

Calidad de los sustratos comerciales

ARANTZAZU GOJENOLA EIZAGIRRE
JAVIER ANSORENA MINER

Laboratorio Agrario Diputación Foral de Gipuzkoa Zizurkil (Gipuzkoa).



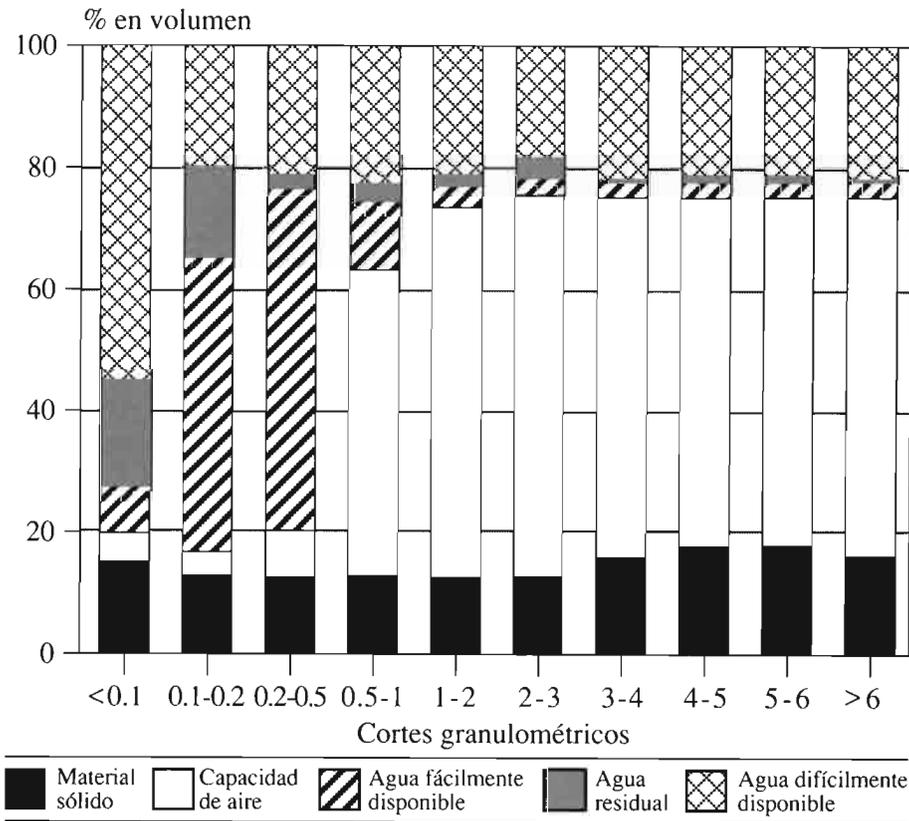
Diversos tipos de ingredientes de sustratos comerciales.

Introducción

En los últimos años, las técnicas de cultivo empleadas en la producción de hortalizas y plantas ornamentales en maceta y contenedor han experimentado importantes y rápidos cambios. Entre éstos, cabe citar la tendencia hacia la sustitución del cultivo tradicional en suelo por el cultivo en sustrato. Los primeros sustratos, que contenían proporciones importantes de suelo mineral, han sido sustituidos progresivamente por mezclas con proporción mayoritaria de ingredientes orgánicos, cuyas propiedades fisicoquímicas y de manejo han mejorado sensiblemente.

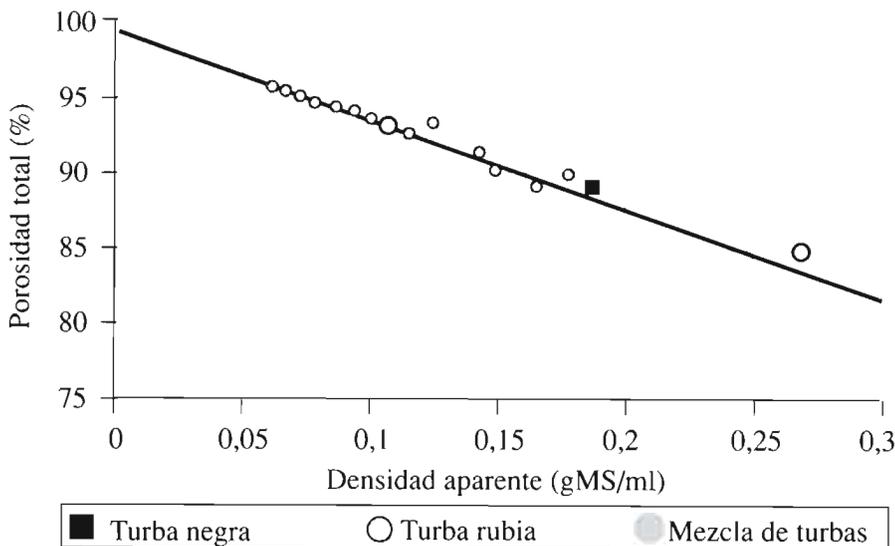
A causa del reducido volumen de medio de cultivo disponible para el suministro de aire, agua y nutrientes a las raíces, la elección de un sustra-

Figura 1:
Variación de las cantidades de aire y agua en función del tamaño de partícula, en corteza del pino



Fuente: Arrieta y col. (1992).

Figura 2:
Correlación entre densidad aparente y porosidad total



to adecuado es uno de los aspectos más importantes para obtener buenas producciones de plantas de calidad. Al productor se le ofrecen dos alternativas:

- Comprar los ingredientes, mezclarlos y abonarlos para preparar su propio sustrato

- Emplear mezclas comerciales ya preparadas, seleccionando la más adecuada al cultivo.

En cualquiera de los casos, y al margen de los aspectos económicos, la elección no es sencilla ya que, en la práctica, existe una gran variabilidad en la naturaleza y propiedades de los sustratos disponibles. A las diferencias sustanciales existentes entre los componentes básicos de los sustratos (turbas rubias y negras de diversos orígenes, cortezas de pino de distintas procedencias, granulometrías y grados de compostaje, subproductos, etc) se añade la inclusión de ingredientes que mejoran sus propiedades (abridores tipo perlita, arenas, humectantes, etc).

Por todo ello, se hace necesario disponer de un sistema de control de calidad, que permita al productor conocer la calidad de los diferentes ingredientes y mezclas de sustratos a su alcance, para elegir el medio óptimo que garantice el adecuado crecimiento de las plantas. De lo contrario, corre el peligro de exponer el desarrollo del cultivo a diversas limitaciones, lo que puede ocasionar problemas de orden físico (falta de aire y agua), nutricional (acidez, salinidad, desequilibrio de nutrientes) e incluso sanitarios (enfermedades).

A la vista de lo anterior, nos pareció necesario efectuar un estudio de caracterización de los sustratos comerciales habitualmente empleados, que permitiera conocer el nivel de calidad existente y establecer un diagnóstico respecto de las principales necesidades. Para ello, se han determinado las propiedades físicas y químicas más importantes de un conjunto de muestras representativas de los sustratos utilizados.

Entre las propiedades físicas, se seleccionaron la granulometría, densidad aparente y real, porosidad de aire y total; en cuanto a la composición química, se determinaron los contenidos totales en agua y materia orgánica, juntamente con el pH, la conductividad y los nutrientes minerales extraíbles o disponibles, para



POLYANE® TRICOUCH®

CELLOFLEX® 4 S - 200 µ

Film plástico tricapa* térmico, transparente, larga duración y muy luminoso

POLYANE STH® 4

Film plástico tricapa*, super térmico de larga duración y difusor de la luz.

prosyn polyane



**AGRI
POLYANE**

* Los plásticos tricapa están transformados por máquinas de coextrusión.

Z. I. Le Clos Marquet - B.P. 174 - 42403 ST-CHAMOND Cedex
Telf. 33 / 77 31 10 10 - Télex 380 726 - Fax 77 31 10 29

DISTRIBUIDORES EN ESPAÑA: SAIGA APLICACIONES HIDRAULICAS, S.A.: Ctra. Nacional nº 2, Km. 757,2 - 17600 FIGUERAS - (Gerona) - Tel.: (972) 67 19 99 - RIVIERA BLUMEN HISPANIA, S.A.: Ctra. de Lorca, 136 - 30890 PUERTO LUMBRERAS (Murcia) - Tels.: (968) 40 22 26 - 40 23 50 - MASSAGUER DE PLANNELL, N.I.E. 40.239.460 V - Ctra. San Hilario - 17430 SA. COLOMA DE FARNERS (Gerona) - Tel.: (972) 84 08 21 - ELADIO LOPEZ GARCIA DE LAS MESTAS: Virgen de la Antigua, 11 A - 8º B - 41011 SEVILLA - Tel.: (954) 45 05 95 - ANTONIO GONZALEZ: C/ San Antonio, 37 - 38001 SANTA CRUZ DE TENERIFE. - Tel.: (922) 27 16 49.

Plásticos ODENA

División Horticultura

ESPECIALIDAD EN MACETAS Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO

Polígono Industrial Torrent d'en Ramassa - nau 21
Tel.: (93) 849 67 05 - 849 68 55 - Fax: (93) 849 68 11
P.O. Box 131 (08400 Granollers)
08520 LES FRANQUESES DEL VALLES (Barcelona)

General Label, S.L.

Virgen del Pilar, 81 bajos
Tel. 580 83 70 - 580 82 45
Fax 580 81 20
08290 CERDANYOLA DEL VALLÈS (Barcelona)

DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO PARA ESPAÑA DE

fleurmerc bv (HOLANDA)

FREE GARDEN BIRD BOOKLET

HORNACH BAUMÄRKTEN

ABONE MEJOR DE FORMA NATURAL Y AL MEJOR PRECIO

ABONO ORGANICO

- Materia orgánica, abono orgánico (humus) y el abono organo-mineral.
- Sustratos especiales para las hidrosiembras.
- Todo tipo de sustratos para la creación y mantenimiento de espacios verdes y jardinería.
- Tierras vegetales y recebos.

FERVOSA

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Cap del Pont
08519 LA GLEVA (Barcelona)
Tel.: (93) 850 27 20 - Fax.: (93) 850 25 95

NUEVA DIRECCION!

Cuadro 1:
Propiedades físicas de algunos sustratos comerciales

Sustrato	Indice de grosor (%)	MS (g/kg)	MO (gMS/kg)	d _a (g MS/kg)	P _t (%)	P _a (%)
Turba negra	41,2	358	696	0,176	89,8	3,9
Turba rubia (TR)	57,4	436	854	0,106	93,4	6,8
Mezcla de turbas	59,6	353	797	0,183	89,2	6,2
TR + Perlita	83,7	212	880	0,096	93,9	16,0
TR + Vermiculita	48,9	359	817	0,124	92,7	3,4
TR + Corteza Pino (CP)	65,5	484	737	0,196	88,7	9,9
TR + CP + Fibra de madera (FM)	64,8	426	887	0,168	89,4	13,7
TR + CP + Arena	40,3	472	531	0,272	85,6	5,5
TR + CP + Tierra	43,1	589	561	0,292	84,9	6,8
TR + Vegetales en descomposición	49,1	423	677	0,197	89,0	8,2
TR + Humus de lombriz	58,8	464	429	0,187	92,5	2,5
TR + Puzolana volcánica + FM	62,2	483	429	0,288	88,2	6,6
CP sin moler	75,9	600	952	0,194	87,4	25,8
CP molida	46,9	534	655	0,242	87,0	10,1
CP + Purín	74,9	312	722	0,160	90,6	23,0
CP molida + Purín	67,9	346	855	0,202	87,4	12,0
Fibra de coco	45,0	75	934	0,071	95,4	20,0

conocer el estado nutricional.

Materiales y métodos

Se han analizado un total de 60 muestras de ingredientes y mezclas de sustratos, recogidas a lo largo de 1993 en centros comerciales y explotaciones agrícolas de Gipuzkoa y Navarra, utilizadas tanto en semilleros para producción de hortalizas como en planta ornamental de maceta y arbustivas en contenedor.

Con cada muestra se rellenó una ficha de campo, que recogía todos los datos conocidos sobre su composición, origen, uso real y recomendado por el proveedor. Las muestras se remitían al Laboratorio, donde se almacenaban hasta su análisis en cámara frigorífica a 4°C.

El análisis granulométrico se efectuó sobre la muestra secada a temperatura ambiente, con una batería de tamices de 20, 10, 5, 2, 1, 0.5, 0.25, y 0.1 mm. La determinación de la densidad aparente (d_a) se realizó según la Norma inglesa BS 4156: 1990, midiendo el peso de sustrato contenido en un cilindro de 1 litro de capacidad, tras someter la muestra a una fuerza de 650 gramos. Conocido este valor y el de humedad de la muestra, los resultados se expresaron referidos a Materia Seca (g MS/ml).

La densidad real (d_r) se calculó a partir del contenido en Cenizas (C, % sobre MS), por medio de la expresión:

$$d_r = \frac{100}{(100 - C) / 1,5 + C / 2,65} = \frac{397,5}{265 - 1,15C}$$

Conocidas d_a y d_r, se calculó la porosidad total (p_t):

$$p_t (\%) = 100 (1 - d_a/d_r)$$

La determinación de la porosidad de aire (p_a) se efectuó, igualmente, según la Norma BS 4156: 1990, midiendo el volumen de agua desprendida por la muestra contenida en un cilindro de 1 litro de capacidad, que había sido saturada de agua después de tres ciclos de humectación y drenaje.

Para la medida del contenido en Humedad y Cenizas, se pesaron 20 gramos de muestra en cápsula de porcelana, secándose a 105°C en estufa de convección forzada hasta pesada constante.

Una vez pesada la muestra seca, se incineró en horno de mufla a 500°C, determinándose el contenido en Cenizas. A partir de los datos de Humedad y Cenizas, se calcularon por diferencia los valores de Materia Seca

La elección de un sustrato adecuado es uno de los aspectos más importantes para obtener buenas producciones de plantas de calidad.

(MS) y Materia Orgánica (MO).

La determinación del pH, conductividad y nutrientes se efectuó en el extracto acuoso 1:6 (v:v). Para ello, se calculó a partir de la densidad aparente el peso de muestra correspondiente a 66,7 ml de sustrato. A esta cantidad se le añadieron 400 ml de agua destilada a 20°C, agitándose durante 1 hora. En la suspensión resultante se midieron el pH y la conductividad a 20°C, tras lo cual se filtró para determinar los nutrientes minerales, por cromatografía iónica.

Se empleó un Cromatógrafo Waters, con detector de conductividad mod. 531, sistema de inyección automática y columnas IC-PAK anión HR e IC-PAK catión M/D.

Resultados y discusión

La práctica totalidad de los sustratos utilizados tienen como ingrediente base la turba rubia, acompañada de diversos aditivos de naturaleza orgánica (corteza, fibra de madera, estiércoles, etc) o mineral (perlita, vermiculita, arena, tierra, etc). Un reducido número de sustratos de vivero forestal tienen como ingrediente base la corteza de pino de diferentes granulometrías. El empleo como sustrato de otros residuos y subproductos (fibra de coco, algas) resulta anecdótico.

La gran mayoría de los sustratos comerciales utilizados son de importación (principalmente procedentes de Alemania), a los que en algunos casos el productor añade aditivos con el fin de mejorar sus propiedades físicas, o abonos para enriquecer el estado nutricional. En ocasiones, el sustrato se prepara en la propia explotación, mezclando diferentes ingredientes y aditivos en calidad y cantidad no siempre adecuadas (estiércoles, arenas, etc). La mayor parte de las muestras recogidas se emplean en horticultura ornamental.

Propiedades físicas

Es bien sabido que la granulometría influye de manera importante en las propiedades físicas de los sustratos. Se acepta que la fracción de tamaño inferior a 0,5 mm reduce en gran medida la aireación y aumenta la retención de agua. En mezclas basadas en corteza de pino, Handreck (1983) encontró que las partículas comprendi-



Batería de tamices para análisis granulométrico.

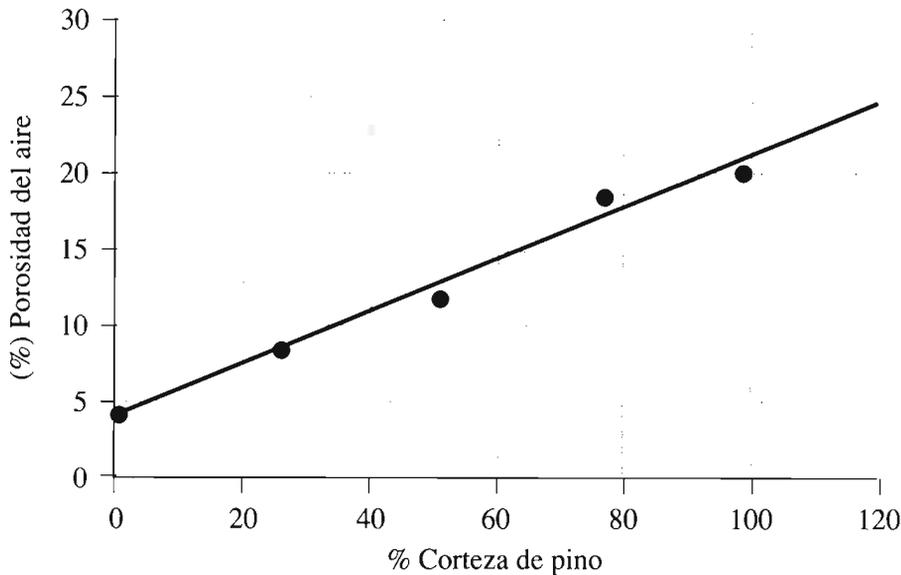
das en el rango de 0,1 a 0,25 mm disminuían la porosidad de aire en mayor proporción que las del intervalo de 0,25 a 0,50 mm. Análogamente, en nuestra Comunidad se han obtenido resultados semejantes, como se observa en la figura 1.

Con objeto de establecer relaciones cuantitativas entre la granulometría y las propiedades físicas, hemos calculado los valores del índice de grosor (Richards y col, 1986), definido como el porcentaje de partículas de tamaño superior a 1 mm; los resultados obtenidos indican que dicho índice varía en un amplio intervalo, que va desde 28,7 hasta 89,1. Los citados autores encontraron una relación lineal entre el índice de grosor y la porosidad de aire en corteza de pino.

Los resultados de Materia Seca dados en el cuadro 1 revelan la gran variación en el contenido en humedad de los sustratos analizados, que deben tener un valor mínimo para que puedan mezclarse y humectarse

La granulometría influye de manera importante en las propiedades físicas de los sustratos. Se acepta que la fracción de tamaño inferior a 0,5 mm reduce en gran medida la aireación y aumenta la retención de agua.

Figura 3:
Efecto de la adición de Corteza de pino en la porosidad de aire de la turba rubia



Equipo para determinación de densidad aparente y porosidad de aire.

convenientemente. En el caso de los basados en turba, varían desde un 38,1% hasta el 70,8 % (muy superior al mínimo del 30% exigido por la Norma inglesa BS 4156: 1990).

Los contenidos en Materia Orgánica también son muy variables, y reflejan tanto el grado de mineralización como la diferente naturaleza o proporción de ingredientes minerales. En general, las turbas negras, más descompuestas, presentan valores de Materia Orgánica inferiores a los de las turbas rubias. Así, la única

turba negra analizada presenta un contenido en cenizas del 30,4%, muy superior al máximo del 10% permitido por la norma inglesa, mientras que las turbas rubias sólo lo superan ocasionalmente, o cuando se hallan mezcladas (entre sí o con otros componentes inorgánicos).

Los valores de densidad aparente sirven tanto para conocer la cantidad de sustrato contenida en un volumen determinado, como para estimar el grado de descomposición de las turbas. A medida que las turbas se descomponen, aumenta el grado de mineralización y con ello la densidad aparente, disminuyendo la porosidad total. Esta alcanza valores superiores al mínimo recomendado del 85% en la práctica totalidad de las muestras.

En la figura 2 hemos representado los valores de porosidad total frente a los de densidad aparente, para las turbas negras y rubias estudiadas. Se observa que algunas turbas comercializadas como rubias o mezclas, en realidad son turbas negras muy descompuestas. La relación que resulta es :

$$p_t = 99,2 - 54,4 d_a \quad r = 0,982$$

La relación anterior, semejante a la obtenida por otros autores, sirve para calcular la porosidad total de una turba a partir de su densidad aparente, sin necesidad de conocer la densidad real. Es aplicable a turbas rubias o negras, que no contengan cantidades importantes de otros ingredientes o aditivos.

Las mezclas que contienen perlita también se ajustan a la ecuación anterior; sin embargo, debe tenerse en cuenta que las partículas de perlita y poliespán suelen tener poros cerrados, a los que no tienen acceso las raíces, aunque contengan aire o agua. Por esta razón, conviene distinguir entre la porosidad total y la efectiva, siendo esta última inferior a la primera.

Por término medio, la diferencia entre ambas porosidades en perlita suele ser del orden del 10% o ligeramente superior.

La porosidad de aire (p_a) es el parámetro más importante de los que caracterizan las propiedades físicas de los sustratos.

En mezclas de ingredientes de naturaleza y granulometría semejante, la porosidad de aire del sustrato puede calcularse aproximadamente como la media ponderada de las de sus ingre-

dientes (Figura 3). Sin embargo, cuando se mezclan ingredientes de diferentes granulometrías o densidades, el valor p_a de la mezcla puede ser diferente de la media, a causa de efectos de compresión u obturación de los macroporos por las partículas más finas (Figura 4).

Los cuadros 2 y 3 resumen las necesidades de las plantas en aireación, clasificadas según la especie de planta y el manejo del riego. Como se observa en el cuadro 3, las condiciones de riego dependen en gran medida del valor de p_a : si es bajo, deberá limitarse el riego, sobre todo en las condiciones de baja evapotranspiración del invierno. Por el contrario, las plantas cultivadas en sustratos con elevada aireación deberán regarse intensamente, principalmente en verano.

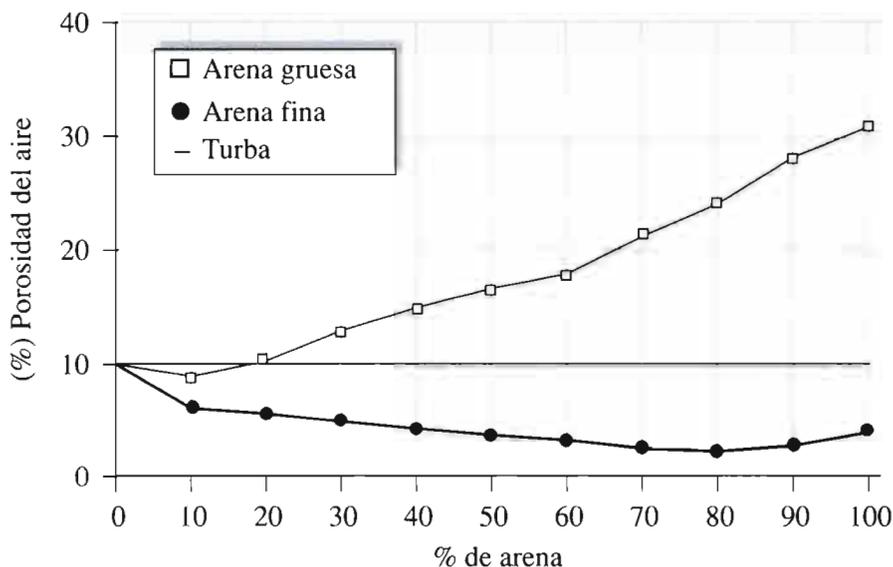
En los sustratos basados en turba, los valores de p_a son en general bajos, estando la mayoría por debajo del mínimo de 10% que, con carácter general, se considera necesario para las plantas de vivero. La inclusión de ingredientes abridores tipo perlita subsana esta deficiencia, aumentando la aireación. Se observa que, en general, los sustratos basados en corteza de pino presentan una superior porosidad de aire que los de turba, aunque varía en gran medida con la granulometría.

Propiedades químicas

Los valores de pH varían en un amplio intervalo, que va desde 4,8 hasta 7,4. Aunque la mayoría de las muestras se encuentran dentro del intervalo de 5,5 a 6,5 (recomendado para la técnica utilizada), se observa una tendencia hacia valores altos de pH, particularmente en algunas mezclas que contienen corteza de pino o estiércoles descompuestos.

También los valores de conductividad abarcan un rango amplio, que va desde 76 a 3360 μ S/cm. En general, se corresponden con las indicaciones de abonado dadas por el fabricante. Así, las mezclas no abonadas se encuentran normalmente en el intervalo de 0 a 400 μ S/cm (índices 0-2 del ADAS), y las abonadas entre 400 y 900 S/cm (índices 3-6). Estas últimas se hallan dentro del intervalo de valores recomendados para la mayoría de cultivos hortícolas y ornamentales. Tan sólo un grupo de sus-

Figura 4:
Influencia de la adición de diferentes tipos de arena en la porosidad de aire de la turba



Cuadro 2:
Necesidades de aireación de las raíces de diferentes plantas ornamentales

Necesidades de aireación	Muy alta	Alta	Intermedia	Baja
Porosidad (% P_a)	20	20-10	10-5	5-2
Plantas ornamentales	Azalea Orquídea (epífita)	Antirrhinum Begonia Daphne Ericácea Plantas de hoja decorativa Gardenia Gloxinia Orquídea (terrestre) Podocarpus Rhododendron Saintpaulia	Camelia Crisantemo Gladiolo Hydrangea Lilium Poinsettia	Clavel Conífera Geranio Hiedra Palmera Rosa Alhelí Strelitzia (Ave del paraíso) Césped

Fuente: Johnson (1968).

tratos que contienen como ingrediente humus de lombriz o estiércoles muy descompuestos, presentan problemas graves de salinidad, y superan ampliamente el límite máximo recomendado.

El contenido en nutrientes de los sustratos no fertilizados es bajo, como corresponde a su conductividad.

Existe una gran variabilidad en la naturaleza y propiedades de los sustratos disponibles.

Cuadro 3:
Valores adecuados de porosidad de aire para turba en sustratos en contenedor

pa (%)	Adecuación	Comentarios
5 a 11	Crecimiento de corta duración, como plantas de temporada en alveolo y sustratos en semillero	Es necesario tener precaución para evitar el sobrerriego
9 a 16	La mayoría de las plantas crecen bien en este intervalo	Condiciones más fáciles para el manejo del riego
14 a 21	Plantas de vivero Plantas de exterior decorativas de ciclo largo	Se requiere riego frecuente y drenaje rápido
19 a 26	Azalea, orquídea, plantas decorativas	Puede ser necesario un riego continuo
24 a 30	Turba fibrosa, posible empleo para orquídeas	Ninguno

Fuente: BS 4156:1990.

Bibliografía

- . ADAS (1988 a). Fertiliser Recommendations for agricultural and horticultural crops. RB 209. London. HMSO.
- . ADAS (1988 b). Guide to the interpretation of Analytical Data for Loamless Composts. Circular nº 25.
- . Arrieta, V., Terés, V., Olabarría, I., Esnaola, I. (1992). Relación entre granulometría y algunas propiedades físicas en la corteza de pino (*P. insignis*). I Reunión científica sobre aprovechamiento agrícola y forestal de residuos industriales de carácter orgánico. Universidad de Valladolid. Escuela Politécnica Agraria de Palencia.
- . Bragg, N.C. and Chambers, B.J. (1987). Interpretation and advisory applications of compost air-filled porosity (AFP) measurements. Simposium Internacional sobre sustratos hortícolas y su análisis. I.S.H.S. G.L. Avernoes, 5-11 Septiembre.
- . BS 4156 (1990). Recommendations for Peat for horticultural and landscape use. British Standards Institution.
- . Handreck, K.A. (1983). Particle size analysis and the physical properties of growing media for containers. Commun. in Soil Sci. Plant Anal., 14 (3), 209-222.
- . Johnson, P. (1968). Horticultural and agricultural uses of sawdust and soil amendments. Paul Johnson, 1904 Clevelan Ave., National City, Calif. 92050 USA.
- . Johnson, E.W. (1980). Comparison of methods of analysis for loamless composts. Acta Horticulturae 99, 197-204.
- . Richards, D., Lane, M. and Beardsell, (1986). The influence of particle-size distribution in pinebark: sand: brown coal potting mixes on water supply, aeration and plant growth. Scientia Horticulturae, 29, 1-14.

En los sustratos fertilizados las concentraciones son muy variables, aunque se observa una cierta tendencia a valores bajos de fósforo. Los sustratos con valores excesivos de conductividad se caracterizan por niveles muy elevados de todos los nutrientes

(a excepción del fósforo), así como de sodio, cloruros y sulfatos.

Conclusiones

Del estudio realizado con una muestra representativa de los sustra-

tos utilizados en nuestro territorio, podemos extraer las siguientes conclusiones:

1.- La mayoría de las mezclas utilizadas contienen turba rubia como ingrediente base; éste puede ir acompañado de aditivos orgánicos y minerales de naturaleza muy variada. Le sigue en importancia la corteza de pino, que principalmente acompaña a mezclas con base en turba.

2.- La granulometría de los sustratos es muy variada, lo que se refleja en las propiedades físicas más importantes de aireación y retención de agua. El índice de grosor (expresado como el porcentaje de partículas de tamaño superior a 1mm), se correlaciona con la porosidad de aire en muestras de corteza de pino de diferentes granulometrías.

3.- Los valores de Materia Seca y Materia Orgánica se hallan en general dentro de los límites aceptados por la reglamentación.

4.- Se obtiene una buena correlación entre la densidad aparente y la porosidad total de las turbas, hallándose este último parámetro por encima del mínimo recomendado del 85%. La citada relación permite establecer el grado de descomposición de las turbas, que en muchos casos no se corresponde con la denominación de turba rubia dada por el fabricante.

5.- En general, y a excepción de algunas cortezas, los valores de porosidad de aire se hallan por debajo de los recomendados, por lo que deberá controlarse el riego. En algunos casos, como consecuencia de una gran cantidad de finos de origen, o como resultado de una molienda excesiva; otras veces, a causa de un grado de descomposición elevado de las turbas.

6.- Los valores de pH y conductividad (acidez y contenido en sales) se corresponden con el nivel de fertilización indicado por el fabricante, y varían en un amplio intervalo. Algunos sustratos fertilizados con abonos orgánicos presentan niveles de salinidad elevados, que producen daños graves a los cultivos.



Los autores desean expresar su agradecimiento a GILBE (Asociación de Invernaderistas de Gipuzkoa) y a los técnicos D. Merino (O.C.A. Oiartzun) y N. Marino, por la ayuda prestada en la realización del presente trabajo.