

**NIVELES FOLIARES DE LAS PLANTACIONES DE
AGUACATES DE LAS ISLAS CANARIAS OCCIDENTALES**

Por

V. GARCIA, A. DIAZ, M. ALTARES,
J. J. BRAVO RODRIGUEZ y M. FERNANDEZ



PUBLICADO EN
ANALES DE EDAFOLOGIA Y AGROBIOLOGIA
TOMO XLII, NUMS. 5-6 - MADRID, 1983

FERTILIDAD DE SUELOS

NIVELES FOLIARES DE LAS PLANTACIONES DE AGUACATES DE LAS ISLAS CANARIAS OCCIDENTALES

por

V. GARCIA*, A. DIAZ, M. ALTARES, J. J. BRAVO RODRIGUEZ y M. FERNANDEZ

SUMMARY

FOLIARS LEVELS OF THE PLANTATIONS OF AVOCADOS OF THE OCCIDENTAL CANARIES ISLANDS

A study of the nutritional state of the avocado crops of the Islands of Tenerife, La Palma, Gomera and Hierro was carried out by means of foliar analysis. The foliar ranges for the varieties Fuerte and Hass on West Indian rootstocks were determined, high N levels in relation to those obtaining in other areas being found, and in addition low concentrations of Zn, although apparent symptoms of deficiency were not observed.

INTRODUCCIÓN

Dado el auge que el aguacate está cobrando en la agricultura de las Islas Canarias, hemos emprendido una serie de estudios sobre la fertilidad de los suelos y de la nutrición mineral de estas plantas. En un trabajo anterior (V. García, J. Bravo Rodríguez, A. Rodríguez y C. E. Alvarez) publicamos los resultados de las propiedades físico-químicas de los suelos canarios dedicados al cultivo del aguacate; en la presente publicación exponemos nuestros estudios sobre la nutrición de esta planta.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para obtener una muestra representativa se han reunido las hojas tomadas en cinco árboles, a razón de diez por cada uno de ellos, alrededor de la copa y a un metro de altura aproximadamente. Se han elegido siempre árboles de la misma edad y variedad. Las hojas se seleccionan en ramas sin fruto carentes de ramas secundarias. Se ha tomado en cada rama la quinta hoja contando a partir de la primera que ha perdido su color juvenil (verde claro).

El muestreo se ha efectuado en los meses de septiembre y octubre y, por consiguiente, corresponde a hojas nacidas en el ciclo de Primavera. El estudio se ha realizado solamente sobre las variedades «Fuerte» y «Hass», pues

* Centro de Edafología y Biología Aplicada de Tenerife. C.S.I.C.

entre ambas cubren aproximadamente el 80 por 100 de la superficie total dedicada a este cultivo en las islas.

La mineralización se realizó por vía seca. En el extracto se determinó el P, desarrollando el color por el método del Vanadato-Molibdato (Chapman y Pratt, 1961) y los cationes por espectrofotometría de absorción atómica.

El N se determinó en un autoanalizador «Technicon».

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores máximos, mínimos y medios de las concentraciones foliares de los macronutrientes N, P, K, Ca y Mg expresados en porcentaje de materia seca y los micronutrientes Fe, Mn, Cu, Zn y Na en ppm en las plantaciones de Tenerife, La Palma, Gomera y Hierro y para las variedades «Fuerte» y «Hass» aparecen en las tablas núms. 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Los niveles medios de macronutrientes que aparecen en las tablas están, en general, en buena concordancia con los intervalos obtenidos en otras regiones; asimismo están de acuerdo con los considerados adecuados por Embleton y cols. (1959 a y b). Sin embargo, hay que hacer la salvedad del N, cuyas concentraciones son, por término medio, más altas que las que éste considera como adecuadas.

Del examen de estas tablas se deduce que las concentraciones foliares de N, P y K para la variedad «Hass» son, por término medio, superiores a las de la «Fuerte», excepto el N en los aguacates de la Gomera. No obstante, no puede deducirse de esto que las necesidades nutricionales de la variedad «Hass» sean superiores a las de la «Fuerte» y al haber realizado la toma de muestras de ambas variedades en la misma época, se han recogido hojas de la primera que son aproximadamente un mes más jóvenes que las de la segunda; no obstante, no se han encontrado unos criterios fijos en este sentido en la bibliografía consultada: así, Wutscher y Maxwell (1975) en cultivos de aguacate en Texas, comprueban que las concentraciones de P y K disminuyen con la edad de la hoja, lo que parece estar en concordancia con nuestros resultados, mientras que Palacios y Velasco (1977) en Málaga, encuentran que las concentraciones de P y K en las hojas tomadas entre los meses de octubre y diciembre permanecen prácticamente constantes, mientras que las de N disminuyen.

Nitrógeno

El N ha sido y es el nutriente más mencionado en relación con este cultivo ya que el aguacate tiene unas exigencias que, según algunos autores, llegan a duplicar las de las restantes especies frutales. Esto se explica si se tiene en cuenta que la riqueza en proteínas de la pulpa del fruto es muy superior a la de cualquier otra.

Trabajando sobre la variedad «Fuerte», Embleton y cols (1959 a) encuentran que el valor idóneo de N en la hoja para esta variedad parece ser de

TABLA I
 Niveles de las concentraciones foliares de macro y micronutrientes en el aguacate en los cultivos de Tenerife

Niveles	%							ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	N/K	Fe	Mn	Zn	Ca		
Fuerte	Máximo	2,31	0,19	1,60	2,48	1,35	4,84	105	630	32	42	500
	Mínimo	1,61	0,10	0,43	1,33	0,69	1,13	63	16	18	6	75
	Medio	2,18	0,13	0,77	1,72	0,93	3,21	76	135	23	15	161
Hass	Máximo	3,02	0,20	1,20	2,13	1,26	4,40	119	440	28	30	280
	Mínimo	1,67	0,12	0,53	1,08	0,55	2,22	68	20	19	6	65
	Medio	2,52	0,16	0,83	1,66	0,80	3,13	91	158	25	13	126
Fuerte	Máximo	2,81	0,20	1,44	2,15	1,49	5,19	128	665	31	44	477
	Mínimo	1,46	0,08	0,36	0,99	0,65	1,74	60	34	14	4	105
	Medio	2,28	0,15	0,86	1,61	0,83	2,75	89	151	20	8	195
Hass	Máximo	3,65	0,28	1,40	1,88	0,82	3,12	140	490	34	18	440
	Mínimo	2,08	0,14	0,83	1,08	0,47	1,86	65	26	17	5	100
	Medio	2,70	0,19	1,15	1,31	0,67	2,34	91	157	24	8	222

NORTE

SUR

TABLA 4

Resultados del análisis foliar de hojas cloróticas obtenidos en la isla de la Gomera

Variedad	(%)					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
Fuerte	2,81	0,23	1,70	1,16	0,40	38	59	11	31	180
Hass	2,50	0,20	1,33	1,23	0,41	48	110	16	29	128

TABLA 5

Resultados del análisis foliar para la variedad «Fuerte» correspondientes a las dos explotaciones estudiadas en la isla de Hierro

Variedad	(%)					ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	Na
1	2,45	0,15	0,73	1,31	0,83	99	97	32	8	220
2	2,29	0,15	1,67	1,19	1,00	57	32	20	9	215

1,8 por 100. Este valor es sensiblemente menor que la media de los contenidos foliares hallados en nuestro estudio: de 2,70 (La Palma), 2,63 (Gomera) para la variedad «Fuerte»; 2,35 en La Palma a 2,70 en Tenerife para la «Hass».

Embleton y Jones (1966) indican que el nivel foliar de N considerado como óptimo para la variedad «Fuerte» puede ser bajo para otras variedades, particularmente para la «Hass». Aunque no obtiene resultados concluyentes al respecto, parece ser que el contenido óptimo de N en hojas tomadas en el período de agosto-octubre no debe ser inferior al 2 por 100 para lograr buenos rendimientos en esta variedad.

Fósforo

Las necesidades en P de este cultivo no parecen ser muy elevadas y, de hecho, no se han registrado nunca síntomas de deficiencia de P en cultivos comerciales. Los síntomas de carencia provocada en medio artificial han sido descritos en un excelente trabajo de Charpentier y Martin Prevel (1967) realizado en Costa de Marfil.

La nutrición fosforada juega un papel muy importante en la fructificación, y las irregularidades en el suministro de P pueden ser una de las causas de la alternancia de las cosechas (vecería). Araujo y Silva (1950) indican que una deficiencia de P, o una relación elevada N/P, puede ser causa del bajo grado de fructificación.

Fulmer (1946) en los cultivos de California, encuentra que los árboles con alto grado de fructificación tienen un alto índice de extracción de P, lo que se pone de manifiesto por una depresión de sus contenidos foliares.

Las concentraciones de P encontradas en nuestro estudio, están en todos los casos dentro de los intervalos considerados como adecuados por diferentes autores en varios países. Los valores medios para la variedad «Fuerte» están entre 0,16 y 0,19 (ambos en Tenerife).

Se observa para los valores individuales de la variedad «Fuerte» correspondientes a la zona sur de Tenerife que las concentraciones más bajas de P (0,10 por 100 en cuatro de las muestras) en la hoja corresponden también a valores bajos de N, presentándose una clorosis ligera. Este comportamiento está en concordancia con el observado por Lacoehile y cols. (1968) en Costa de Marfil, quienes comprueban que el descenso de cualquiera de estos nutrientes en las hojas lleva consigo la disminución del otro.

Por otra parte, en las muestras con concentraciones altas de P se encuentran asimismo concentraciones muy elevadas de N. Así, en la mayoría de las muestras con valores de P superiores a 0,18 por 100 los valores de N están por encima de 2,50 por 100. En este sentido hemos de señalar que Embleton y Jones (1966) comprueban como un aumento en el contenido foliar de P incrementa el de N, lo que parece confirmar la existencia de un sinergismo entre ambos nutrientes.

Potasio

La nutrición potásica de esta planta ha sido objeto de poca atención, ya que sus necesidades en K no son muy elevadas y rara vez el valor absoluto del contenido en K del suelo se convierte en factor limitante de la cosecha. Al igual que en el caso del P, no hay referencias de síntomas visuales de deficiencia de K en aguacates en condiciones de campo.

Los valores foliares de K encontramos en nuestro estudio son, en general, más elevados en la vertiente sur, lo que está en concordancia con los datos del análisis de suelos (Ver V. García y cols.).

Las concentraciones foliares de K pueden considerarse, en la mayor parte de los casos, como medias o altas, si bien no llegan a alcanzar nunca el valor límite máximo de 2 por 100 indicado por Embleton y Jones (1966). No obstante, excepcionalmente se encuentran algunas plantaciones con concentraciones de K menores de 0,60 por 100, es decir, por debajo del límite inferior considerado como adecuado por Embleton y Jones (1966).

Un buen equilibrio en el N y el K es indispensable para asegurar una buena nutrición del árbol, y por consiguiente, un elevado rendimiento. La relación N/K en estos cultivos varía entre 1,13 y 5,19, correspondiendo, en general, los valores más altos a las concentraciones inferiores de K en la hoja ya que el N suele ser siempre elevado.

Calcio y magnesio

Las concentraciones foliares de Ca y Mg halladas en nuestro estudio presentan unos valores medios comprendidos dentro de los intervalos dados como adecuados por Embleton y Jones (1966), así para el Ca encontramos niveles medios de 1,08 (Tenerife) a 2,03 (La Palma) y el Mg de 0,67 a 0,93 por 100, sin embargo, son considerablemente inferiores a los hallados en regiones como Málaga y el Valle del Jordán en Israel, donde las plantaciones se encuentran en suelos calcáreos. En cuanto al Mg, podemos afirmar que los niveles foliares de nuestros cultivos son generalmente elevados. Los valores medios hallados en todos los casos coinciden aproximadamente con el límite superior dado como adecuado por Embleton. Las altas concentraciones de Mg en la hoja que hemos encontrado se explican por los también altos niveles de Mg cambiante en nuestros suelos.

La relación entre la suma de cationes cambiables K, C y Mg en los suelos de Tenerife y sus concentraciones en la hoja se ha confirmado por el análisis estadístico. En la fig. 1 se representa la recta de regresión correspondiente a la variedad «Fuerte» en la zona sur de Tenerife. Se ha obtenido un coeficiente de correlación de 0,5163, significativo a niveles superiores al 0,1 por 100.

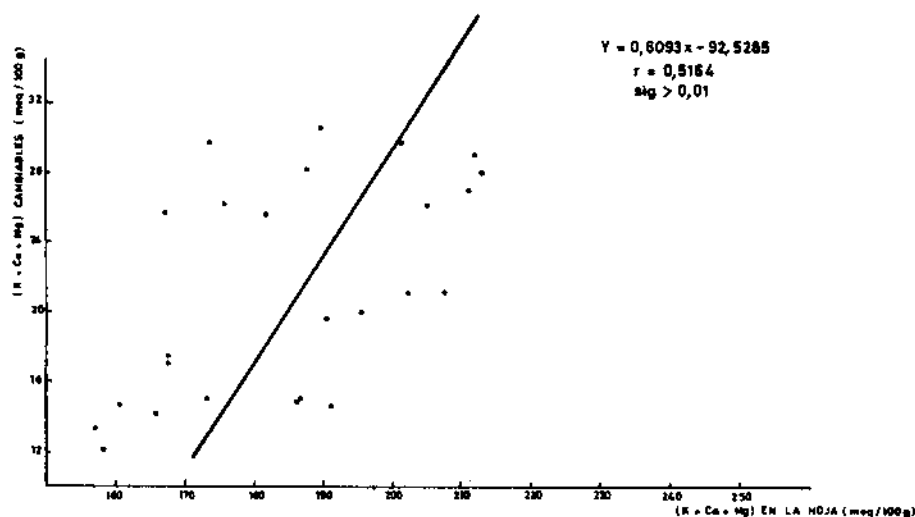


FIG. 1. Relación entre la suma de cationes cambiables y la suma de sus concentraciones foliares.

Hierro

La deficiencia de Fe se presenta frecuentemente en este cultivo, el síntoma característico es la pérdida del color verde oscuro de las hojas que se vuelven más o menos amarillentas según la gravedad de la carencia. Los nervios permanecen verdes, salvo en los casos de clorosis aguda en que llegan perder por completo la coloración (Charpentier y Martin Prevel, 1967).

A la hora de interpretar los datos analíticos hay que tener en cuenta que el efecto del genotipo en la susceptibilidad a la deficiencia es muy marcado, y hay que considerar sobre todo cuando no se conoce la naturaleza de los portainjertos.

La asimilabilidad del Fe está limitada, en muchos casos, por el pH o por la presencia de capas impermeables en el subsuelo que impiden una buena respiración radicular (tal es el caso de los suelos no sorribados).

Embleton y Jones (1966) consideran como adecuados los niveles de Fe en la hoja comprendidos entre 50 y 200 ppm. En nuestros cultivos las concentraciones foliares de Fe se encuentran entre 57 y 140 ppm. Los valores superiores de Fe en la hoja corresponden usualmente a explotaciones sobre suelos de pH ácido.

En Tenerife únicamente hemos encontrado árboles deficientes en Fe en la zona sur de la isla, lo que es fácilmente explicable ya que aquí se encuentran suelos alcalinos o no sorribados. En la Gomera se han encontrado dos plantaciones con bajos contenidos en Fe (Tabla 4).

Según Embleton, la concentración de 50 ppm de Fe en la hoja se considera como deficiente; sin embargo, hemos hallado plantas con síntomas externos de clorosis con concentraciones foliares de Fe algo superiores a 50 ppm. Hemos encontrado, en muestras con clorosis aguda, que los contenidos en K son relativamente más altos que en las hojas normales. Resultados similares fueron encontrados, por Lacoeyilhe, Martin Prevel y Charpentier (1968). Según estos autores, una carencia aguda de Fe aumentó el contenido de K en la hoja en experiencias llevadas a cabo en cultivos hidropónicos en Costa de Marfil.

Manganeso

Según Haas (1939) las hojas deficientes en Mn presentan lunares pálidos que pueden evolucionar hasta la necrosis. El intervalo de concentraciones de Mn en la hoja considerado como adecuado por Embleton y Jones (1966) es bastante amplio, entre 30 y 500 ppm.

Las concentraciones foliares de Mn encontradas en nuestro estudio quedan dentro de los límites indicados anteriormente, excepto para cuatro muestras de la variedad «Fuerte» y tres de la «Hass» en Tenerife, mientras que en La Palma, dos de las muestras de la variedad «Hass» presentan valores excepcionalmente bajos; no obstante, no hemos observado en ningún caso síntomas de deficiencia en este elemento, aunque no podemos afirmar de modo concluyente que estos valores tan bajos de Mn en la hoja no estén impidiendo una buena producción.

Si examinamos los resultados del análisis de suelos correspondiente a estas muestras de hojas nos encontramos que todas presentan valores de pH próximos a 8,0, lo que justifica la disponibilidad restringida de Mn en estos suelos. Más que la adición de compuestos de Mn al cultivo, sería deseable hacer descender el pH realizando las oportunas enmiendas. Por otra parte, los

valores superiores, entre 400 y 600 ppm, corresponden a plantas que crecen en suelos muy ácidos (pH menor de 5). No parece haber actualmente motivos para temer que se presenten problemas de toxicidad por Mn en estos cultivos.

Cinc

Según Jacob y Uexkull (1964) el Zn es el microelemento más importante en la nutrición del aguacate, habiéndose registrado numerosos casos de deficiencia de Zn en condiciones de campo, especialmente en California.

La deficiencia se manifiesta por la aparición de frutos pequeños; cuando la carencia es aguda se presenta la característica «roseta» y disminuyen drásticamente las dimensiones de las hojas (Embleton y Jones, 1966; Lynch, 1954).

Embleton y Jones (1966) consideran como niveles óptimos de Zn en la hoja los comprendidos entre 50 y 150 ppm y como deficientes los inferiores a 20 ppm.

Las muestras analizadas por nosotros presentan contenidos de Zn dentro del intervalo considerado óptimo (valores medios entre 20 y 25 ppm), aunque la mayor parte de los valores están bastante próximos al nivel inferior señalado por Embleton y Jones. Es posible que estas bajas concentraciones de Zn en la hoja se deban a una interacción con el P, dado que los niveles de este nutriente en el suelo y en la hoja son relativamente altos.

A pesar de los bajos valores de Zn en la hoja hallados en muchos casos, no se presentan en estos cultivos síntomas aparentes de deficiencia de Zn. Esto parece estar en concordancia con las referencias de Kadman y Cohen (1977), quienes observan que la deficiencia de Zn aparece por debajo de 10 ppm, y no por debajo de 20 ppm, como indicaba anteriormente Embleton.

Cobre

Los niveles de Cu en la hoja considerados como óptimos por Embleton y Jones (1966) se encuentran entre 5 y 15 ppm.

Las concentraciones foliares de Cu encontradas en nuestros cultivos caen dentro de los rangos adecuados, si exceptuamos dos muestras que presentan concentraciones de 42 y 30 ppm, dentro del rango dado como tóxico por Embleton. No obstante, hasta la fecha no han surgido problemas en estas plantaciones. Esto nos confirma una vez más la flexibilidad de los estándares foliares que deben considerarse siempre solo como tentativos.

Sodio

Del mismo modo que para la mayor parte de las plantas cultivadas, el Na en el caso del aguacate sólo es mencionado en relación con problemas de toxicidad.

Los síntomas visuales de la toxicidad por Na^+ son difícilmente separables de los Cl^- , ya que ambos iones van asociados con mucha frecuencia en las aguas de riego, particularmente en las de los pozos. Sin embargo, algunos

autores señalan que las quemaduras marginales comenzando por el ápice de la hoja son características del exceso de Cl^- , mientras que las manchas necróticas entre las nerviaciones y en los márgenes son típicos del exceso de Na.

En la bibliografía consultada no hemos encontrado datos concluyentes sobre los contenidos normales de Na en la hoja. Solamente Wallace y cols. (1975), indican que los valores de las concentraciones foliares de Na en los cultivos del Delta del Nilo están entre 40 y 760 ppm. Por otra parte, Embleton indica que con una concentración foliar de Na por encima de 2.500 ppm se produce toxicidad.

Los valores encontrados en nuestro estudio oscilan dentro de límites muy amplios, entre 65 y 500 ppm. En ninguna de las plantaciones muestreadas se observan síntomas de toxicidad por Na, ya que precisamente hemos elegido para el estudio fincas en que no se encuentren trastornos nutricionales o fitopatológicos graves que puedan afectar a las relaciones normales suelo-planta.

RESUMEN

Se ha realizado un estudio mediante el análisis foliar del estado nutricional de los cultivos de aguacate de las islas de Tenerife, Gomera y Hierro. Se han determinado los rangos foliares para las variedades Fuerte y Hass sobre patrones antillanos, encontrándose niveles elevados de N respecto de los hallados en otras regiones, así como bajas concentraciones de Zn, si bien no se han observado síntomas aparentes de deficiencia.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen al Cabildo Insular de Tenerife y a la Mancomunidad Provincial la ayuda económica prestada para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO y SILVIA, O. B. 1950. Árboles de aguacate que no fructifiquen. *Agric. Trop.* Bogotá, 6 (2) 8.
- CHAPMAN, H. D., PRATT, P. F. 1961. *Methods of analysis for soils, plants and waters.* University of California, Division of Agricultural Sciences.
- CHARPENTIER, J. M., MARTIN-PREVEL, L. P. 1967. Etude des carences minerales chez l'avocatier. I. Croissance et symptomes. *Fruits*, 22 n.º 5: 213-33.
- EMBLETON, T. W., JONES, W. W. and GARBER, M. J. 1959a. Curvilinear relationship between leaf nitrogen and yield of Fuerte avodados. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74: 378-382.
- EMBLETON, T. W., JONES, W. W. and GARBER, M. J. 1959b. Leaf analysis as a guide to nitrogen fertilization of avocado. *California avocado Soc. Yearbook*, 43: 94-95.
- EMBLETON, T. W., JONES, W. W. 1966. Avocado and mango nutrition, en "Fruit nutrition". Ed. by Childers N. F. New Brunswick (USA).
- FULMER, F. S. 1946. Variations in the phosphorus and potassium content of the foliage from Fuerte avocado groves. *Calif. Avoc. Soc. Yearbook*, 93-100.
- FURR, J. R., REECE, P. C., GARDNER, F. E. 1946. Symptoms exhibited by avocado trees grown in outdoor sand cultures, deprived of various mineral nutrients. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 59: 138-45.

- HASS, A. R. C. 1939. Avocado leaf symptoms characteristics of potassium, phosphate, manganese and boron deficiencies in solution cultures. California Avocado Assoc. Yearbook. 24: 103-9.
- JACOB, A., UEXKULL, H. 1964. Fertilización, nutrición y abonado de cultivos tropicales y subtropicales. 417-425. Wageningen, Holanda.
- KADMAN, A., COHEN, A. 1977. Experiments with zinc application to avocado trees. Israel Journal of Botany. 26 (1) 50.
- LACOEUILHE, J. J., MARTIN-PREVEL, P., CHARPENTIER, J. M. 1968. Etude des carences minerales chez l'avocatier. II. Analyses foliaires. Fruits, 23 n.º 1: 31-43.
- LYNCH, S. J. 1954. Avocado and mango, in "Mineral nutrition of fruit crops". Fruit nutrition. Ed. by N. F. Childers new Brunswick (USA).
- MALO, S. E. 1966. Correction of iron chlorosis of avocados growing in calcareous soils. Proc. Flo. Hort. Soc. 79: 383-90.
- PALACIOS, J. J., VELASCO, E. E. 1977. Estudio de la nutrición del aguacate por análisis foliar. I. Hojas procedentes de ramas fructíferas. Anales de Edafología y Agrobiología. 36 (11/12): 1265-1275.
- WALLACE, A., EL GAZZAR, A., ROMNEY, E. M. y ALEXANDER, G. V. 1975. Emission Spectrographic Analysis of Spot Samples of Citrus from different locations in Egypt. J. Hort. Vol. 2 n.º 2, 233-241.
- WUTSSCHER, H. K., MAXWELL, N. P. 1975. Seasonal changes in 12 leaf nutrients of "Lula" avocado with drip and flood irrigation. Hort. Science 10 (5): 512-514.

Recibido para publicación: 26-XI-1982