

Fertilidad de la tierra y estado nutritivo de cítricos en cultivo ecológico

F. Pomares, J. Olmos, M. Estela, F. Tarazona.

IVIA, Generalidad Valenciana. Apartado oficial, 46113 Moncada (Valencia)

RESUMEN

En la campaña de 1993 estudiamos y comparamos la fertilidad de la tierra y el estado nutritivo de las plantaciones de 21 parcelas de cítricos en cultivo ecológico y 10 parcelas en cultivo convencional. Las únicas características de la tierra que presentaron diferencias significativas entre los valores medios de ambos grupos fue la proporción de materia orgánica y el CO_3H en el extracto de saturación. En relación con los nutrientes en las hojas, a pesar de no obtener diferencias significativas entre ambos grupos, observamos que en las plantaciones ecológicas el porcentaje de parcelas con poco o muy poco nitrógeno y magnesio era mayor que en las plantaciones convencionales.

INTRODUCCIÓN

La fertilidad de las tierras y el estado nutritivo de las plantaciones de cítricos convencionales de la Comunidad Valenciana ha sido estudiada por varios autores (Hernando, 1969; Legaz y Primo, 1988) pero no existe información sobre estos aspectos de las plantaciones en cultivo ecológico, que comenzaron a introducirse en la Comunidad Valenciana en la pasada década.

El presente estudio se realizó con la finalidad de conocer el estado actual de fertilidad de la tierra y su relación con la nutrición mineral de un grupo de 21 plantaciones de cítricos desde hace varios años en agricultura ecológica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el estudio seleccionamos en la provincia de Valencia 21 parcelas de cítricos: 15 de naranja, 4 de mandarina clementina y 2 de mandarina satsuma, en cultivo ecológico desde 3 a 8 años. Seleccionamos 10 parcelas más de cítricos en cultivo

convencional, similares a otras tantas de cultivo ecológico en características de la tierra, condiciones microclimáticas, patrón, edad, desarrollo, etc.

Durante el otoño tomamos muestras de tierra y foliares en cada una de las 31 parcelas seleccionadas. Cogimos las muestras de tierra en la capa superficial (0-20 cm), y tras su secado, trituración y tamizado, analizamos su pH (H₂O), materia orgánica (M.O.), nitrógeno orgánico (N.O.), P (método de Olsen), cationes extraíbles con acetato amónico (Ca, Mg, Na y K), conductividad eléctrica (C.E.), así como cationes y aniones en el extracto de saturación, siguiendo los métodos oficiales del Ministerio de Agricultura (Anónimo, 1986) o modificaciones de éstos. También evaluamos los contenidos de Fe, Cu, Mn y Zn extraíbles con DTPA (Lindsay y Norvell, 1978).

Para los análisis foliares seleccionamos en cada parcela unas 100 hojas de 7 a 8 meses de edad, situadas en brotes no fructíferos. Tras su lavado, secado y trituración evaluamos los contenidos de nutrientes esenciales. Evaluamos el N siguiendo el método Kjeldahl, y solubilizamos los restantes elementos tratándolos con una mezcla de ácido nítrico y ácido perclórico, y posteriormente evaluamos el K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn mediante espectrofotometría de absorción atómica, y el P mediante colorimetría según el método de la AOAC (Anónimo, 1980).

La comparación de medias entre el cultivo ecológico y el cultivo convencional se realizó según el test t de Student, y el análisis de regresión lineal entre diferentes parámetros de la tierra y foliares mediante el programa Statgraph.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características químicas de la tierra

Los resultados de los análisis de tierra realizados en las plantaciones ecológicas y convencionales se presentan en las Tablas 1 y 2, indicándose además de los valores medios, la desviación típica, y el rango de variación.

El pH de las parcelas ecológicas presentó valores próximos o superiores a 8,0, con un valor medio de 8,38, y en las plantaciones convencionales los valores resultaron algo más bajos (valor medio 8,18), si bien las diferencias entre ambos grupos de plantaciones no resultaron significativas.

La materia orgánica (M.O.) es el parámetro edáfico en el que se registraron mayores diferencias entre los dos grupos de parcelas. Los valores medios obtenidos fueron 2,66 y 1,84 % en las plantaciones ecológicas y convencionales, respectivamente, aumento que resultó significativo al nivel del 5%. Los efectos de este mayor contenido en M.O. se deberían reflejar en una mayor capacidad de retención de cationes en la tierra. La interpretación de los resultados de la M.O. con los niveles críticos aportados por Legaz y Primo (1988) revela que el porcentaje de tierras con

Tabla 1. Características químicas de la tierra en plantaciones ecológicas y convencionales

Parámetro	Ecológica	Convencional	Significación
pH	8,38 ± 0,15 (7,90 - 8,69)	8,18 ± 0,58 (6,58 - 8,50)	NS
M.O. (%)	2,66 ± 0,97 (0,97 - 4,24)	1,84 ± 0,83 (0,63 - 3,29)	*
N.O. (%)	0,149 ± 0,055 (0,050-0,230)	0,111 ± 0,046 (0,039- 0,190)	NS
P (ppm)	98 ± 46 (36 - 196)	99 ± 47 (38 - 200)	NS
Ca acet. amon. (meq/100g)	20,3 ± 4,8 (8,0 - 29,0)	18,7 ± 6,1 (3,2 - 25,4)	NS
Mg acet. amon. (meq/100g)	2,05 ± 1,00 (1,01 - 4,39)	1,60 ± 0,94 (0,98 - 3,91)	NS
Na acet. amon. (meq/100g)	0,17 ± 0,12 (0,05 - 0,36)	0,12 ± 0,06 (0,06 - 0,23)	NS
K acet. amon. (meq/100g)	0,89 ± 0,55 (0,09 - 3,20)	0,71 ± 0,33 (0,19 - 1,27)	NS

Tabla 2. Salinidad y micronutrientes asimilables de la tierra en plantaciones ecológicas y convencionales

Parámetro	Ecológica	Convencional	Significación
C.E. extr. sat. (dS/m)	0,72 ± 0,35 (0,28 - 2,02)	0,71 ± 0,48 (0,30 - 1,65)	NS
Na extr. sat. (meq/l)	1,11 ± 1,04 (0,33 - 1,87)	0,91 ± 1,03 (0,14 - 2,92)	NS
CO ₃ H extr. sat. (meq/l)	4,39 ± 1,34 (2,19 - 7,35)	3,23 ± 1,08 (1,62 - 5,50)	*
Cl extr. sat. (meq/l)	1,06 ± 1,40 (0,27 - 5,30)	0,93 ± 0,78 (0,28 - 2,34)	NS
S.A.R. extr. sat.	0,62 ± 0,62 (0,08 - 1,57)	0,42 ± 0,36 (0,09 - 1,06)	NS
Fe extr. DTPA (ppm)	8,6 ± 5,2 (3,0 - 22,7)	12,0 ± 9,8 (3,4 - 36,2)	NS
Cu extr. DTPA (ppm)	6,1 ± 6,6 (1,0 - 20,8)	4,4 ± 4,6 (1,0 - 14,5)	NS
Mn extr. DTPA (ppm)	7,9 ± 3,0 (1,7 - 13,5)	8,2 ± 3,7 (2,3 - 13,5)	NS
Zn extr. DTPA (ppm)	7,6 ± 14,0 (0,4 - 63,5)	2,6 ± 2,0 (0,4 - 6,5)	NS

poca o muy poca M.O. en las parcelas ecológicas era el 9%, frente a un 20% en las convencionales (Tabla 3).

Como era lógico esperar, el contenido de nitrógeno orgánico (N.O.) en las parcelas ecológicas también resultó mucho mayor que en las convencionales, aunque las diferencias entre los valores medios de ambos grupos de plantaciones no resultaron significativas. El índice de correlación entre el N.O. y la M.O. en el grupo de parcelas ecológicas resultó positivo, con una alta significación estadística.

A pesar de obtenerse una correlación positiva entre el P asimilable y la M.O. en el conjunto de plantaciones ecológicas, los valores medios de este parámetro resultaron similares en ambos grupos de plantaciones. Cabe destacar el alto porcentaje de parcelas con niveles de P asimilable alto o muy alto, 90 y 95% en las plantaciones ecológicas y convencionales, respectivamente (Tabla 3).

Los contenidos de los cationes disponibles (Ca, Mg, Na y K) resultaron ligeramente más altos en las plantaciones ecológicas que en las convencionales. El análisis de regresión realizado en el grupo de parcelas ecológicas reveló que sólo el Mg y K presentaron una correlación positiva con la M.O. La interpretación de los resultados de K asimilable respecto a los niveles críticos, revelan una mejor provisión de este nutriente en las tierras de las plantaciones ecológicas que en las de las convencionales (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de plantaciones de cítricos ecológicas y convencionales, correspondiente a cada uno de los niveles críticos de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables

Par.	Nivel	EC	CV
MO	MB	0	0
	B	9	20
	N	19	40
	A	9	30
	MA	62	10
P	MB	0	0
	B	0	0
	N	5	10
	A	24	20
	MA	71	70
K	MB	5	0
	B	19	50
	N	52	20
	A	5	30
	MA	19	10

Par.: Parámetro edáfico; EC: Ecológico; CV: Convencional;
MB: muy bajo; B: bajo; N: normal; A: alto; MA: muy alto.

La salinidad resultó escasa en casi todas las parcelas de ambos tipos de cultivo. La comparación de los valores medios de los distintos parámetros, sólo reveló diferencias significativas entre ambos grupos de plantaciones en el caso del contenido de CO_3H en el extracto de saturación, alcanzándose un valor medio más alto en las parcelas ecológicas, debido probablemente al mayor contenido de M.O. en estas tierras.

Las cantidades de micronutrientes de la tierra (Fe, Cu, Mn y Zn) extraíbles con DTPA resultaron similares en ambos grupos de plantaciones, y no hubo diferencias significativas, a pesar de que en el conjunto de las parcelas ecológicas se obtuvo una correlación positiva entre las cantidades de Cu y Mn asimilables y la de M.O. de la tierra.

Los nutrientes en las hojas

Los resultados de los análisis foliares realizados en las plantaciones ecológicas y convencionales se presentan en la Tabla 4, con los valores medios, la desviación típica y el rango de variación.

Tabla 4. Contenido de nutrientes en hojas de cítricos en plantaciones ecológicas y convencionales

Nutriente	Ecológica	Convencional	Significación
N (%)	2,43 ± 0,30 (1,86 - 2,96)	2,63 ± 0,28 (2,18 - 3,12)	NS
P (%)	0,163 ± 0,025 (0,13 - 0,25)	0,146 ± 0,015 (0,12 - 0,16)	NS
K (%)	1,22 ± 0,40 (0,44 - 1,98)	1,16 ± 0,26 (0,79 - 1,59)	NS
Ca (%)	4,28 ± 0,84 (3,00 - 7,26)	4,76 ± 0,80 (3,75 - 6,30)	NS
Mg (%)	0,24 ± 0,08 (0,14 - 0,38)	0,27 ± 0,07 (0,17 - 0,38)	NS
Fe (ppm)	85,9 ± 22,1 (46,0 - 144)	94,2 ± 18,5 (54,0 - 118)	NS
Cu (ppm)	11,3 ± 13,7 (5,0 - 70)	9,3 ± 6,8 (4,0 - 27)	NS
Mn (ppm)	38,0 ± 44,7 (7,5 - 153)	27,6 ± 33,2 (7,0 - 120)	NS
Zn (ppm)	59,0 ± 42,0 (14 - 203)	42,5 ± 14,1 (27,0 - 70)	NS

El contenido de N en el grupo de plantaciones ecológicas resultó algo menor que en las convencionales, con valores medios de 2,43 y 2,63%, respectivamente. El análisis estadístico no reveló diferencias significativas entre ambos grupos de plantaciones. Alrededor del 50% de las parcelas ecológicas presentaron poco o muy poco N foliar, frente al 40% en las convencionales (Tabla 5). En un estudio prospectivo en plantaciones convencionales, Legaz y Primo (1988) observaron que el 70% de las parcelas tenían niveles de N foliar superiores al considerado óptimo.

Al contrario de lo observado con el N, el contenido de P en las hojas resultó algo mayor en las parcelas ecológicas que en las convencionales, si bien las diferencias entre los valores medios no presentaron significación estadística. La interpretación de los resultados obtenidos con los niveles críticos indica que el 100% de las parcelas ecológicas estaba dentro del rango considerado normal o excesivo, frente al 90% registrado en las convencionales (Tabla 5).

Tabla 5. Porcentaje de plantaciones de cítricos ecológicas y convencionales, correspondiente a cada uno de los niveles críticos de macronutrientes foliares.

Nut. Nivel EC CV				Nut. Nivel EC CV			
N	MB	33	10	Fe	MB	0	0
	B	19	30		B	14	0
	N	38	40		N	81	100
	A	10	10		A	5	0
	MA	0	10		MA	0	0
P	MB	0	0	Cu	MB	0	0
	B	0	10		B	0	10
	N	62	90		N	95	80
	A	33	0		A	0	0
	MA	5	0		MA	5	10
K	MB	0	0	Mn	MB	48	40
	B	14	10		B	24	40
	N	5	30		N	28	20
	A	38	40		A	0	0
	MA	43	30		MA	0	0
Mg	MB	9	0	Zn	MB	5	0
	B	52	60		B	5	0
	N	38	40		N	85	100
	A	0	0		A	5	0
	MA	0	0		MA	0	0

Nut.: Nutriente foliar; EC: Ecológico; CV: Convencional; MB: muy bajo; B: bajo; N: normal; A: alto; MA: muy alto.

En cuanto al K foliar, el valor medio obtenido en el grupo de plantaciones ecológicas resultó similar al de las convencionales, los porcentajes de parcelas con valores de K normal o excesivo resultaron 86 y 90, respectivamente (Tabla 5). El análisis de regresión en el grupo de plantaciones ecológicas puso de manifiesto una correlación negativa entre el K foliar y la M.O. de la tierra, y entre el K foliar y el K disponible en la tierra. Estos sorprendentes resultados cabe atribuirlos al conocido antagonismo del NH_4 sobre la absorción del K.

El contenido de Mg en las hojas resultó algo más bajo en las plantaciones ecológicas que en las convencionales, pero una vez más, los valores medios no resultaron significativamente distintos. En el conjunto de plantaciones ecológicas se obtuvo un alto porcentaje (61%) de parcelas con poco o muy poco de Mg foliar, frente a ninguna parcela en las convencionales (Tabla 5). Al igual que con el K foliar, las cantidades de Mg foliar presentaban correlación negativa con la M.O. de la tierra. El antagonismo del NH_4 sobre el Mg puede ser la causa de estos resultados.

En relación a los micronutrientes foliares, el grupo de las plantaciones ecológicas dio un valor medio similar al de las convencionales. De la interpretación de los resultados de los análisis foliares con los niveles críticos, se observa que el micronutriente más problemático es el Mn. La proporción de parcelas que tenían poco o muy poco de Mn foliar fueron el 72 y 80% en las plantaciones ecológicas y convencionales respectivamente. El análisis de regresión entre los contenidos de nutrientes y las características químicas de la tierra, reveló una correlación positiva entre el contenido de Zn en hojas y la M.O. de la tierra.

Deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento al INIA por la subvención económica aportada. Reconocemos la valiosa colaboración aportada por Dora Yuste, Carmen Santonja, Alfredo Gómez, José Ramón Badenes y Alex Ribes en la provisión de parcelas colaboradoras y el seguimiento de las mismas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C.E., C. García, A.E. Carracedo (1988) Soil fertility and mineral nutrition of an organic banana plantation in Tenerife. *Biological Agriculture and Horticulture*, Vol. 5:313-323.
- Anónimo (1980) *Official Methods of Analysis of the AOAC*, AOAC; Washington D.C.
- Anónimo (1986) *Métodos Oficiales de Análisis*. Tomo III. MAPA; Madrid, 532 pp.
- Hernando, V. (1969) Soil and leaf analysis of orange tree orchards on several types of soils in Valencia province. *Proc. First Int. Citrus Symp.* Vol. 3:673-688.
- Legaz, F., E. Primo-Millo (1988) *Normas para la fertilización de los agríos*. Consell. de Agric. y Pesca. Fullets Divulgació, N° 5-88. 29 pp.
- Lindsay, W.L., W.A. Norvell (1978) Development of a DTPA Soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 42:421-428.