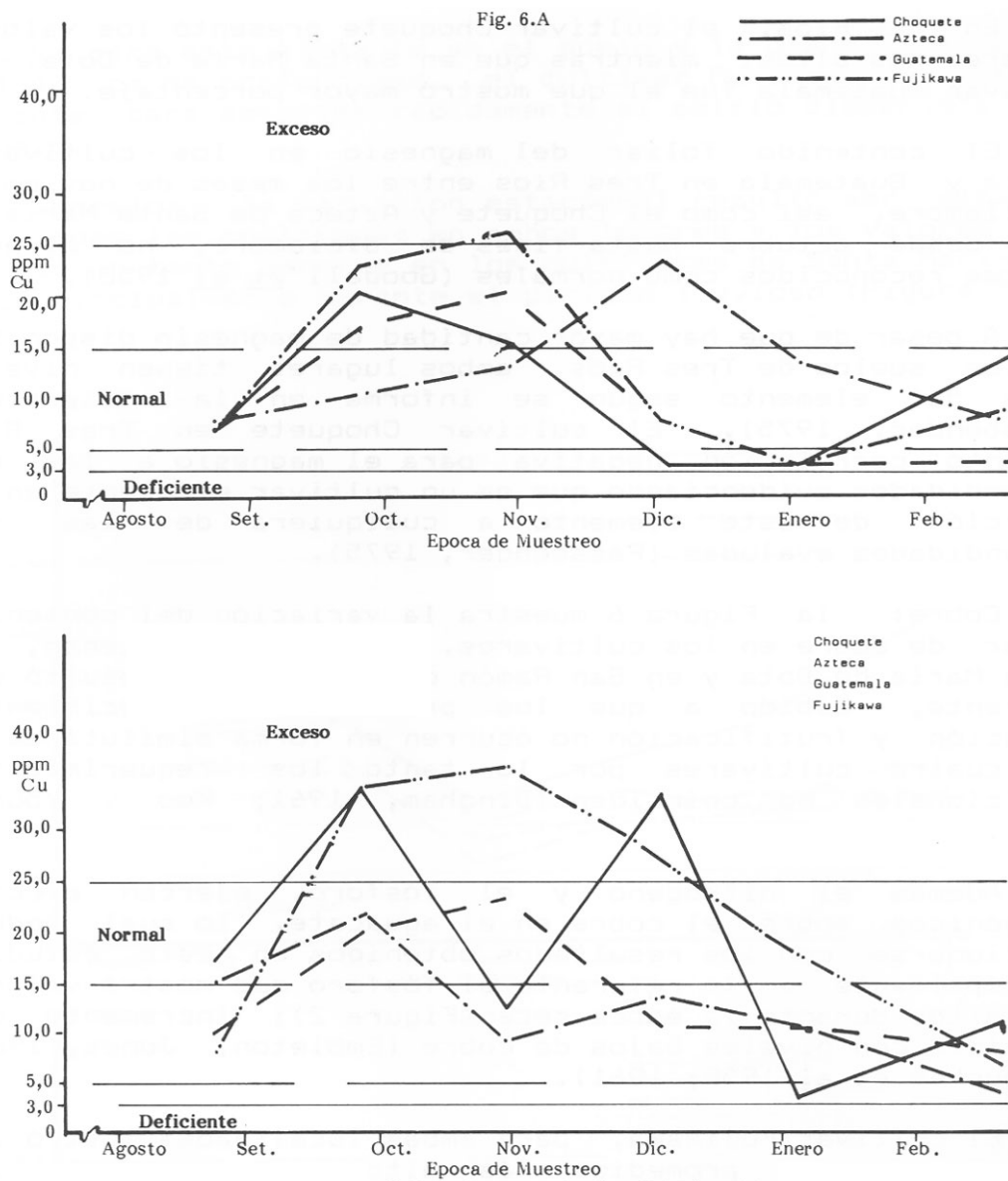


Figura 6. Variación del contenido foliar de cobre en la finca “ El Pizote”, San Ramón de Tres Ríos (Fig. 6.A) y en el colegio Agropecuario Santa María de Dota, para cuatro cultivares de aguacate (Fig. 6.B) 1979-1980.

Según los muestreos y el correspondiente análisis del suelo de ambas localidades, (Cuadro 1), el nivel del elemento debe considerarse alto de acuerdo a lo señalado por varios investigadores (Fassbender, 1975; Mengel, Kirby, 1979) y podría ser el pH bajo encontrado, el que tuvo mayor efecto sobre la disponibilidad del hierro (Bornemisza 1965; Fassbender, 1975; Mengel, Kirby, 1979).

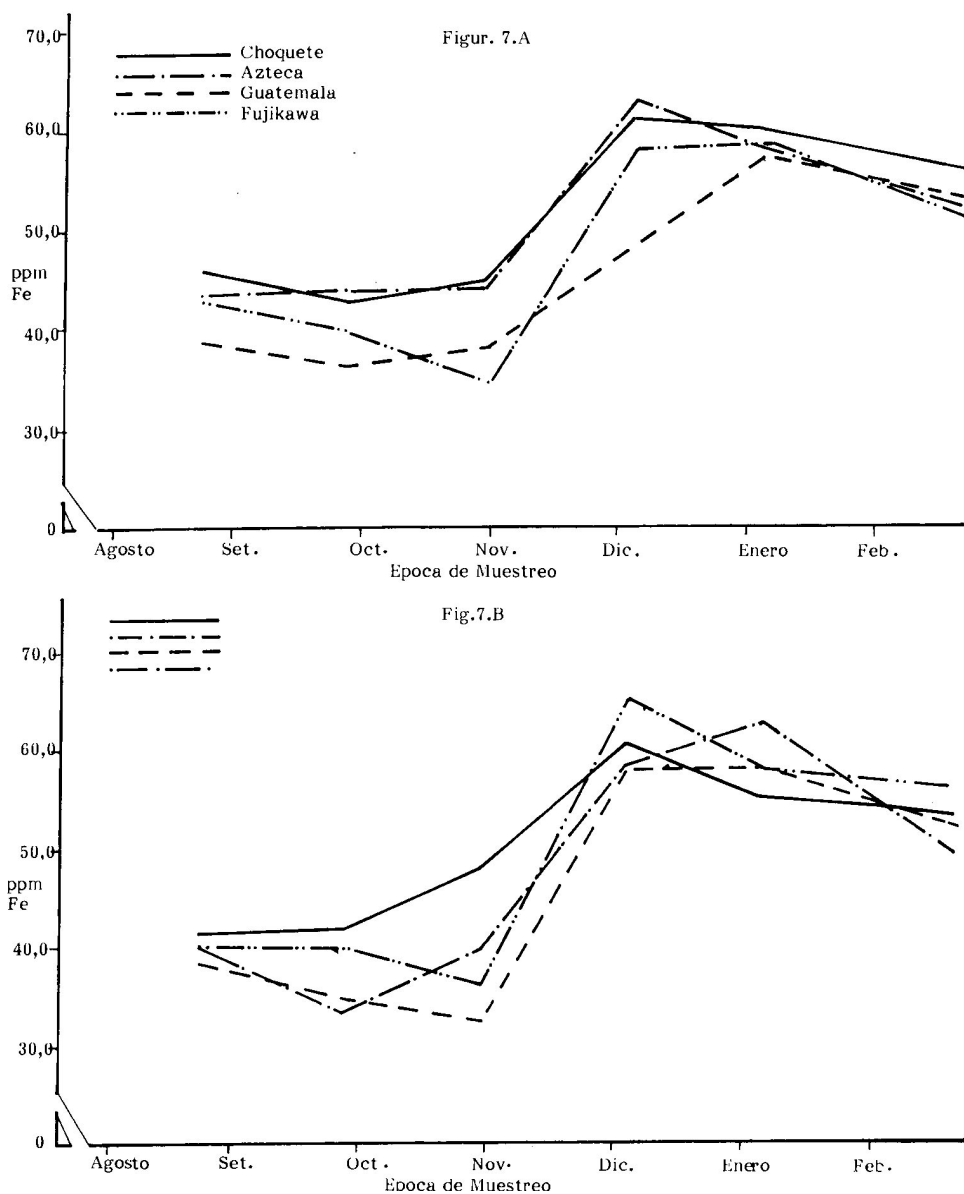


Figura 7. Variación del contenido foliar de hierro en la finca "El Pizote" en San Itamón de Tl'es Ríos (Fig. 7.A), y en el Colegio Agropecuario Santa María de Dota (Fig. 7.8), para cuatro cultivares de aguacate. 1979-1980.

No se observaron síntomas de toxicidad de hierro, aún con concentraciones mayores a 600 ppm.

Cinc: la variación estacional del Cinc, fue diferente en ambas zonas, lo mismo que el comportamiento de los cultivares en cuanto al contenido foliar, principalmente después del segundo mes de muestreo (Figura 8).

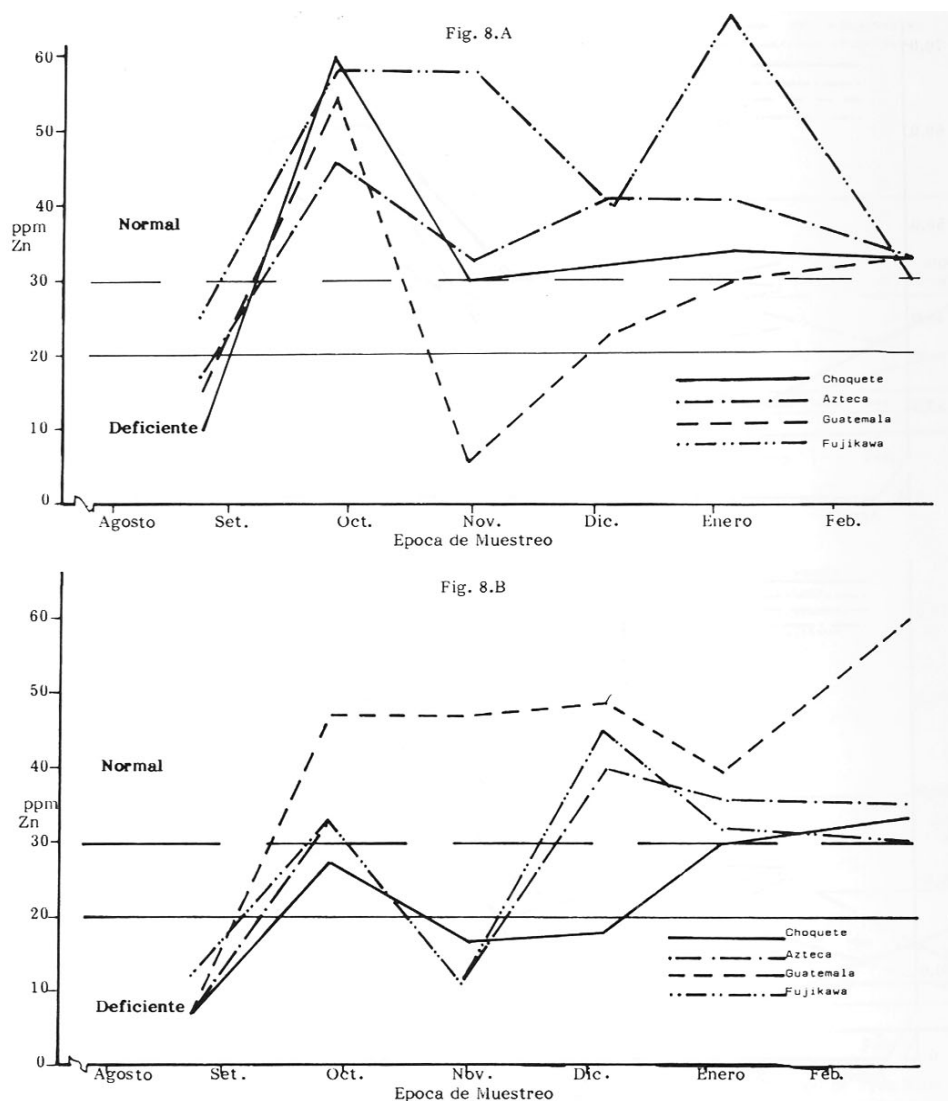


Figura 8. Variación del contenido foliar de zinc en la finca "El Pizote", San Ramón de Tres Ríos (Fig. 8.A) y en el Colegio Agropecuario Santa María de Dota, (Fig. 8.B) para cuatro cultivares de aguacate. 1979-1980. disminuye la disponibilidad de este elemento. Además, varios autores (Devlin, 1974; Embleton, Jones, 1968; Fassbender, 1975), opinan que el cinc en el suelo se encuentra en pocas cantidades.

Durante la época lluviosa el índice de cinc en las hojas bajó, lo que corrobora lo ya dicho por Labanuskas y colaboradores (1961), quienes encontraron que la humedad disminuye la posibilidad de este elemento. Además, varios autores (Devlin, 1974; Embleton, Jones, 1968; Fassbender, 1975), opinan que el cinc en el suelo se encuentra en pocas cantidades. El cultivar Choquete presentó correlación significativa positiva para el cinc a la profundidad de suelo 0-20 cm.

Manganeso: la Figura 9, muestra la variación del contenido foliar del manganeso en los cuatro cultivares estudiados.

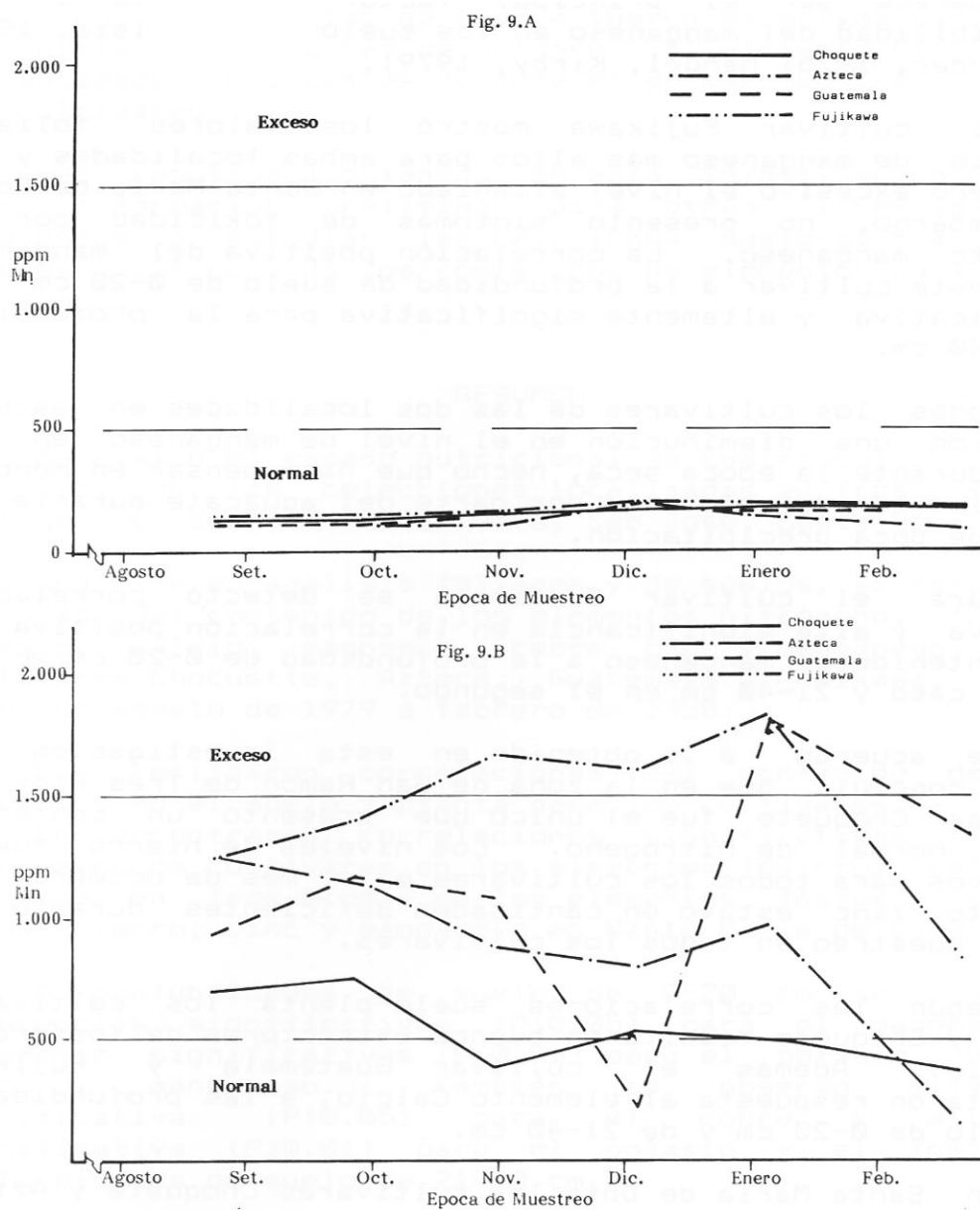


Figura 9. Variación del contenido foliar de manganeso en la finca "El Pizote, San Ramón de Tres Ríos (Fig. 9A) y en el Colegio Agropecuario Santa María de Dota (Fig. 9.B) para cuatro cultivares de aguacate. 1979 - 1980.

En Santa María de Dota, los cultivares mostraron niveles foliares mucho mayores que los de Tres Ríos; en Santa María de Dota, el nivel foliar de manganeso fue mayor en noviembre y diciembre con respecto a los demás meses de estudio, lo que podría encontrar explicación en una mayor absorción del elemento por parte de la planta cuando el suelo mantiene una humedad intermedia. Se encontró correlación negativa del nivel de manganeso en el cultivar Choquete y en la correlación positiva del mismo cultivar a la profundidad de 0-20 cm y 21-40 cm respectivamente en la zona de Santa María de Dota.

El pH encontrado, en los suelos de ambas zonas (Cuadro 1), parece ser el principal factor influyente en la disponibilidad del manganeso en los suelos (Bornemisza, 1965; Fassbender, 1975; Mengel, Kirby, 1979).

El cultivar Fujikawa mostró los valores foliares promedio de manganeso más altos para ambas localidades y se consideró excesivo el nivel alcanzado en Santa María de Dota. Sin embargo, no presentó síntomas de toxicidad por el elemento manganeso. La correlación positiva del manganeso para este cultivar a la profundidad de suelo de 0-20 cm fue significativa y altamente significativa para la profundidad de 21-40 cm.

Todos los cultivares de las dos localidades en estudio mostraron una disminución en el nivel de manganeso en las hojas durante la época seca, hecho que hace pensar en menores requerimientos del elemento por parte del aguacate durante los meses de poca precipitación.

Para el cultivar Guatemala se detectó correlación negativa y alta significancia en la correlación positiva en el contenido de manganeso a la profundidad de 0-20 cm en el primer caso y 21-40 cm en el segundo.

De acuerdo a lo obtenido en esta investigación se puede concluir que en la zona de San Ramón de Tres Ríos el cultivar Choquete fue el único que presentó un contenido foliar normal de nitrógeno. Los niveles de hierro fueron excesivos para todos los cultivares en el mes de octubre. El elemento zinc estuvo en cantidades deficientes durante el primer muestreo en todos los cultivares.

Según las correlaciones suelo-planta los cultivares Azteca y Choquete resultaron buenos extractores de fósforo y magnesio. Además el cultivar Guatemala y Fujikawa presentaron respuesta al elemento Calcio, a las profundidades de suelo de 0-20 cm y de 21-40 cm.

En Santa María de Dota los cultivares Choquete y Azteca durante la época seca, presentaron valores normales de nitrógeno y valores deficientes de calcio. El hierro y el manganeso estuvieron deficientes en los cuatro cultivares durante el periodo de evaluación. El cultivar Choquete resultó ser un buen extractor de fósforo y manganeso a profundidades de 21-40 cm. Lo mismo que el cultivar Fujikawa para el elemento calcio y a profundidades de 0-20 cm y para el elemento manganeso a las dos profundidades.

Entre los suelos de ambos lugares, a una profundidad de 0-20 cm se encontraron diferencias en el contenido de Mg, K, Fe, Zn y Mn. A la profundidad de 21-40 cm se encontró diferencias significativas para el fósforo y potasio.

Se puede concluir que en Tres Ríos, el cultivar Choquete fue el único que presentó un contenido foliar normal de nitrógeno. Los niveles de hierro fueron excesivos para todos los cultivares en el mes de octubre. El elemento cinc estuvo en cantidades deficientes durante el primer muestreo en todos los cultivares.

Los resultados obtenidos de ésta investigación sirven como información preliminar para otras investigaciones tendientes a estudiar las relaciones suelo-planta y los niveles críticos de los contenidos de elementos para estos cultivares.

RESUMEN

Se evaluó el estado nutricional de cuatro cultivares de aguacate, en las colecciones localizadas en Tres Ríos de Cartago y en Santa María de Dota, San José, Costa Rica.

Con base en análisis foliares y de suelos, se estudió la variación del contenido de los elementos nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, cinc y manganeso, en los cultivares Choquete, Azteca, Guatemala y Fujikawa, en los meses de agosto de 1979 a febrero de 1980.

Se realizaron correlaciones del contenido de los elementos en el suelo y planta para los cultivares.

Se encontraron correlaciones significativas ($P \leq 0.05$) para algunos cultivares en los elementos fósforo, calcio y magnesio en Tres Ríos y en los elementos fósforo, calcio, cobre, hierro, cinc y manganeso en Santa María de Dota.

A profundidades de suelo de 0-20 cm se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el magnesio, y altamente significativas ($P \leq 0.01$) para el potasio, hierro, cinc y manganeso. También se observó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para el cobre y altamente significativa ($P \leq 0.01$) para el potasio y el fósforo a profundidades de suelo de 21-40 cm.

En la finca de San Ramón de Tres Ríos, el cultivar Choquete fue el único que presentó un contenido foliar de nitrógeno normal. Los cultivares Azteca y Choquete resultaron buenos extractores de fósforo y magnesio, además los elementos fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre y manganeso mantuvieron niveles normales en todos los cultivares.

En Santa María de Dota, en época seca los cultivares Choquete y Azteca presentaron valores normales de nitrógeno y valores deficientes de calcio. El cultivar Choquete resultó buen extractor de fósforo y

manganeso y los elementos fósforo y potasio en todos los cultivares se consideraron en un nivel normal, contrario a los sucedido con los elementos hierro y manganeso que se encontraron en niveles considerados excesivos en los cuatro cultivares.

LITERATURA CITADA

- AVILAN, L.; CHAURAN, O.; FIGUEROA, M. 1978. Evaluación del estado nutricional del mango (*Mangifera indica* L.) y el aguacate (*Persea americana* M.) y distribución radicular del mango en los suelo de las mesas orientales de Venezuela. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 28 (1):3-18.
- BINGHAM, F. 1961. Seasonal trends in nutrient composition of "Lass" avocado waves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 78:149-16121.
- BORNEMISZA, E. 1965. Conceptos modernos de la acidez del suelo. *Turrialba* 15 (1): 20-24.
- CASTILLO, D.; SAGRERA, G. 1951. El cultivo del aguacate. Circular Agrícola. El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro Nacional de Agronomía, Santa Tecla. # 47.
- DEVLIN, R.M. 1974. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España. 455 p.
- EMBLETON, T.W.; JONES, W.W. 1968. Avocado and mango nutrition. Editorial N.J. USA. Temperature to tropical fruit nutrition. Childers, N.F. 51-68 p.
- FASSBENDER, H.W. 1975. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Serie de libros y materiales educativos. Costa Rica. IICA. 385 p.
- FERSINI, A. 1975. El cultivo del aguacate. Editorial Diana S.A. México. 109 p.
- GOODALL, G.E. *et al.* 1958. Soil stratification and phytophthora root rot occurrence in avocado orchards. California. Avocado Soc. Yearbook 42: 125-129.
- HASS, A.R.C.; BRUSCA, J.N. 1956. Phosphate response in avocado trees. *Califa Avocado SOCa Yearbook* 193-201.
- JACKSON, M.L. 1971. Análisis químico de suelos. Barcelona, España. Editorial Omega. 662 p.
- JONES, W.W., EMBLETON, T.W. 1976. Leaf analysis as a guide to avocado fertilization. Soil and plant tissue testing in California. EEUU, Univ. of California (Bulletin 1879). 112 p.
-

-
- LABANUSKAS, C.K. *et al.* 1958. Effects of irrigation treatments and rates of nitrogen fertilization on young "Hass" avocado trees. V. micronutrient content of leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 71: 315-319.
- _____. 1961. Effects of nitrogen and irrigation treatments on the micronutrient concentration in "Hass" avocado leaves Calif. Avocado Soco 45: 97-100.
- MALO, S.E. 1968. Comercial avocado varieties and production practices in Florida. Proc. Trop. Region Amer. Soc. Hort. Sci 12: 201-206.
- MENGEL, K.; KIRBY, E.A. 1979. Principles of plant nutrition. Berna, Suiza. International Potassium Institute. 593 p.
- OPPENDHEIMER, CH.; KASMAN, A.; RADIZISZEWSKA, F. 1961. Some observations on the nutritional status of avocado trees in Israel. Calif. Avocado Soc. Yearbook. 45: 81-85.
- ROEDENBECK, W. 1968. Estudio preliminar del status nutricional del palto variedad "Fuerte" en las principales huertas de la costa del Perú. Tesis Ing. Agr. Lima, Perú. Universidad Agraria La Molina, Facultad de Agronomía. 65 p.
- SOIL CONSERVATION SERVICE. 1972. Investigación de los suelos. Department of Agriculture. Washington D.C., USA. 90 p.
- SOLARES, M. 1976. El aguacate - su cultivo. Editores Mexicanos Unidos. México 1, D.F. 223 p.
- YOUNG, T.W.; KOO, R.C. 1977. Influence of soil and cultivar on mineral composition of avocado leaves in Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 (3): 308-311.
-