ITEA (1996), Vol. **92V N.º 3,** 244-256

SUSTRATOS CON TURBA EUTRÓFICA PARA CULTIVO DE CÍTRICOS EN CONTENEDOR

J.F. Ballester-Olmos[1]
J. García de la Cuadra [2]
J.A. Pina[3]

1. I.V.I.A (Consellería de Agricultura y Pesca)
Apartado Oficial
46113 Moncada (Valencia-España)
2. Laboratorio Agroalimentario (C.A.P.)
3. Servicio de Sanidad y Certificación Vegetal (C.A.P.)

RESUMEN

Se estudia la caracterización físico-química de cinco sustratos y su influencia en el crecimiento de lima mejicana.(*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swing.) en contenedor.

Se estudiaron sustratos comerciales que incluían turba negra eutrófica en comparación con medios de cultivo preparados a base de turba de *Sphagnum.*

Los resultados muestran las características fisico-químicas de los sustratos estudiados y su influencia en el desarrollo aéreo y radicular de las plantas así como en los niveles de nutrientes foliares, concluyéndose que con un adecuado manejo del riego, turbas eutróficas procedentes de yacimientos litorales españoles pueden ser utilizadas como componentes de sustratos para cultivo en contenedor, mezcladas con turba de *Sphagnum* o con arena silicea.

Palabras clave: Cítricos, Turba, Eutrófica, Contenedor, Sustrato.

SUMMARY
SUBSTRATES CONTAINING SEDGE PEAT FOR CITRUS CULTIVATION IN CONTAINER

A study on the physico-chemical characterization of five substrates was conducted, as well as their influence on the growth of mexican lime (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swing.) in container.

Commercial substrates were compared, which included eutrophic black sedge peat, vs cultivation media basically prepared with *Sphagnum* peat.

The results show the physico-chemical characteristics of the substrates studied and the influence on aerial and radicular development of the plants, as well as the nutrient levels on leaves, concluding that with a suitable irrigation management, eutrophic peats originating in litoral spanish deposits can be used as components of substrates for container culture, mixed with *Sphagnum* peat, or with siliceous sand.

Key words: Citrus, Peat, Container, Eutrophic, Substrate.

Introducción

Los procedimientos de cultivo en contai-ner requieren disponer de un sustrato cuyas propiedades físicas y químicas puedan establecerse *a priori;* por eso durante las últimas décadas las turbas de *Sphagnum* vienen constituyendo el componente orgánico más extendido en los medios para cultivo de plantas e incluso muy ampliamente utilizado como medio de cultivo por sí mismo. La importancia de esas turbas oligotróficas en la horticultura y viverística radica en sus excelentes características físico-químicas (PUUSTJÄRVI, 1977; PENNINGSFELD y KURZMAN, 1983): elevada porosidad, alto contenido en aire, importante capacidad de retención hídrica, baja densidad aparente, elevada capacidad de intercambio cationico y baja salinidad. No obstante, en la actualidad, los problemas de provisión de turba de Sphagnum y los problemas de costos que conlleva su transporte desde zonas de Europa central y oriental, así como las implicaciones ecológicas que su extracción está comportando, han venido a crear un horizonte técnico y comercial a escala internacional que impulsa a la investigación acerca de sustitutos de dicho material orgánico (RIVIERA *et al,* 1984; VERDONCK, 1984; RAVIV *et al.,* 1986; BALLESTER-OLMOS *et al.,* 1988; WANG y POKORNY, 1989; ABAD y NOGUERA, 1989; BALLESTER-OLMOS *et al.,* 1995).

Como una posible alternativa al uso de las turbas de Sphagnum, en la zona costera oriental española existen abundantes formaciones turbosas de tipo eutrófico que dan un material mucho más humificado y descompuesto que en el caso de las turbas de *Sphagnum.* Diversos autores han puesto de manifiesto la poca idoneidad de las turbas negras eutróficas para cultivo de plantas en maceta (REDLICH y VERDURE, 1975; RIVIERE, 1980; ALMENDROS *et al.,* 1981, TESI *et al.,* 1985, TOSI y TESI, 1985; LEMAIRE y DARTIGUES, 1988). No obstante, con unos procesos apropiados de mejora, es posible la utilización como sustrato hortícola de estas turbas eutróficas (ABAD *et al.,* 1990).

Con objeto de estudiar la posibilidad de utilización para el cultivo en maceta de sustratos comerciales que incluyeran turba negra eutrófica procedente del litoral valenciano, en el presente trabajo se ensayaron varios medios de cultivo, algunos de ellos preparados con turba extraída en Torreblanca (Castellón), en comparación con otros sustratos de frecuente utilización en el cultivo de plantas ornamentales y/o en centros de investigación.

A tal efecto se realizó un experimento encaminado a estudiar la influencia de tres sustratos preparados con un componente de turba eutrófica del 50-55% sobre el crecimiento de plantas cítricas en maceta, en comparación con otros dos medios de cultivo compuestos a base de turbas de *Sphagnum,* uno de ellos de tipo comercial y otro muy recomendado en la bibliografía.

La elección de una especie cítrica para testigo vegetal de este experimento se integra en las líneas de trabajo que en el IVIA se desarrollan en orden a la mejora del cultivo de plantas de cítricos indicadoras de virosis y a las técnicas viverísticas de cítricos con cultivo en contenedor.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un invernadero con cubierta de cristal, calefactado mediante agua caliente por tubería radiante debajo de las bancadas –manteniéndose una temperatura mínima de 18°C– y dotado de un sis-

tema de ventilación estática y de sistema evaporativo de refrigeración, que mantenían los registros termométricos sin sobrepasar los 27°C. La humedad relativa osciló entre el 60 y 90% y la iluminación que recibían las plantas al mediodía estuvo en torno a 320 $\mu E\ s^{-1}m^{-2}$(BALLESTER-OLMOS y PINA, 1988).

Se han ensayado los siguientes sustratos:

Sustrato 1: Compuesto comercial confeccionado según su etiqueta con 50% (Vol.) de turba de *Sphagnum* y 50% (Vol.) de turba negra eutrófica originaria de Torreblanca (Castellón), lavada. La mezcla estaba fertilizada con 3 Kg/m^3 de PG Mix (14-16-18).

Sustrato 2: Compuesto comercial confeccionado según su etiqueta con 50% (Vol.) de turba de *Sphagnum* y 50% (Vol.) de turba negra eutrófica de Torreblanca (Castellón) sin lavar. La mezcla estaba fertilizada con $3kg/m^3$ de PG Mix.

Sustrato 3: Compuesto de 55% (Vol.) de turba negra eutrófica lavada procedente de Torreblanca (Castellón), 45% (Vol.) de arena silícea procedente del lavado del caolín y un abonado de fondo de la misma composición que el del sustrato estándar usado para cítricos en el IVIA (Sustrato 4) (BALLESTER-OLMOS, y PINA, 1986).

Sustrato 4: El utilizado de forma corriente para cultivo de cítricos en contenedor en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (BALLESTER-OLMOS *et al.*, 1986) e inspirado en el utilizado en la Universidad de California para el cultivo de agrios en maceta (BAKER *et al.*, 1957; NAUER *et a.l*, 1968). Está compuesto de 55% (Vol.) de turba de *Sphagnum* alemana y un 45% (Vol.) de arena silícea procedente del lavado de caolín. Contiene las siguientes enmiendas y abonos por m^3: 2 Kg de carbonato cálcico, 2,2 Kg de dolomita, 1,5 Kg de superfosfato de cal simple, 84 gr de sulfato de cobre, 28 gr de sulfato de zinc, 28 gr de sulfato de manganeso, 48 gr de sulfato de hierro, 0,8 gr de ácido bórico y 0,4 gr de molibdato amónico. Está desinfectado con vapor de agua durante 60 minutos a 100°C.

Sustrato 5: Sustrato comercial de reconocido prestigio, compuesto de turbas de *Sphagnum* alemanas de diferente grado de descomposición, intermedio entre el de la turba negra oligotrófica y la turba rubia empleada corrientemente para cultivo en maceta.

Cultivo

Se enmacetaron plantas jóvenes de unos 8cm de altura en contenedores de plástico de 17 cm de diámetro 3.200 cm^3 de volumen, colocándose a continuación las macetas sobre mesas de cultivo en un invernadero con sus sistemas de climatización programados para obtener las condiciones medioambientales antes citadas.

Se cultivaron desde el momento del enmacetado (22 de mayo) hasta el 25 de julio del siguiente año.

El diseño del experimento se realizó mediante diez bloques al azar, con 20 plantas de lima mejicana (*Citrus aurantifolia (Christ.)* Swing.) por bloque para cada uno de los cinco sustratos ensayados.

Aunque durante los dos primeros meses la cadencia de riego varió de 7 a 10 días, a partir de principios de agosto se regaron todos con frecuencia semanal y dosis de 400 cc por maceta, tratamiento considerado medio para sustratos con base turbosa (BALLESTER-OLMOS *et al.*, 1989).

La fertilización de mantenimiento se realizó mediante fertirrigación, aprovechando

el riego semanal, con un abono preparado a base de nitrato amónico, fosfato monoámonico y nitrato potásico, de fórmula 14-9-5, a razón de 1'4 g/l, aportando asimismo la solución IVIA de microelementos (BALLESTER-OLMOS y PINA, 1986).

El agua utilizada para el riego procedía de pozo, era de características C_3S_1 según la clasificación del U.S.A. Regional Salinity Laboratory (1954) y contenía 103'72 mg/l de nitratos, 151'66 ,g/l de calcio, 50'20 mg/l de magnesio y 2'93 mg/l de potasio.

Con objeto de estudiar la influencia del sustrato en el crecimiento de la lima mediante el conocimiento de la materia fresca desarrollada, a los seis meses de la plantación, se procedió a pesar la parte aérea de las plantas individualizadamente, después de cortarlas a 20 cm del cuello (Cuadro 3). Tras dicho corte se dejaron rebrotar y permanecieron creciendo en las condiciones antedichas de medio ambiente y cultivo otros seis meses. Transcurrido dicho plazo se procedió a pesar por separado la parte aérea y la parte radicular de cada planta, se calificó el color del follaje de cada planta y se hicieron análisis foliares de las mismas (Cuadros 4, 5 y 6).

Las propiedades físicas de los sustratos se determinaron segun el método descrito por DE BOODT *et al.* (1974).

El análisis estadístico de la influencia del sustrato en el peso de la copa en ambos cortes y en el peso radicular se realizó mediante el análisis de varianza y subsiguiente test de separación de medias de Last Significant Difference.

Las concentraciones de K_1 Mg, Ce, FE, Cn y Un en hojas se determinaron mediante absorción atómica (CHAMPMAN y PRATT, 1961), y los niveles de fósforo fueron determinados mediante el método del molibdato amónico descrito por JACKSON (1965). La concentración de N total se determinó por el método semimicro Kjeldahl (BREMMER, 1965).

La analítica de sustratos se ha realizado siguiendo los procedimientos oficiales de análisis del Ministerio de Agricultura (M.A.P.A., 1994). La materia organica oxidable se determinó mediante oxidación con dicromato en medio ácido, el fósforo ($P_2 0_5$) fue determinado por colorimetría del fosfomolibalato, el N total por Kjeldahl; en el extracto en acetato amónico, el K y Na se investigaron mediante fotometría de llama, y el Ca y Mg por A.A.S, en el extracto de saturación el K y Na fueron determinados por fotometría de llama, mientras que el Ca y Mg lo fueron por A.A.S.

Resultados y discusión

1. *Del estudio de las características fisico-químicas* llevado a cabo en los sustratos a ensayar, se desprenden las siguientes consideraciones (Cuadro 1 y Cuadro 2):

a) En general, los sustratos presentaron niveles aceptables para la capacidad de aireación, el agua fácilmente disponible, el agua de reserva y el agua disponible total.

b) Merecen ser destacados los sustratos compuestos por turbas y arena (S3 y S4) en comparación con aquellos en cuya composición intervinieron solamente las turba (S1, S2 y S3). Los sustratos del primer grupo presentaron valores muy elevados para las densidades aparente y real, debido al peso propio de la arena. Asímismo, la fina gramiometría de ésta y la colmatación que puede producir en parte de los macroporos de las turbas, además del hecho de que la arena tiene una porosidad total considera-

blemente inferior, son circunstancias que están relacionadas con el menor valor de porosidad total de S3 y S4 respecto a los S1, S2 y S5. En el caso del S3, formado por turba negra eutrófica y arena, el valor de la porosidad total y de la capacidad de aireación se hacen sensiblemente inferiores a los de aquellos sustratos en que la turba negra se mezcla con turba de *Sphagnum*, debido a que se une la granulometría de la arena, media a fina, con la textura disgregada de la turba negra eutrófica, aspectos que son importantes desde el punto de vista del riego.

c) Los valores de la porosidad total de los S3 y S4 fueron claramente inferiores a los señalados como óptimos para los sustratos de cultivo, siendo ambas condiciones mucho más marcadas en el sustrato 3. Sobresale la baja capacidad de aireación del mencionado sustrato S3, por debajo de 10% de su volumen.

d) Los sustratos S1, S2 y S3 poseen una conductividad eléctrica alta y muy superior a la del resto de los materiales, lo que es debido a su contenido en turba eutrófica litoral. Los sustratos S1 y S2 superan el valor de 5 mS/cm, que está considerado en la bibliografía como un máximo para la obtención de plantas de calidad en especies vigorosas (ANSORENA, 1996)

e) El S1 es notablemente más salino que el S2, pese a que el S1 es un sustrato comercial preparado con turba negra, lavada según reza el etiquetado, en mezcla con turba de *Sphagnum*, mientras que el S2 posee la misma composición pero con turba negra no lavada. Se aprecia una total correlación entre esta diferencia y los contenidos de sodio, potasio y nitratos. De lo dicho se infiere claramente que es el S2 el que contiene turba eutrófica lavada y no el S1.

f) La conductividad eléctrica del sustrato S4, ampliamente utilizado en el IVIA como medio de cultivo estándar, tiene un valor situado en el entorno 0'75-1'99 mS/cm, que se considera satisfactorio para medios con mucha materia orgánica y por tanto muy adecuada al cultivo en maceta (ANSORENA, 1994).

CUADRO 1
PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUSTRATOS ENSAYADOS
TABLE 1
PHISICAL PROPERTIES OF SUBSTRATES TESTED

	SUSTRATO				
	S1	S2	S3	S4	S5
Densidad aparente (g/cm^3)	0,145	0,106	0,916	0,547	0,127
Densidad real (g/cm^3)	1,55	1,36	2,53	2,43	1,30
Porosidad total (% en volumen)	90,6	92,2	63,8	77,5	90,2
Capacidad de aireación (% en volumen)	26,7	31,7	6,8	32,0	16,8
Agua fácilmente disponible (% en volumen)	23,5	20,7	27,4	21,3	32,8
Agua de reserva (% en volumen)	4,1	4,0	2,4	2,4	4,2
Agua total disponible (% en volumen)	27,6	24,7	29,8	23,7	37,0

(Terminología: DE BOODT, 1974)

CUADRO 2
ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS SUSTRATOS ENSAYADOS
TABLE 2
CHEMICAL ANALYSIS OF SUBSTRATES TESTED

	SUSTRATOS				
	S1	S2	S3	S4	S5
pH (1/5 sustrato/agua)	6,3	5,87	7,29	5,7	5,67
Materia orgánica oxidable %	8,02	8,41	2,32	1,71	8,80
Fósforo soluble en bicarbonato sódico (P) ppm	680	630	100	44	248
Nitrógeno total (N) %	1,22	1,08	0,13	0,10	0,70
Relación C/N	29,6	39,9	28,4	60,5	65,7
Materia orgánica total %	62,2	74,3	6,36	10,44	79,33
Cationes extraídos por acetato amónico, meq/100 g					
Calcio (Ca)	82,95	27,56	27,44	8,54	61,35
Magnesio (Mg)	3,39	6,68	3,80	2,05	6,57
Sodio (Na)	8,34	3,44	1,83	0,32	1,13
Potasio (K)	9,46	3,84	0,18	0,07	2,66
En el extracto de saturación					
Calcio (Ca) meq/l	27,94	8,44	20,48	7,23	14,88
Magnesio (Mg) meq/l	23,86	7,04	9,87	4,50	5,44
Sodio (Na) meq/l	13,25	8,50	14,30	1,70	1,80
Potasio (K) meq/l	14,03	9,05	1,09	0,15	3,06
Amonio (NH_4^+) meq/l	0,43	15,71	0,170	0,67	0,08
Cloruros ($Cl^=$) meq/l	9,63	7,16	12,57	1,24	0,79
Sulfatos ($SO_4^=$) meq/l	29,65	25,36	38,35	12,65	4,83
Nitratos (NO_3^-) meq/l	27,19	10,37	0,89	0,00	11,38
C. E. (mS/cm a 25°C)	7,3	5,06	4,26	1,30	2,40
pH	7,61	6,46	7,13	6,18	6,08

g) Se observan distintos niveles en la fertilización de fondo de S1 y S2, apreciándose claras diferencias entre ambos respecto a las riquezas de nitratos, amonio, fósforo, potasio, magnesio y calcio.

2. Pocos días después del enmacetado se observó la aparición de numerosas *malas hierbas* en los sustratos en cuya composición figuraba la turba negra eutrófica de Torreblanca. Tras su clasificación botánica, los géneros y especies que aparecieron, fueron: *Portulaca oleracea* L., *Stellaria media* (L.) Vill, *Conyza* L. *sp.*, *Epilobium palustre* L., *Aster squamatus* (Spiengel) Hieron, *Carlina* L. sp, *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L., *Papaver rhoeas* L. y *Sonchus oleraceus* L. En el sustrato compuesto de turba de *Sphagnum* y arena no apareció mala hierba alguna.

3. Tras el *primer corte de la copa* de las plantas de lima mejicana cultivadas en los

cinco sustratos ensayados se obtuvieron los siguientes resultados (Cuadro 3).

En el segundo y definitivo corte al finalizar el plazo de un año de cultivo se obtuvieron los siguientes pesos de parte aérea y raíces (Cuadros 4 y 5).

Segun se colige del cuadro 3, durante los seis primeros meses de cultivo –período necesario para que una planta cítrica dedicada a portainjertos adquiera el tamaño adecuado para ser injertada– no ha habido diferencias significativas en el desarrollo vegetativo de las plantas de lima mejicana cultivadas en los sustratos S3, S4, S1 y S2, habiendo un mayor crecimiento con el sustrato S3 que con el S5.

Del cuadro 4 se desprende que tras un segundo período de cultivo de seis meses en la misma maceta, no ha habido diferencias significativas en el desarrollo de las plantas cultivadas en los sustratos S1, S3 y S4, así como tampoco han diferido significativamente las mantenidas en los S2 y S5, siendo mayor el crecimiento en los S1, S3 y S4 que en los S2 y S5.

En el cuadro 5 se observa que al igual que lo sucedido con la parte aérea de las plantas, las raíces han crecido de forma estadísticamente análoga en los sustratos S1, S3 y S4, así como en los S2 y S5, marcándose en este caso una significativa diferencia entre los sustratos S1 y S5 y entre los S1 y S2.

CUADRO 3
INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN EL DESARROLLO DE LA LIMA MEJICANA TRAS SEIS MESES DE CULTIVO EN CONTENEDOR
(Para cada sustrato, los valores del peso que no vayan acompañados por alguna letra coincidente son diferentes al nivel de 95%)

TABLE 3
INFLUENCE OF THE SUBSTRATE IN THE DEVELOPMENT OF MEXICAN LIME AFTER SIX MONTHS CULTURE IN CONTAINER
(For each substrate, the values of weight that are not accompanied by some coincidental letter, differ from the 95% level)

SUSTRATOS	Peso de la copa de las plantas (gr)
3	48,7 a
4	43,0 ab
1	41,3 ab
2	40,2 ab
5	32,3 b

Error Típico Residual (DES): $\sqrt{466'72}$
5. Entre sustratos:
Suma cuadrados: 3978'54
113. Dentro sustatos
Suma cuadrados: 5239'30

CUADRO 4
INFLUENCIA DEL TIPO DE SUSTRATO EN EL DESARROLLO DE LA COPA DE LIMA MEJICANA (SEGUNDO CORTE) Y EN EL COLOR DE SUS HOJAS TRAS UN AÑO DE CULTIVO EN CONTENEDOR
(Para cada sustrato, los valores del peso que no vayan acompañados por alguna letra coincidente son diferentes al nivel del 95%)

TABLE 4
INFLUENCE OF THE SUBSTRATE TYPE IN THE DEVELOPMENT OF THE CANOPY OF MEXICAN LIME AND IN THE COLOUR OF ITS LEAVES AFTER ONE YEAR CULTURE IN CONTAINER
(For each substrate the values of weight that are not accompanied by a coincidental letter, differ from the 95% level)

Sustrato	Peso de la copa de las plantas en (gr)	Color estimado
3	99,8 a	Verde variable entre claro y oscuro
1	91,6 a	Verde variable entre claro y oscuro
4	81,8 a	Verde oscuro
5	53,4 b	Verde variable entre claro y oscuro
2	37,4 b	Verde oscuro

Error Típico Residual (DES): $\sqrt{916'45}$
5. Entre sustratos:
Suma cuadrados: 58834'3
113. Dentro sustratos
Suma cuadrados: 103558'8

De las tres observaciones antedichas se deduce una positiva influencia de los sustratos S1, S3 y S4 en el crecimiento de la copa así como del sistema radicular de la lima mejicana cultivada en contenedor, lo que significa que los sustratos formados por turba rubia de *Sphagnum* y turba eutrófica a partes iguales, así como los preparados con turba eutrófica y arena silícea pueden ser una alternativa al medio estandar recomendado para cultivo en contenedor.

Se muestrearon al azar plantas de cada bloque experimental y se procedió al análisis de sus componentes químicos elementales a excepción del N, obteniéndose los resultados que se exponen en la cuadro 6.

En el cuadro 6 se aprecia que las plantas cultivadas en el sustrato S1 tienen niveles foliares normales-altos de K y Zn, normales en P, Mg, Fe y Mn, y bajo en Ca. Las correspondientes al S2 tienen un contenido alto en P, K, Mn y Zn, normal en Mg y Fe, y bajo en Ca. Las S3 son ricas en Zn, normales en P, K, Mg, Fe y Mn, y bajas en Ca. Las que tuvieron S4 como sustrato poseen unos niveles altos en K, Mn y Zn, normales en P, Mg, y Fe y bajo en Ca (LEGAZ y PRIMO, 1988).

El nivel de Na es dos o tres veces mayor en el S2 y el S5 que en el resto.

De lo antedicho se infiere que los más altos niveles foliares de nutrientes se han conseguido con el empleo del S2 y S5, seguidas de S4 y S1, y siendo S3 el sustrato que ha dado lugar a niveles foliares más cer-

CUADRO 5
INFLUENCIA DEL TIPO DE SUSTRATO EN EL DESARROLLO DE SISTEMA RADICULAR DE LA LIMA MEJICANA TRAS UN AÑO DE CULTIVO EN CONTENEDOR
(Para cada sustrato, los valores del peso que no vayan acompañados por alguna letra coincidente son diferentes al nivel del 95%)

TABLE 5
INFLUENCE OF THE SUBSTRATE TYPE IN THE DEVELOPMENT OF THE RADICULAR SYSTEM OF MEXICAN LIME AFTER ONE YEAR CULTURE IN CONTAINER
.(For each substrate, the weight values that are not accompanied by a coincidental letter, differ from the 95% level)

Sustrato	Peso del sistema radicular de las plantas (gr)
1	57,2 a
3	47,8 ab
4	43,8 ab
2	40,3 bc
5	29,6 c

Error Típico Residual (DES): $\sqrt{459'34}$
5. Entre sustratos:
Suma cuadrados: 8183'4
113. Dentro sustratos
Suma cuadrados: 51905'5

CUADRO 6
RESULTADOS DE LAS ANALÍTICAS FOLIARES EFECTUADAS EN PLANTAS DE LIMA MEJICANA CULTIVADAS EN LOS CINCO SUSTRATOS ENSAYADOS

TABLE 6
RESULTS OF FOLIAR ANALYSES CONDUCTED IN MEXICAN LIME PLANTS GROWN IN THE FIVE SUBSTRATES TESTED

Sustratos	%K	%P	%Ca	%Mg	Fe (ppm)	MN (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Na%
1	1,56	0,141	2,31	0,25	80,4	290,4	192,0	6,4	0,031
2	1,64	0,200	2,34	0,31	88,5	379,8	218,6	4,6	0,100
3	0,99	0,119	2,27	0,30	71,4	181,4	181,4	5,4	0,019
4	1,10	0,145	2,23	0,30	99,5	355,7	212,7	5,1	0,038
5	1,68	0,204	2,58	0,28	75,9	337,0	210,6	3,3	0,085

canos a la normalidad y por debajo de los inducidos por los S1, S2, S4, y S5.

Por tanto, la calidad nutricional de las plantas obtenidas deja patente una analogía entre las cultivadas en un sustrato como el S2, formado por turba rubia de *Sphagnum* y turba eutrófica litoral lavada, mezcladas en porporción 1:1, con abonado de base, y otro (S5) preparado a base de partes iguales de turbas rubia y negra de *Sphagnum*, y fertilizado de base. Es de destacar los similares contenidos en Na de las plantas cultivadas en ambos sustratos.

Para estudiar la evolución de la conductividad eléctrica y el pH en los sustratos se procedió a su medición en tres macetas al azar en el momento final de la experiencia, tras un año de cultivo. La evolución observada se muestra en el cuadro 6.

Se aprecia el mantenimiento de valores altos de C.E. en los sustratos S1, S2 y S3 tras un año de cultivo y un aumento muy importante en esta magnitud para los sustratos S4 y S5, de tipo turboso (*Sphagnum*) o turbo-arenoso, lo que se explica por la adición de sales propias del agua de riego, además de las incorporadas en las fertirrigaciones semanales, agravado por una lixiviación inapropiada.

Es de destacar que pese a los altos valores de C.E. medidos, no se apreciaron síntomas claros de salinidad salvo cierta clorosis en algunas plantas cultivadas en los sustratos S1, S3 y S5, siendo el color foliar satisfactorio en las plantas cultivadas en un sustrato como el S4 cuyo valor final de C.E. era análogo al de los sustratos S3 o S5.

Conclusiones

1. La caracterización física de los sustratos ensayados muestra que la turba eutrófica, mezclada con turba de *Sphagnum,* o mejor con arena, da lugar a medios de cultivo que son utilizables a tenor de sus características hídricas y de porosidad. La adición de arena provocó una disminución del valor de la porosidad total y de la capacidad de aireación de los sustratos. Por otra parte, el análisis químico muestra que los sustratos que contienen turba negra eutrófica, y debido a la localización litoral de los yacimientos de ésta, poseen un alto valor de la conductividad eléctrica.

2. Se aprecia irregularidad en el etiquetado y envasado de los sustratos comerciales de turba negra estudiados en este trabajo, observándose síntomas analíticos de falta de homogeneidad en su fertilización de fondo. Asimismo, la presencia de semillas indeseables en la turba negra eutrófica da lugar a la aparición y crecimiento de numerosas malas hierbas que suponen una lógica competencia para las plantas en cultivo.

3. El empleo de turba negra eutrófica en los sustratos da lugar, pese a su lavado previo, a conductividades eléctricas altas (hasta 7,3 mS) que se mantienen a lo largo del cultivo.

4. Se evidencia que en las condiciones de dosis y frecuencia de riego establecidos en este experimento, el crecimiento de la parte aérea, el color del follaje y el desarrollo radicular de las plantas cultivadas en un sustrato clásico como es el estandar utilizado en el IVIA y en la Universidad de California, no es superado con el uso de los sustratos preparados con turba negra eutrófica y turba de *Sphagnum* mezcladas al 50 por cien, ni por un medio de cultivo compuesto de turba negra eutrófica y arena silícea, ni por un sustrato preparado con turbas oligotróficas.

5. Asimismo es posible obtener un mayor desarrollo del cultivo en sustratos formado

CUADRO 7
EVOLUCIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y EL pH TRAS UN AÑO DE CULTIVO DE LIMA MEJICANA EN CONTENEDOR
TABLE 7
EVOLUTION OF ELECTRIC CONDUCTIVITY AN pH AFTER ONE YEAR CULTURE OF MEXICAN LIME IN CONTAINER

Sustrato	Conductividad eléctrica (extracto saturación)(mS/cm)		pH (Extracto de saturación)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
S1	7,3	7,1	7,61	6,75
S2	5,1	3,9	6,46	6,10
S3	4,3	5,1	7,13	7,20
S4	1,3	5,8	6,18	6,75
S5	2,4	6,1	6,08	6,60

con mezcla de turba de *Sphagnum* y turba negra eutrófica que empleando como medio de cultivo un sustrato de turbas oligotróficas, dando lugar con ambos sustratos a plantas de similares niveles nutricionales.

6. En el cultivo en sustrato se da una estrecha relación entre el binomio conjunto de propiedades físicas manejo de riego y los resultados obtenidos. El sustrato S5 ha dado lugar sistemáticamente a los resultados más desfavorables. Un repaso de sus propiedades físico-químicas no permite obtener una relación clara entre éstas y los resultados obtenidos por lo que se colige que la causa del menor desarrollo inducido en las plantas cultivadas en el S5 puede estar relacionado con la dosis y frecuencia del riego establecidos en este experimento.

Agradecimientos

Se agradece a los profesores M. Abad y M.D. Martínez-Herrero, del Departamento de Producción Vegetal de la Universidad Politécnica de Valencia, la caracterización física de los sustratos ensayados y al Dr. Emilio Carbonell, del I.V.I.A. el análisis estadístico de los resultados.

Asimismo, los autores desean dejar constancia de la inestimable colaboración de D.Salvador Cardo, D. Antonio Conchilla y D. Eduardo Cardo que se ocuparon del manejo de los invernaderos y del cuidado de las plantas, y testimoniar su gratitud a Dña. María José Blasco Navarro, quien realizó otro buen trabajo de tratamiento de textos.

Bibliografía

ABAD, M. y NOGUERA, V. 1989. "The effects of sedge peat-based media and controlled-release fertilizer on the growth of pot begonia, french marigold and geranium". *Acta Horticulturae,* 246 p. 199-212.

ABAD, M.; NOGUERA, V.; MARTÍNEZ-HERRERO, M.D.; HERRERO, M.A.; FORNÉS, F.; MARTÍNEZ-CORTS, J. 1990. "Propiedades físicas y químicas de medios de cultivo a base de turba negra y su relación con el

crecimiento de las plantas". *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales,* 5: 248-258.

ALMENDROS, G.; POLO, A. y DORADO, E. 1981. "Características de la materia orgánica de las formaciones turbosas litorales de Torreblanca (Castellón)". *Anales de Edafología y Agrobiología,* 40. 223-263.

ANSORENA, J. 1994. "Sustratos. Propiedades y caracterización". *Ed. Mundi-Prensa.* Madrid p. 93.

BAKER, K.F.; CHANDLER, P.A.; DURVIN, R.D.; FERGUSON, J.; HOFFMAN, J.W.; MATKIN, O.D.; MUNNECKEE, D.E.; ROISTACHER, C.N.; SCHOONOVER, W.R. y SCIARONI, R.H. 1957. "The U.C. system for producing healthy container grown plants". *Univ. Calif. Man.* 23.

BALLESTER-OLMOS, J.F. y PINA, J.A., 1983. "Influencia de la temperatura ambiente, la del sustrato y la iluminación fotoperiódica en el crecimiento de plantas de semilleros de cítricos". *Actas del I Congreso de la Sociedad Internacional de Viveristas de Cítricos* (209-220).

BALLESTER-OLMOS, J.F.; ROGER, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; PINA, J.A. 1988. "Comportamiento de plantas de semillero de cítricos en cinco tipos de sustrato turboso". *I.T.E.A.,* 79 (28-35).

BALLESTER-OLMOS, S. J.F., FERNÁNDEZ, J.A. y PINA, J.A. (1989a). "Estudio de la influencia del sustrato en el crecimiento de cítricos cultivados a largo plazo en maceta". *Levante Agrícola.* 28p. 290, (4-8).

BALLESTER-OLMOS, J.F., FERNÁNDEZ, J.A. y MOLINS, M.I., 1989b. "Nota sobre influencia del riego localizado en el crecimiento de plantones de cítricos en invernadero". *Inv. Agr.* 4 (1) 119-124.

BALLESTER-OLMOS, J.F.; GARCÍA DE LA CUADRA, J. y PINA, J.A., 1995. "Empleo de turbas entróficas como componentes de sustratos para semilleros de cítricos". Rev. Cien. (IEB) 17: 113-123.

BALLESTER-OLMOS, J.F. y PINA, J.A., 1986. "Substrate and fertilization for citrus seed-beds and potted plants in greenhouse". *Demostraciones técnicas de la 10ª Conferencia de la I.O.C.V.* Valencia.

BREMMER, J. 1965. "Inorganic forms of nitrogen". En: Methods of Soil Analysis. Agronomy 9. Ed. C.A. Black. 1179-1237. *Am. Soc. of Agron.* Madison, W.I.

CHAMPMAN, M.D. y PRATT, D.F., 1961. "Plant analysis". En: *Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters.* University of California. *Div. of Agric. Sci.* 56-64.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O.; CAPPAERT, I. 1974. "Method for measuring the water-release curve of organic substrates". *Acta Horticulturae,* 37: 2054-2062.

JACKSON, M.L., 1965. "Soil chemical analysis. Prentice-Hall". *Englewoods Cliffs.* N.J. 151-153.

LEGAZ, F. y PRIMO, E., 1988. "Normas para la fertilización de los agrios". *Generalitat Valenciana. Consellería de Agricultura y Pesca. Fullets Divulgació* nº 5-88.

LEMAIRE, F. y DARTIGUES A., 1988. "Phosphorus assimilability in french brown peat". *Acta Horticulturae,* 221, 343-344.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. 1994. "Métodos Oficiales de Análisis". *Tomo III.* Madrid.

NAUER, Z.M., ROISTACHER, C.N. y LABANAUSKAS, C.K. 1968. "Growing citrus in modified potting mixtures. *Calif. Citrog.,* 53: 456-461.

PENNINGSFELD, F. y KURZMANN P., 1983. "Cultivos hidropónicos y en turba". *2ª ed. Mundi Prensa,* Madrid, 343 pp.

PUUSTJÄRVI, V., 1977. "Peat and its uses in horticulture. Turveteollisuusliitto". *Ry. Pub.* 3, Helsinki.

RAVIV, M. ; CHEN, Y.; INBAR, Y., 1986. "Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants". In: *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture.* pp. 257-287 (Y. Chen and Y. Avnimelech eds.) Martinez Nijhoff Publishers. Dordrecht.

REDLICH, G. y VERDURE, M., 1975. Le comportement physique des tourbes et terreaux en cours de culture: un juguement qualitatif sur l'emploi est-il possible? P.H.M. *Revie Horticole,* 160, 13-20.

RIVIERE, L.M. 1980. "Importance des caracteristiques physiques dans le choix des substrats pour les cultures hors sol". P.H.M. *Revue Horticole,* 209, 23-27.

RIVIERE, L.M.; DARTIGUES, A. y LEMAIRE, F., 1984. "Some properties of french peats for use in ornamental horticulture". *Proceedings of the 7th International Peat Congress.* Dublin. 4: 21-35.

TESI, R.; TOGNONI, F. y GIUSTINIANI L., 1985. "Caratteristiche fisiche e fisicho-chimiche dei subtrati destinati alle colture in contenitore". *Culture protette,* 4. 21-27.

TOSI, D y TESI R., 1985. "Utilizzacione di substrati a base di torba nera di Viareggio nella produccione di piantine da orto in vivaio". Colture protette, 4, 64-67.

U.S.A. REGIONAL SALINITY LABORATORY, 1954. "Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils". *Laboratory Staff. L.A. Richards Ed., Agr. Handbook* 60. U.S.D.A.

VERDONCK, O., 1984. "Reviewing and evauation of new materials used as substrates". *Acta Horticulturae* nº 150: 467-473.

WANG, T. y POKORNY, F.A. 1989. "Pecan shells as an organic component of container potting media". *Hort Science*, 24, 75-78.

(Aceptado para publicación el 5 de noviembre de 1996)