

Deficiencias de Zn y Mn en los cultivos de aguacate de Tenerife (Islas Canarias).

A. BARROSO, A. DIAZ, V. GARCIA y M. ALTARES*

CARENES EN Zn ET Mn CHEZ L'AVOCATIER A TENERIFE (Iles Canaries).

A. BARROSO, A. DIAZ, V. GARCIA et M. ALTARES

Fruits, Jan. 1985, vol. 40, nº 1, p. 39-47.

RESUME - On a étudié le statut des oligo-éléments Zn et Mn en vergers d'avocatiers où l'on observe des symptômes de carences minérales.

On a identifié les symptômes de carences en Zn et Mn par l'analyse foliaire. Les symptômes visuels de carence en Zn apparaissent sur les arbres dont la teneur foliaire est comprise entre 8 et 18 ppm ; les niveaux foliaires en Mn d'arbres qui montrent des symptômes de carence en Mn se situent entre 20 et 41 ppm. Dans la plupart des arbres sans symptômes, de ces plantations, les niveaux de Zn et Mn sont bas.

Les carences en Zn et Mn sont indépendantes de la composition granulométrique des sols. Les faibles niveaux foliaires de Mn sont associés à des pH élevés ; les concentrations foliaires de Zn et Mg varient inversement.

INTRODUCCION

En un trabajo sobre la nutrición mineral de los cultivos de aguacates de la Isla de Tenerife realizado por GARCIA y cols., 1983, se ha puesto de manifiesto que los niveles foliares de Zn en los árboles fluctúan entre 20 y 34 ppm, que pueden considerarse como bajos en comparación con los reseñados en la bibliografía internacional. Así, AZIZ y cols., 1975, en las plantaciones de aguacate de Egipto encuentran que el rango intermedio de concentraciones foliares es de 28-59 ppm, en tanto que EMBLETON y JONES, 1966, en California observan que las concentra-

ciones de este elemento en el aguacate están entre 50 y 150 ppm. Por otra parte, GUSTAFSON, 1983, considera que para una buena producción, los niveles foliares de este micronutriente deben oscilar entre 50 y 75 ppm. Estas consideraciones, unidas al hecho de haber observado en numerosas explotaciones de la Isla síntomas visuales en el follaje que podrían atribuirse a una carencia de Zn, han motivado el estudio de esta cuestión que reviste gran interés debido a la extraordinaria expansión que ha experimentado el cultivo del aguacate en Canarias y a que, según se acepta comunmente, el Zn es uno de los micronutrientes cuya carencia tiene mayor efecto en la producción cuali y cuantitativa de los frutales.

* - A. BARROSO, V. GARCIA et M. ALTARES - Centro de Edafología de Tenerife (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).
A. DIAZ - Escuela Universitaria de Ingeniería Tec. Agrícola de La Laguna (Universidad Politécnica de Las Palmas).

Asimismo se ha observado con cierta frecuencia en estos cultivos síntomas visuales característicos de la deficiencia

de Mn, por lo que también hemos incluido este micronutriente en nuestro estudio.

La clorosis férrica es cada vez menos frecuente en estos cultivos, por aplicarse generalmente medidas correctivas. En cuanto al Cu, no hemos observado en ningún caso síntomas de carencia en el aguacate, lo que no es de extrañar, dados sus bajos requerimientos en este nutriente.

En el presente trabajo hemos mostrado las plantaciones de aguacates de la Isla de Tenerife en que se apreciaban árboles con síntomas visuales de posible deficiencia de Zn y /o Mn con doble objetivo : en primer lugar, identificar los síntomas visuales mediante el análisis foliar y establecer los rangos de estos micronutrientes en las plantaciones que presentan dichas anomalías y, por otra parte, estudiar las propiedades físico-químicas de los suelos donde se desarrollan estos cultivos con objeto de esclarecer las causas de dichas deficiencias.

MATERIAL Y METODOS

Se ha realizado una serie de visitas a las explotaciones de aguacate en las zonas productoras más importante de la Isla. Esta exploración previa nos permitió saber en que comarcas aparecen con más frecuencia síntomas visuales de trastornos nutricionales atribuibles a deficiencias de oligoelementos, realizándose una descripción lo más completa y precisa posible de dichos síntomas.

Se recogieron muestras foliares de los árboles afectados por problemas carenciales así como de otros de apariencia normal en zonas próximas. Se tomaron al mismo tiempo muestras de suelo en ambos casos. La toma de muestra de suelo se realizó mediante tres sondeos al pie de cada árbol, a una distancia del tronco equivalente a 1/2 del radio de la copa y a una profundidad de 30 cm. Cada muestra representa una media de 5 árboles. Las muestras foliares están constituidas por hojas procedentes de 5 árboles a razón de 10 hojas por árbol, tomándose separadamente las muestras correspondientes a árboles normales y las de árboles con síntomas aparentes. La toma de muestra se ha realizado de Septiembre a Octubre, y por consiguiente corresponde a hojas nacidas en el ciclo de Primavera. Se ha tomado la cuarta, quinta o sexta hoja de ramas terminales que no tengan ramas secundarias y que no tengan frutos, contando a partir de la primera de la rama totalmente desarrollada (que haya perdido el color juvenil). Esta técnica de muestreo foliar ha sido empleada por GARCIA y cols., 1983, en su trabajo sobre la nutrición del aguacate en Canarias.

En las muestras de suelos se realizó el análisis mecánico por el método densimétrico. El pH se determinó en pasta saturada. En el extracto de acetato amónico se determinó

Na y K cambiables por fotometría de Emisión y Ca y Mg por Espectrofotometría de Absorción Atómica. El P_2O_5 asimilable fue determinado por el método de OLSEN y la materia orgánica por el de WALKELY y BLACK.

El análisis foliar fue realizado por vía seca, determinándose en el extracto K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y Na por Espectrofotometría de Absorción Atómica y el P por el método del color amarillo del Vanadato-molibdato.

El N se determinó por el método Kjeldahl realizándose la destilación en un aparato Bouat-Afora.

Se ha realizado un total de 200 muestras foliares y otras tantas de suelos. Con los resultados de las determinaciones realizadas en estas muestras se han determinado todas las posibles correlaciones binarias, empleando el programa S.P.S.S. Scattersan, Pearson, Regresion.

SINTOMAS VISUALES DE DEFICIENCIAS DE MICRONUTRIENTES

Deficiencia de Zn.

Una ligera deficiencia de Zn se manifiesta por un moteado internervial en las hojas jóvenes («Mottle leaf»), síntomas que se confunden fácilmente con una leve toxicidad por sales. En el caso de una deficiencia media, los árboles presentan clorosis en algunas ramas, permaneciendo verde o con un ligero moteado, el resto del follaje. En los brotes cloróticos se observa una ligera reducción del tamaño de las hojas. En etapas más avanzadas aparecen manchas anaranjadas en las áreas cloróticas.

En los casos más agudos la reducción del tamaño de las hojas en los brotes jóvenes, así como el acortamiento de los espacios entre las inserciones de las mismas, es muy marcado, dando lugar a las típicas «Rosetas» (Little leaf). La clorosis es muy intensa, extendiéndose a la totalidad del limbo, permaneciendo verdes solamente los nervios, y está ampliamente distribuida en el follaje. La reducción del tamaño de los frutos es muy manifiesta, particularmente en los de la variedad «Fuerte» que pierden la forma piriforme y se vuelven esféricos y, en algunos casos, muestran una pigmentación rojiza junto a la inserción del pedúnculo.

Las concentraciones que hemos encontrado en nuestro estudio en las hojas de aguacates que muestran síntomas de deficiencia de Zn (entre 8 y 18 ppm), coinciden, en términos generales, con las halladas por EMBLETON y JONES, 1966, y por LEE, 1972, en California.

El rango de concentraciones foliares de Zn encontrado

en árboles que crecen en las mismas zonas pero que no presentan síntomas en su follaje es de 20-41 ppm que coincide con el encontrado en el mencionado trabajo de GARCIA y cols., 1983, en Canarias y es algo inferior al intervalo normal hallado en Egipto por AZIZ y cols., 1975. No obstante, según GUSTAFSON, 1983, estas concentraciones pueden considerarse bajas, por lo que podemos suponer que el escaso suministro de Zn constituye un factor limitante del rendimiento en gran parte de las explotaciones de aguacates en la Isla. El hecho de encontrarse, con relativa frecuencia, en árboles de la variedad «Fuerte» carentes de síntomas foliares frutos de forma esférica y de tamaño reducido parece estar de acuerdo con dicha hipótesis.

Deficiencia de Mn.

En los casos leves la deficiencia de Mn se manifiesta por un empaldecimiento de las áreas internerviales de las hojas, permaneciendo verdes las zonas contiguas a los nervios. A medida que la deficiencia se hace más aguda, dichas áreas adquieren una coloración amarilla más intensa, en fuerte contraste con las bandas verdes, lo que da a la hoja un aspecto muy característico que la distingue claramente de la clorosis férrica (en la que permanecen verdes sólo los propios nervios). Estos síntomas pueden manifestarse tanto en las hojas jóvenes como en las adultas. El tamaño y la forma de los frutos no parecen sensiblemente afectados.

Las concentraciones foliares de Mn en árboles con síntomas visuales de deficiencia se encuentran entre 12-32 ppm, en tanto que las hojas de aguacate que crecen en las mismas zonas, pero sin exhibir síntomas de carencia, presentan concentraciones entre 36-72 ppm, niveles que pueden considerarse, en general, bajos si se comparan con los hallados en cultivos de buenos rendimientos en las Canarias Occidentales por GARCIA y cols., 1983, y con los recopilados en la bibliografía. No obstante, hemos de señalar que EMBLETON y JONES, 1966, sitúa en 25 ppm el límite superior de las hojas de árboles deficientes en Mn.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Textura.

La composición granulométrica de los suelos es una de las características físicas que con más frecuencia suele relacionarse con las deficiencias minerales en los cultivos, de aquí que hayamos realizado el análisis mecánico de los suelos en aquellas comarcas de la Isla de Tenerife donde es más frecuente la aparición de síntomas visuales de deficiencias de Zn y Mn en aguacates.

En la tabla 1 se dan los resultados de estas determinaciones, expresados como intervalos y valores medios de los porcentajes de arcilla, limo y arena en las comarcas productoras de aguacates.

En el Valle de la Orotava (en el Norte de la Isla) existe una diversidad de condiciones de suelo: los cultivos de aguacates se asientan sobre suelos autóctonos y sobre suelos transportados. Los primeros son, en gran parte, de origen aluvial y textura ligera, mientras que en los segundos tienen un mayor predominio las fracciones finas (como puede verse en la tabla 1 los porcentajes de arcilla y limo pueden ser de hasta 49 y 44 % respectivamente). Las clases de suelos donde se presentan carencias en esta comarca, según se deduce de los datos obtenidos, son franco-arcilloso, franco-arcillo-arenoso y franco-arenoso.

Las deficiencias de Zn y Mn son también frecuentes en la comarca de Buenavista, donde los suelos de las explotaciones muestreadas presentan mayor proporción de las fracciones finas, particularmente de arcilla, que las descritas anteriormente.

En el Valle de Güimar, en la zona Sur de la Isla, el aguacate se encuentra tanto sobre suelos naturales como transportados (al igual que ocurría en el Valle de la Orotava). Los suelos propios de esta comarca son aluviales y de textura gruesa (llegando a alcanzar en ocasiones porcentajes de arena de hasta un 60 %), pertenecientes en su mayor parte a las clases franco-arenosa o franco-arcillo-arenosa. Las plantaciones más antiguas se encuentran generalmente sobre estos suelos, en tanto que las más recientes suelen encontrarse sobre suelos transportados, generalmente de textura arcillosa o franco-arcillosa. En esta comarca pues, no puede asociarse en todos los casos la aparición de carencias de micronutrientes a las texturas ligeras; sólo el estudio de las características químicas del suelo y la aplicación del diagnóstico foliar podrán aportar datos esclarecedores en este sentido.

En la zona de Granadilla hemos observado síntomas de carencias de micronutrientes en plantaciones de aguacates de reciente puesta en cultivo, tanto en los suelos autóctonos como en los transportados. En esta comarca las texturas de los suelos pertenecen a las clases franca, franco-arcillosa o franco-arenosa.

En la comarca de Arona los síntomas visuales de carencias de Zn y Mn en aguacate han alcanzado un grado de intensidad considerable. Como en el caso anterior, en estos suelos, que presentan unas propiedades texturales medias, (véase Tabla 1), no podemos pensar que el problema de las deficiencias esté en conexión directa con su composición granulométrica.

TABLA 1 - Valores extremos y medios (según comarcas) de las determinaciones en muestras de suelos tomadas en cultivos de aguacates deficientes en Zn y Mn.

Zona	comarca	Nivel	Granulometría (%)			pH	% M.O.	ppm P ₂ O ₅	Cationes cambiables (meq/100 g)			
			Arc.	Lim.	Arc.				Ca	Mg	Na	K
Vertiente Norte	Valle Orotava	min	19	19	28	4.0	3.33	253	5.61	1.71	1.39	1.40
		max	49	44	61	7.7	11.07	716	28.25	12.83	5.22	8.18
		med	25	28	46	7.0	5.67	416	15.52	5.76	2.55	5.10
	Buenavista	min	21	10	18	6.7	1.42	74	3.87	6.70	2.00	1.48
		max	76	51	45	8.2	6.28	343	20.95	14.96	3.39	5.14
		med	42	29	37	7.5	3.50	152	15.31	12.77	3.28	4.04
Vertiente Sur	Valle de Güimar	min	21	13	13	4.3	0.19	40	3.00	0.84	0.87	0.60
		max	74	35	60	8.1	6.46	646	20.70	8.96	17.40	12.43
		med	39	23	38	6.0	2.46	243	9.13	4.32	3.84	4.51
	Granadilla	min	15	18	41	7.2	0.86	120	14.7	11.85	1.50	2.86
		max	39	31	55	8.6	12.47	716	36.7	17.12	5.80	9.44
		med	33	22	45	8.2	3.90	345	27.0	14.55	4.29	6.39
	Valle de Arona	min	39	19	29	8.0	1.13	286	16.00	15.97	3.30	5.12
		max	43	28	43	8.6	2.23	653	31.00	22.55	6.30	7.24
		med	40	16	35	8.3	1.69	424	23.87	19.20	4.53	6.14
	Guía de Isora	min	19	11	21	6.3	0.86	120	6.99	5.43	1.83	2.86
		max	39	48	71	8.5	4.72	464	17.10	15.14	5.56	7.67
		med	31	30	39	7.9	1.77	217	12.13	9.87	3.33	4.97

En los cultivos de aguacate de Guía de Isora hemos detectado deficiencias de micronutrientes en suelos que difieren considerablemente en su granulometría, presentando texturas que van desde franco-arenosa a franco-arcillosa o arcillosa.

pH.

Las plantaciones de aguacates deficientes en oligoelementos en la zona Norte presentan pH que oscilan generalmente entre débilmente ácidos y ligeramente alcalinos, encontrándose en su mayoría próximos a la neutralidad. Los niveles más bajos se encuentran en algunos suelos del Valle de la Orotava.

Los valores superiores (algo por encima de 8) se encuentran en suelos de Buenavista y están asociados a concentraciones considerables en CO₃H⁻ en la solución del suelo, procedente de la aplicación de aguas de riego de mala calidad con altos niveles de carbonato sódico residual.

Los suelos muestreados en la zona Sur de la Isla (Güimar, Granadilla, Arona y Guía de Isora) presentan lógicamente pH algo superiores y en el caso particular de algunos suelos

de las comarcas de Granadilla y Arona los pH más elevados van asociados a la presencia de caliza. No obstante, hemos de señalar que el contenido en carbonatos totales de los suelos estudiados raramente alcanza el 2 %.

Materia Orgánica.

En la zona Norte (Valle de la Orotava y Buenavista) los aguacates se encuentran con frecuencia alternando con plátanos o sobre suelos dedicados anteriormente a este cultivo, de aquí que los contenidos en materia orgánica sean elevados en estos suelos con muchos años de cultivo y recibiendo enmiendas orgánicas en forma de estiércol, acículas de pino y los propios residuos del cultivo. De aquí que los niveles de materia orgánica en estas plantaciones sean relativamente elevados.

En la vertiente Sur, las plantaciones de aguacate son relativamente recientes; por tanto los contenidos de materia orgánica no alcanzan, por término medio, niveles tan altos (véase tabla 1). No obstante, en la mayor parte de los casos, también estos niveles de materia orgánica pueden considerarse adecuados.

TABLA 2 - Correlaciones binarias entre los resultados de los análisis de suelos.

suelo	% arcilla	% limo	% arena	pH	% M.O.	Ca meq/100 g
% limo	R = 0.3849 P = 0.004					
% arena	R = 0.8349 P = 0.000					
pH	R = 0.2959 P = 0.0023		R = 0.4050 P = 0.003			
% M.O.	R = 0.2664 P = 0.0037					
P ₂ O ₅ ppm		R = 0.5595 P = 0.000			R = 0.4747 P = 0.000	
Ca meq/100 g	R = 0.4437 P = 0.001	R = 0.3001 P = 0.021	R = 0.4042 P = 0.003	R = 0.3755 P = 0.005	R = 0.3847 P = 0.004	
Mg meq/100 g				R = 0.7342 P = 0.000		R = 0.4322 P = 0.001
Na meq/100 g	R = 0.2885 P = 0.026		R = 0.3007 P = 0.021			
K meq/100 g	R = 0.2766 P = 0.031		R = 0.3754 P = 0.005			R = 0.2673 P = 0.036

P₂O₅ Asimilable.

Como puede verse en la tabla 1, el P₂O₅ asimilable presentan unas concentraciones entre 152 y 416 ppm, en los suelos muestreados de la vertiente Norte y de 217 a 424 ppm en los suelos recogidos en la vertiente Sur. Estas concentraciones, en general muy elevadas, están relacionadas con la antigüedad y la historia de las explotaciones. Dado que los antagonismos P-Zn y P-Cu han sido referidos en numerosas ocasiones y en diversos cultivos, en el estudio de la nutrición mineral de los aguacates por medio del análisis foliar intentaremos averiguar la posible influencia de dichas interacciones en el desarrollo de carencias de Zn (las de Cu ya hemos visto que no se producen en estas condiciones de cultivo).

Cationes Cambiables.

A pesar del predominio de las texturas ligeras en la mayor parte de las comarcas muestreadas, los suelos objeto de nuestro estudio son ricos en bases cambiables, confirmando lo observado por GARCIA y cols., 1977, y por FERNANDEZ y cols., 1984, en otros suelos cultivados de

Tenerife. Entre los suelos dedicados a cultivos de frutales tropicales en el mundo, tal vez sean los de Tenerife los más ricos en Mg, Na y K de cambio y tal vez en estas plantaciones con deficiencias de oligoelementos se presenta esta característica con mayor intensidad. Así, en la zona Norte las concentraciones medias de Mg alcanzan valores de hasta 12,77 meq/100 g. (véase tabla 1); las de Na hasta 3,28 y las de K hasta 5,10, dependiendo de la comarca, en tanto que en la zona Sur dichos cationes pueden alcanzar por término medio valores de hasta 19,20; 4,53 y 6,39 meq/100 g respectivamente.

En cuanto al calcio, las concentraciones más altas son debidas a las enmiendas realizadas por el agricultor, más bien que al propio suelo, si exceptuamos algunos suelos de la zona Sur. Hay que señalar en este sentido que los valores de calcio cambiante que aparecen en la tabla 1 han sido obtenidos por una técnica de análisis en la que también se extrae el Ca procedente del CaCO₃ de algunos suelos calizos de la zona Sur (comarca de Granadilla-Arona).

RELACIONES ENTRE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

Los datos expuestos en la tabla 2 corresponden al análisis estadístico de las determinaciones de fertilidad físico-química realizadas en los suelos de las plantaciones de aguacates objeto de nuestro estudio. Veamos, en primer lugar, las relaciones de los porcentajes de las tres separatas del suelo con las propiedades químicas. Hemos encontrado correlaciones negativas entre los porcentajes de arcilla y las concentraciones de materia orgánica y los cationes cambiables, Ca, Na y K, particularmente significativas en el caso del calcio ($R = -0.4437$; $P = 0.001$). Estas relaciones parecen realmente contradictorias pues es sabido que, a igualdad de condiciones, los suelos arcillosos son más ricos en materia orgánica y bases cambiables que los de textura ligera. Como estas tendencias son bastante claras hemos aventurado una posible explicación a esta paradoja. Como hemos mencionado anteriormente, las plantaciones más antiguas, particularmente en la zona de Güimar y Valle de la Orotava (donde se han tomado el mayor número de muestras) se encuentran sobre suelos autóctonos (aluviales), mientras que los de más reciente puesta en cultivos lo están en suelos transportados. Estos últimos proceden de canteiras localizadas en la zona Norte y a cotas relativamente

altas ; normalmente tienen texturas finas, pH ácidos y, por tanto, bajos niveles de bases cambiables, así como pequeños porcentajes de materia orgánica. Por el contrario, en los suelos arenosos debido al mayor número de años transcurrido desde su puesta en cultivo y debido a las prácticas culturales y al riego con aguas de mala calidad, se ha producido un incremento de los cationes Na y K. De aquí que se obtengan correlaciones positivas entre los contenidos de estos cationes y el porcentaje de arena ($R = 0.3007$ y $R = 0.3754$ respectivamente).

Hemos encontrado una correlación positiva de elevada significación entre el pH y el Mg cambiables ($R = 0.7342$; y $P = 0.000$), relación que también ha sido encontrada por GARCIA y cols., 1977, en los suelos cultivados de plátanos en Tenerife y por FERNANDEZ y cols., 1984, en los de rosas.

Las concentraciones de materia orgánica y de P_2O_5 asimilable en estos suelos varían paralelamente, como se ha puesto de manifiesto por el coeficiente de correlación positiva, ($R = 0.4747$; $P = 0.000$), obtenido entre ambas variables y que puede ser debido, por una parte, a la procedencia orgánica de gran parte del fósforo y, por otra, a la

TABLA 3 - Correlaciones binarias entre los resultados de los análisis de suelos y hojas.

Suelo / Plantas	% arc.	% limo	% arena	pH	% M.O.	P_2O_5 ppm	Ca meq/ 100 g	Mg meq/ 100 g	Na meq/ 100g	K meq/ 100g
% N					$R = 0.2997$ $P = 0.022$					
% P	$R = 0.3067$ $P = 0.019$		$R = 0.2825$ $P = 0.026$				$R = 0.2883$ $P = 0.008$			
% K				$R = 0.4922$ $P = 0.000$				$R = 0.3512$ $P = 0.008$		
% Ca				$R = 0.5908$ $P = 0.000$				$R = 0.5234$ $P = 0.000$		
% Mg					$R = -0.2834$ $P = 0.028$			$R = 0.3126$ $P = 0.017$		
Fe (ppm)					$R = 0.2893$ $P = 0.026$		$R = 0.4374$ $P = 0.001$	$R = -0.4256$ $P = 0.002$		
Mn (ppm)				$R = 0.4690$ $P = 0.001$			$R = 0.3554$ $P = 0.008$	$R = -0.3021$ $P = 0.021$		$R = -0.2663$ $P = 0.037$
Zn (ppm)										
Cu (ppm)										
Na (ppm)								$R = 0.3209$ $P = 0.015$		

acumulación de la materia orgánica y del P_2O_5 procedente de los fertilizantes que se producen en los suelos cultivados durante muchos años. Por otra parte, y según se pone de manifiesto por el coeficiente de correlación obtenido ($R = 0.5595$; $P = 0.000$), los niveles de P_2O_5 asimilable son mayores en los suelos con alto porcentaje de limo.

RELACIONES SUELO-PLANTA

En la tabla 3 se recogen los resultados del cálculo de las correlaciones binarias entre las variables obtenidas en los análisis de suelos y hojas de cultivos de aguacates deficientes en Mn y Zn.

Si el estudio de las relaciones suelo-planta es siempre complicado, en este caso lo es aún más, dada la gran diversidad de condiciones que presentan las plantaciones muestreadas. En efecto, el cultivo se realiza sobre una amplia gama de suelos, las técnicas de cultivo y la antigüedad de las explotaciones son muy variables ; por otra parte, las plantas muestreadas son de edades diferentes, los portainjertos son distintos en muchos casos, y se han muestreado indistintamente todas las variedades cultivadas. Por tanto, no es de extrañar que se hayan obtenido pocas correlaciones o que las encontradas sean poco significativas ; precisamente por esta gran variedad de condiciones, la significación de las tendencias observadas es superior a la puramente matemática y dichas tendencias tendrán una validez más general, y por consiguiente, de mayor trascendencia agronómica.

Salvo una correlación negativa obtenida entre la arcilla y el fósforo foliar, que podría explicarse por el mayor poder de fijación del fósforo en los suelos con alto contenido de arcilla, se observa la ausencia de relaciones significativas entre las propiedades texturales de estos suelos y la composición mineral de las hojas de aguacate. Esto confirma la idea, ya apuntada anteriormente, de que los bajos niveles de Mn y Zn en las hojas de aguacates se presentan independientemente de la composición granulométrica de los suelos.

Entre las características químicas del suelo, la que parece tener una más clara influencia en la composición foliar es el pH, como se ha puesto de manifiesto por la mayor significación de las correlaciones obtenidas en este caso.

El porcentaje de potasio en las hojas de aguacate aumenta al hacerlo el pH, como se ha puesto de manifiesto por el coeficiente de correlación positivo ($R = 0.4922$; $P = 0.000$ obtenido entre ambas variables.

Las concentraciones foliares de Mn están sensiblemente afectadas por el pH del suelo, como se pone de manifiesto

por el coeficiente de correlación obtenido ($R = 0.4690$; $P = 0.000$). Por tanto, a medida que aumenta el pH en estos suelos desciende la absorción de Mn por la planta, intensificándose las deficiencias. Por otra parte, y al estar el pH estrechamente asociado a los contenidos de Ca y Mg cambiables, como ya se puso de manifiesto en el análisis estadístico de las variables del suelo, se explican las relaciones negativas del Mn foliar con el Ca y Mg cambiables ($R = 0.3554$; $P = 0.008$ y $R = 0.3021$; $P = 0.021$), sin embargo, en el caso del Zn, la ausencia de correlaciones entre sus concentraciones foliares y los niveles de pH y nutrientes asimilables sugiere la existencia de una carencia absoluta de Zn en estos suelos.

RELACIONES EN LA NUTRICION MINERAL

En la tabla 4 recopilamos los resultados del cálculo de las posibles correlaciones binarias entre las concentraciones de los diferentes nutrientes en las hojas de aguacate. Como era de esperar, hemos obtenido más y más significativas correlaciones que en el estudio de los suelos y de las relaciones suelo-planta.

En lo que respecta a las interacciones de los macronutrientes, se observa un claro sinergismo entre las concentraciones de N y P por un lado y P y K por otro ; esto se ha puesto de manifiesto por los coeficientes de correlación positivos ($R = 0.6039$ y $R = 0.5207$) significativos a niveles superiores al 0.1 %. Esta última correlación ha sido observada en los cultivos de plátanos por GARCIA y cols., 1977, y por LAHAV, 1970, en Israel. Por otra parte, las técnicas de fertilización empleadas en los cultivos de plátanos de Tenerife, lo son también en muchas ocasiones en el aguacate y, como hemos señalado anteriormente, éste frutal se ha implantado muchas veces sobre suelos dedicados anteriormente al plátano.

Hemos de indicar el hecho de que el agricultor fertiliza generalmente con abonos complejos o mezclas de nitrogenados, fosforados y potásicos y por lo tanto las concentraciones de NPK en la hoja varían paralelamente.

El elevado coeficiente de correlación negativo ($R = 0.6189$, sig. al 0.1 %), obtenido entre el K y el Ca foliar ilustra el antagonismo existente entre ambos cationes en este cultivo ; esta interacción ha sido referida en numerosas ocasiones en la bibliografía.

En cuanto a los micronutrientes, objeto principal de nuestro estudio, se puede ver en la tabla 4 que las concentraciones de Fe en las hojas de aguacate están influenciadas negativamente por las de Mg, aunque este comportamiento no es muy acusado, data la baja significación estadística obtenida en este caso ($R = 0.2760$; $P = 0.032$).

TABLA 4 - Correlaciones binarias entre los resultados de los analisis foliares.

planta \ planta	% N	% P	% K	% Mg	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm
% P	R = 0.6039 P = 0.000						
% K	R = 0.2845 P = 0.028	R = 0.5207 P = 0.000					
% Ca		R = 0.2881 P = 0.026	R = 0.6189 P = 0.000				
% Mg	R = 0.4491 P = 0.001						
Fe ppm				R = 0.2760 P = 0.032			
Mn ppm			R = 0.3001 P = 0.021		R = 0.3874 P = 0.004		
Zn ppm	R = 0.2679 P = 0.036			R = -0.3831 P = 0.004			
Cu ppm							R = 0.2732 P = 0.033
Na ppm			R = 0.4859 P = 0.000		R = 0.3806 P = 0.005		

Observaremos, por otra parte, que las concentraciones de Fe y Mn en la hoja varían en el mismo sentido, lo que se ha puesto de manifiesto por el coeficiente de correlación positivo ($R = 0.3874$; $P = 0.004$) obtenido entre ambas variables. Este aparente sinergismo, que parece contradecir las referencias bibliográficas en este sentido que hablan de antagonismo, podría tener su explicación en que en estos cultivos ambos micronutrientes presentan niveles bajos, en tanto que en los trabajos reseñados en la bibliografía la interacción se produce en condiciones de exceso de uno de los dos elementos frente al otro.

El coeficiente de correlación negativo ($R = 0.3001$)

hallado entre las concentraciones foliares de Mn y K sugiere un antagonismo entre ambos cationes en el aguacate ; una relación similar es encontrada por KOTO y cols., 1957, en las hojas de naranjo.

Los contenidos de Zn en las hojas de aguacate están relacionados inversamente con los de Mg ($R = 0.3831$) ; esto sugiere que las deficiencias de Zn pueden ser agravadas por altos contenidos de Mg. Una tendencia similar ha sido observada por DIAZ y cols., 1976, y por MOITY, 1954, en los cultivos de plátanos de Tenerife y Costa de Marfil respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- AZIZ (A.B.A.), DESOVKI (I.) y TANAHY (M.M.). 1975.
Effect of nitrogen fertilization on yield and fruit oil content of avocado trees.
Scientia Horticulturae, 3, 89-94.
- CERDA (A.) y BINGHAM (F.T.). 1979.
Efecto de la interacción NaCl-P sobre el contenido foliar de Fe, Mn, Cu, Zn y B en plantas.
Anal. Edaf. y Agrobiol., 38, 233-245.
- DIAZ (A.), FERNANDEZ CALDAS (E.), GARCIA (V.) y ROBLES (J.). 1976.
Los oligoelementos Fe, Mn, Zn y Cu en el plátano. Factores que influyen en sus niveles foliares.
Agroquímica, 20, 479-490.
- EMBLETON (T.W.) y JONES (W.W.). 1966.
Avocado and mango nutrition in «Fruits Nutrition».
Ed. by Childers N.F. New Brunswick.

FERNANDEZ (M.), DIAZ (A.), GARCIA (V.) y ELEIZALDE (B.). 1984.

Fertility and salinity conditions in Tenerife rose cultures. *Agrochimica*, (en prensa).

GARCIA (V.), DIAZ (A.), FERNANDEZ-CALDAS (E.) y ALVAREZ (C.E.). 1977.

Características químicas de los suelos de plátanos de Tenerife. *Anal. Edaf. y Agrobiol.*, 36, 943-955.

GARCIA (V.), DIAZ (A.), ALTARES (M.), BRAVO RODRIGUEZ (J.J.) y FERNANDEZ (M.). 1983.

Niveles foliares de las plantaciones de aguacate de las Islas Canarias Occidentales.

Anal. Edaf. y Agrobiol., 42, 741-751.

GUSTAFSON (C.D.). 1983.

Comunicación personal.

KOTO (M.) y TAKESHITA (S.). 1957.

Experiments on leaf analysis of Satsuma Orange. n° 3. Leaf analysis of manganese and magnesium Satsuma orange trees in Kanagawa prefecture. Part. 1.

Bull. Kanagawa Agric. Exp. Stat. Hort. Branch, 5, 13-22.

LAHAV (E.). 1970.

The role of plant analysis and metabolic indicators in the determination of potassium levels in the banana plant.

Ph. D. Thesis, Hebrew Univ. Jerusalem.

LEE (B.W.). 1972.

The efficacy of aerial applications of Zn to avocado trees.

Calif. Avoc. Soc., 121-124

MOITY (M.). 1954.

La carence en zinc sur le bananier.

Fruits, 9, 354-361.



DARBONNE
SOCIETE CIVILE DARBONNE

Siège social : 6, boulevard JOFFRE
91490 MILLY-LA-FORET B.P. 8
Tél. (6) 498.95.95 --- Télex 690373

PLANTS de FRAISIERS

Tous nos pieds-mères sont issus de méristèmes

PLANTS de FRAMBOISIERS

Pour toutes informations sur nos productions
DEMANDER NOTRE CATALOGUE GRATUIT

GRIFFES d'ASPERGES

Sélection DARBONNE n°4
Sélection DARBONNE n°3
Nouveauté: Hybride de clones
DARBONNE n°231
La gamme complète
des nouveaux hybrides INRA

... Une visite en vaut la peine