HOJAS DIVULGADORAS

Núm. 11/92 HD

SUBSTRATOS PARA EL CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTALES

JOSE FRANCISCO BALLESTER - OLMOS
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias
46113 Moncada (Valencia)

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION
SECRETARIA GENERAL DE ESTRUCTURAS AGRARIAS

SUBSTRATOS PARA EL CULTIVO DE PLANTAS ORNAMENTALES

1. INTRODUCCION

Las técnicas culturales utilizadas en la producción vegetal han experimentado rápidos y notables cambios durante las tres últimas décadas (diseño de invernaderos, riego automatizado, etc.).

Unido a estos rápidos cambios tecnológicos se ha producido una notable sustitución del cultivo tradicional en el suelo por el uso de otros soportes o substratos, más o menos inertes.

Los actuales conocimientos en el campo de la nutrición vegetal y su aplicación agronómica, así como los nuevos fertilizantes, han ofrecido la posibilidad de un cultivo más ajustado a las necesidades específicas y estacionales. Así, se ha creado toda una técnica de cultivo forzado en la cual substratos y fertilización tienen una gran importancia.

2. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUBSTRATOS

Se define como substrato en horticultura un medio físico, natural o sintético, donde se desarrollan las raíces de las plantas que crecen en un recipiente, sea contenedor, saco, banqueta, etc., que tiene un volumen limitado.

2.1. Densidad aparente

Es la masa seca por unidad de volumen de medio seco. Debe ser suficientemente grande para que se sostengan las plantas de una cierta altura, pero su valor no debe ser muy alto puesto que el peso

Fig.- 1. El substrato ideal para el cultivo de plantas ornamentales es el que más se acerca en sus características físico-químicas al del hábitat de cada especie. En la foto: especies aráceas con valor ornamental en la selva colombiana.

de las macetas es un parámetro a tener en cuenta en la manipulación de las plantas y en las expediciones comerciales. Se considera como óptimo un intervalo de 100 a 800 g/l, con un valor inferior a 300-400 g/l para la mayoría de las plantas en maceta, salvo en el caso de plantas grandes o sometidas a cierto viento, las cuales pueden requerir hasta 500-750 g/l.

2.2. Granulometría

El tamaño de las partículas del substrato, así como los poros que éstas determinan son dos características que van a condicionar el cultivo de las plantas, puesto que la aireación radicular y la retención de agua van a ser función de aquellas.

Se recomienda una granulometría mediana a gruesa, con tamaños de 0,25-2,6 mm que den lugar a poros de 30-300 micras, lo que conlleva una suficiente retención de agua y adecuada aireación. Asimismo es importante que el tamaño de las partículas sea estable a lo largo del tiempo.

Las partículas mayores de 0,9 mm dan lugar a poros grandes (de más de 100 micras) y conforman substratos con poca retención de agua y buena aireación, mientras que las partículas menores de 0,25 mm tienen poros de pequeño tamaño (menores de 30 micras), lo que conlleva que el substrato de esas características retenga gran proporción de agua difícilmente disponible para las plantas y posea una deficiente aireación.

2.3. Porosidad total

Se define como el volumen porcentual del substrato no ocupado por sus propias partículas. Una parte de este volumen corresponde a los poros que proporcionan aireación a las raíces y son los de tamaño mayor a 30 micras. El resto de la porosidad es de pequeño tamaño (menores de 30 micras) y determinan una intensa retención de agua, puesto que ésta queda en forma de película alrededor de las partículas del substrato tras el riego. Se estima como óptimo un valor del 70-90% del volumen del substrato.

A tenor de las dimensiones antedichas denominamos macroporos a los mayores de 30 micras, los cuales se vacían de agua tras el drenaje (más cuanto mayores sean). Una porosidad de tamaño entre 30 y 100 micras da lugar a una suficiente retención de agua, pero si este

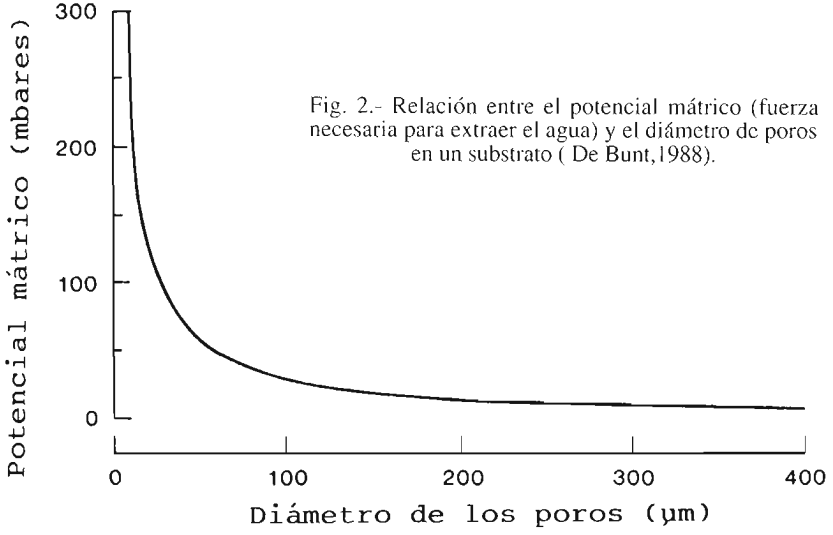

Fig. 2.- Relación entre el potencial mátrico (fuerza necesaria para extraer el agua) y el diámetro de poros en un substrato (De Bunt,1988).

Fig. 3.- Las cactáceas son plantas xerofíticas con gran necesidad de drenaje y porosidad en el substrato, por lo que se cultivan en mezclas con gran porcentaje de macroporos.

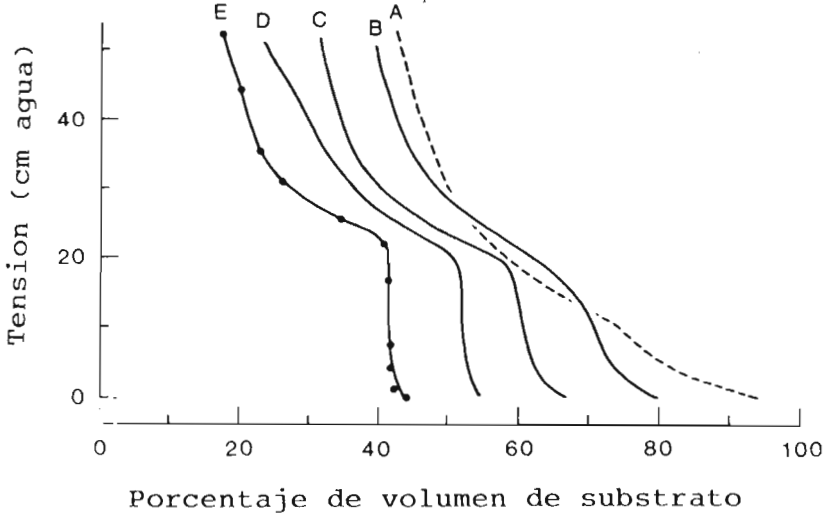

Fig. 4.- Retención de agua de mezclas de turba con porcentajes crecientes de arena de diversos tipos: a) arena fina, b) arena gruesa (A: 100% turba; B: 75% turba + 25% arena; C: 50% turba, 50% arena; D: 25% turba + 75% arena; E: 100% arena fina) (De Bunt, 1988).

tamaño oscila entre 30 y 300 se tienen una suficiente retención de agua y aireación radicular.

Los microporos son los llamados también capilares, su dimensión es menor de 30 micras y tan solo retienen agua, no proporcionando aireación a las raíces.

2.4. Porosidad libre

Es la característica que más directamente determina la posibilidad de aireación radicular y consiste en el porcentaje de volumen de substrato que contiene aire tras haberlo saturado con un riego y haber dejado escurrir el agua. Aunque para algunas especies puede ser menor, el valor que se aconseja como óptimo oscila entre el 10 y el 30%, especificándose un 10-20% para las especies de hábito terrícola (p.e. begonia) y un 20-30% para las especies epifitas (p.e. bromelias) (Tabla 1).

Tabla 1
PORCENTAJE DE POROSIDAD LIBRE OPTIMA PARA DIFERENTES ESPECIES

Mayor de 20	20-10	10-5	5-2
Azaleas	*Saintpaulia*	Camelia	Clavel
Helechos	Begonia	Crisantemo	Rosal
Orquídeas epifitas	Plantas de follaje	Gladiolo	*Strelitzia*
	Gardenia	*Lilium*	Geranio
	Brezo	*Poinsettia*	Hiedra
	Orquídeas terrestres		Coníferas
	Rhododendron		Césped
	Anthirrhinum		

Debe recordarse que las raíces requieren oxígeno para mantener su actividad metabólica y su crecimiento. Un déficit temporal de oxígeno puede reducir el crecimiento de las raíces y de la parte aérea de la planta, pero condiciones anaeróbicas mantenidas durante unos pocos días pueden llegar a provocar la muerte de algunas raíces.

El oxígeno es también requerido por los microorganismos y, por tanto, las plantas cultivadas en substratos orgánicos, con elevada población microbiana, requieren el doble o más de oxígeno que las plantas cultivadas en suelos minerales, sin abundante materia orgánica.

Fig. 5.- Las orquídeas son plantas epífitas. En su hábitat original el crecimiento de sus raíces se produce entre los residuos de corteza y hojas de los árboles, por lo cual el substrato necesario para su cultivo debe poseer una porosidad libre mayor del 20%.

Fig. 6.- Las *Dieffembachia* son plantas que requieren un substrato orgánico y muy poroso, por lo que se cultivan con turba de *Sphagnum* de granulometría media-alta o mezcla de turba, mantillo de bosque y algún componente que aumente la aireación radicular.

Fig. 7.- El crisantemo es una planta terrícola que requiere una porosidad libre del orden del 5-10%.

Fig. 8.- Una falta temporal de oxígeno causada por deficiente porosidad y/o mal drenaje, y exceso de agua trae consigo asfixia radicular, cuyo primer síntoma es la clorosis. Véase en la foto el típico síntoma de edema hídrico en hojas de *Ficus*.

Asimismo, debe tenerse en cuenta que el crecimiento del sistema radicular de las plantas cultivadas en maceta da lugar a una compactación del substrato y, consecuentemente, a la obturación de una parte de la porosidad, por lo que se hace necesario el enmacetado periódico con frecuencia dependiente del desarrollo radicular.

2.5. Agua fácilmente asimilable

Se define como la diferencia entre la cantidad de agua retenida por el substrato tras su saturación con un riego y posterior drenaje a una tensión mátrica de 10 cm, y la cantidad de agua que se encuentra en dicho medio a una tensión de 50 cm.

El valor óptimo oscila entre el 20 y el 30%. Valores altos pueden traer consigo peligro de asfixia radicular, mientras que porcentajes bajos significan necesidad de riegos demasiado frecuentes (fig. 9).

Como ha quedado dicho antes, los poros que se mantienen llenos de agua después del drenaje del substrato son los de menor tamaño. Es necesario, por tanto, distinguir:

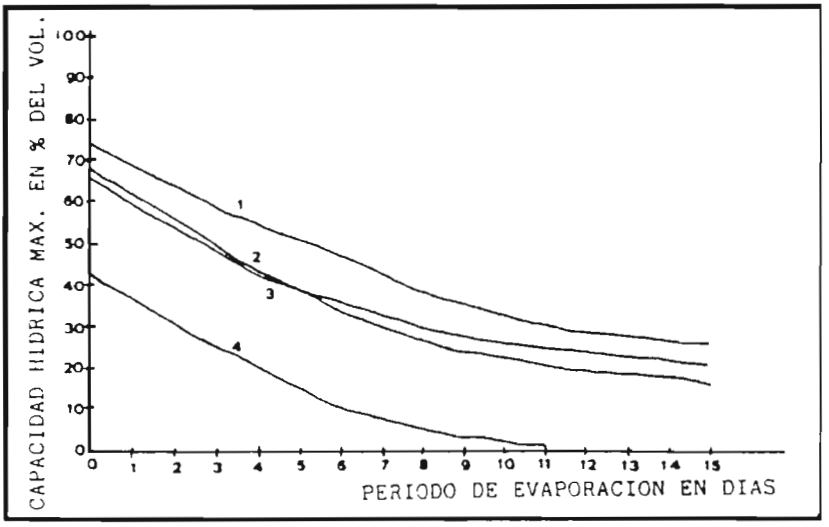

Fig. 9.- Características hídricas de algunos substratos: 1 = Vermiculita; 2 = Perlita; 3 = Turba; 4 = Arena (0,5-2 mm) (modificado de Graifenberg, 1979 por Iandi y Negroni, 1984).

1) El agua retenida por el substrato y que es accesible para la planta.
2) El agua fuertemente retenida por el substrato y que no es utilizable por la planta, ya que la succión aplicada por la raíz no supera la fuerza con que el agua es retenida por las partículas del substrato. Por lo tanto, en relación con los substratos, lo que interesa es la capacidad de retención de agua fácilmente disponible y no la capacidad de retención total de agua.

Un substrato puede tener una baja capacidad de retención de agua fácilmente disponible porque:

1) Su porosidad total es baja.
2) Los poros son grandes y gran parte del agua se pierde por gravedad.
3) Los poros son muy pequeños y la planta es incapaz de extraer una parte importante del agua antes de marchitarse.
4) Una combinación de las situaciones anteriores.

Fig. 10.- Los substratos con mejor retención de agua dan lugar a una aportación hídrica más constante a la planta. En una experiencia con hortensias, la planta de la izquierda, de mejor calidad, fue cultivada en un substrato con mayor porcentaje de turba, más retentivo de la humedad.

2.6. pH

La reacción del suelo depende de la especie a cultivar y es importante porque, sobre todo, determina la posibilidad de asimilación de los nutrientes así como la capacidad de canje catiónico.

Pueden aparecer síntomas carenciales de N, K, Ca, Mg y B con valores de pH inferiores a 5, mientras que se producen problemas en la disponibilidad de Fe, P, Mn, Zn y Cu con valores superiores a 6.

El ajuste del pH de substratos ácidos se realiza con carbonato cálcico (CO_3Ca) o dolomita, mientras que cuando se trata de alcalinidad puede utilizarse azufre (Tabla 2). En cualquier caso, con valores altos de la capacidad de canje catiónico, convendrá utilizar valores algo mayores de cal, dolomita o azufre.

Tabla 2
CANTIDADES DE CARBONATO CALCICO O AZUFRE PARA VARIAR EL PH DE LA TURBA. (Expresado en kg de producto por m^3 de turba)

pH inicial de la turba	pH requerido		
	4,5-5,2	5,3-6,2	6,3-7,0
3,4 - 3,9	4	7	9
4,0 - 4,4	2	5	7
4,5 - 5,2	–	2,5	5
5,3 - 6,2	1 (S)	–	2,5
6,3 - 7,0	2 (S)	1 (S)	–

Dado que las reacciones en el substrato no son instantáneas, hay que esperar al menos 12 horas para que la cal reaccione con la turba, y entonces verificar si el encalado ha sido adecuado.

A modo de orientación (según la mezcla o la turba ampliada habrá variaciones): 1 kg de CO_3Ca por m^3 de turba eleva el pH entre 0,3 y 0,5 unidades.

Las aguas de riego que tengan un pH normalmente superior a 7,5 deben ser tenidas en cuenta a este efecto puesto que no va a haber una forma natural de compensación del pH del substrato al entrar en contacto con el agua durante el ciclo de cultivo. Habrá que descontar 0,5-1 unidades de encalado.

Asimismo, el empleo de abonos acidificantes es una solución acertada para mantenimiento en substratos en los que se desea disminuir el pH.

Hay plantas sensibles a la clorosis férrica (calceolaria, gloxinia, cineraria, hortensia); también existen especies que son sensibles al pH elevado (azalea, hortensia azul, erica). En la azalea se manifiestan alteraciones radiculáreas a pH mayor de 5-5,5, lo que puede traer consigo una parada en la vegetación así como defoliación.

Por otra parte el pH demasiado bajo es perjudicial:

a) Para plantas no calcífugas: crecen mal a pH menor de 4,5.
b) Para plantas calcífugas: no conviene pH inferior a 3,5 (la azalea muestra entonces carencia de Ca).

Los substratos de origen orgánico presentan un alto poder tampón, lo que comporta una "resistencia" a las variaciones de pH.

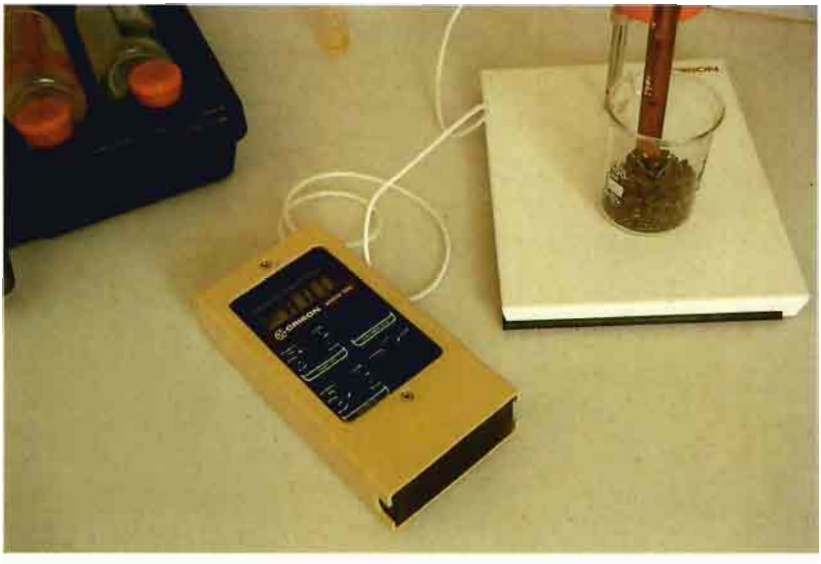

Fig. 11.- El pHmetro es un elemento esencial en cualquier empresa productora de plantas ornamentales. La verificación del pH del substrato a emplear y su evolución es de gran importancia para la obtención de plantas de calidad.

Tabla 3
VALORES OPTIMOS DEL PH DEL SUBSTRATO PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES HORTICOLAS

Especie	pH
Sandía	5,5 - 6,5
Espárrago	6,5 - 7,5
Zanahoria	6,0 - 7,0
Pepino	5,5 - 7,0
Fresa	5,5 - 6,5
Endivia	6,0 - 7,0
Berenjena	5,5 - 7,0
Melón	6,0 - 7,0
Pimiento	5,5 - 7,0
Tomate	5,5 - 7,5

Tabla 4
VALORES DE PH MAS ADECUADOS PARA PLANTAS ORNAMENTALES

Acacia	4,5/5,5
Adiantum	5/5,2 - 5,7/6
Ageratum	5 - 6
Alyssum	6 - 8
Amaranthus	6 - 8
Anémona	6 - 8
Anthurium	4,5/5,7 - 6,2/6,5
Aphelandra	5,5 - 6
Aquilegia	6 - 7
Aráceas	4,5 - 5,5
Aralia	6 - 7
Araucaria	4/4,2 - 4,7/5
Areca	4,5 - 5,5
Asparagus	5,5/6 - 7
Aster	6,5 - 7,5
Azalea	4,2/4,5 - 5,5
Begonia elatior	4,7/5 - 5,2/6
Begonia Lorraine	5,2 - 5,7
Begonia Rex	5,5/6 - 6,2/7
Beloperone	6 - 7
Bellis	5,5 - 7

Bromeliáceas	4/4,5 - 4,5/5,5
Cactus	6 - 8
Caladium	6
Calceolaria	5,7/6 - 6,2/7
Caléndula	5/6,5 - 8
Calla	4 - 7
Callistephus	6 - 8
Camellia	4/4,2 - 5,5
Camparula	6 - 8
Canna	6 - 8
Chelranthus	6 - 8
Chrysanthemum	5,5 - 7,5
Cineraria	5,5/6 - 7
Cissus	6 - 7
Clivia	6 - 7
Codiaeum	4,5 - 5
Coleus	4,5/5,2 - 5/7
Convallaria	5/5,2 - 6,7
Cordyline	6 - 7
Crasas	6,5 - 7,5
Crisantemo	6 - 7/7,5

Tabla 4 (Continuación)
VALORES DE PH MAS ADECUADOS PARA PLANTAS ORNAMENTALES

Cyclamen semilla	5.2
Cyclamen maceta	5,7 - 6/6.5
Cypripedium	4,2 - 4,7
Dhalia	6 - 8
Daphne	5 - 6
Delphinium	6 - 7
Deutzia	6 - 8
Dianthus	5,8/6 - 7/8
Dicentra	5 - 6
Dieffenbachia	5/5,5 - 6/6,5
Dracaena	6 - 6,5
Epipremnum	6 - 7
Erica gracilis	3,7/4 - 4,2/5,5
Euphorbia	5,5 - 7
Ficus	5/5,7 - 6,7/7
Fittonia	5,5 - 6
Freesia	7 - 8
Fuchsia	5/5,7 - 6/6,5
Gerbera	5/5,5 - 6,5/7,5
Gardenia	4,5 - 5,5
Gladiolus	6 - 7
Gloxinia	5/5,2 - 6/6,5
Grevillea	5 - 5,5
Hedera	5,5/6 - 7
Helianthus	6 - 8
Heliotropium	5,5 - 6.5
Hemerocallis	6 - 8
Hepática	6 - 8
Heuchera	5 - 6
Helechos	4,2/5 - 5,2/6
Hippeastrum	5/6 - 6,5/7
Hyacinthus	6 - 8
Hydrangea azul	4/4,2 - 4,5
Hydrangea (otras)	5,5/5,7 - 6,2/6,5
Iberis	6 - 7
Impatiens	5,5 - 7
Iris	5 - 8,5
Kalanchoe	5/5,7 - 6,7/7
Lathyrus	6,5 - 7,5
Lilium	5/5,2 - 5,7/6,5
Lupinus	5 - 6
Lychnis	6 - 8
Marantha	5 - 6,5
Mathiola	6,5 - 7,5
Monstera	5,5 - 6,5
Myosotis	6 - 8
Narcissus	6 - 8
Opuntia	5,7 - 6,7
Orquídeas	4,5/5 - 5/6,5
Palmáceas	5/5,2 - 6,5/6,7
Peonía	6 - 8
Pandanus	6 - 7
Papaver	6 - 8
Pelargonium	5 - 7
Peperomia	5 - 6
Petunia	5 - 7
Philodendron	5,5 - 6,5
Phlox	6 - 8
Platycerium	5,5 - 6,5
Polypodium	4/4,2 - 4,7/5
Prímula acaulis	6 - 7,5
Prímula obcónica	5,7 - 6,2
Poinsettia	5,5 - 6,5
Pteris	4,7 - 5,2
Ranúnculus	6 - 8
Rhododendron	4,5 - 5,5
Rhoicissus	6,5
Rosa	6 - 7
Saintpaulia	4,5/5 - 6/6,5
Salvia	5,5 - 6,5
Sanseviera	5,5 - 6,5
Schfflera	5,5 - 6,5
Selaginella	5,5 - 6,5
Senecio	6,5 - 7,5
Sinningia	5 - 6,5
Solidago	5 - 6
Spiraea	6 - 8
Strelitzia	6 - 7
Syringa	6 - 8
Tradescantia	4,2/4,5 - 4,7/5
Tulipan	6 - 8
Viburnum	5 - 6
Viola	6 - 8
Zinnia	6 - 8

Fig. 12.- En el cultivo de plantas acidófilas, como la hortensia, es importante no sobrepasar el pH 5-5,5, por lo que deben emplearse componentes ácidos para formar el substrato de cultivo.

2.7. Interacción substrato-fertilizantes

La cantidad total de cada uno de los cationes (H^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, NH_4^+, Na^+) se divide esquemáticamente en dos partes:

a) *Iones cambiables:* son los retenidos por el complejo absorbente del substrato, permaneciendo asimilables para la planta.
b) *Iones en la solución del medio:* se hallan disueltos en el agua presente en el substrato.

Ambas partes están en equilibrio, es decir, que los cationes absorbidos pueden pasar a la solución del suelo y a la inversa.

Los *aniones*, por el contrario, se encuentran todos en la solución del suelo. Prácticamente sólo el P puede fijarse parcialmente en el complejo.

Los *microelementos* también se dividen en los que se encuentran absorbidos y los que están disueltos, aunque existen también formas intermedias más complejas.

Esquemáticamente puede decirse que Cu, Zn, Mn, Fe y Al se comportan como cationes, mientras que el B o Mo están bajo forma de aniones, que se comportan como el fósforo.

2.8. Capacidad de canje catiónico (CCC)

Se define como la suma de los cationes cambiables que pueden ser absorbidos por unidad de peso de substrato. Estos nutrientes no son lavados por el agua, por lo que están disponibles para la planta. Esto significa que con un valor alto de la CCC el abonado de base que se aporta en el momento de la preparación del substrato tendrá una mayor eficiencia por no ser tan sensible a la lixiviación, por lo que ese medio podrá almacenar más cantidades de K, Ca y Mg mayores que otro con un valor menor de CCC, de lo cual se infiere que con el primero de ambos substratos podrá empezarse más tarde con los riegos fertilizantes. Además habrá menos riesgos de exceso de K, Ca o Mg, ya que el complejo de cambio puede absorber el exceso (evidentemente hasta un cierto límite). Sin embargo, con un substrato de baja CCC el abonado deberá ser aplicado en un programa continuo o de corta frecuencia.

En el caso de suelos, los valores son de 5-15 meq/100 g para suelos arenosos, 10-25 meq/100 g para suelos limosos y 15-50 meq/100 g para los arcillosos.

Se considera conveniente un valor superior a 20 meq/100 g y es mayor en los substratos de tipo orgánico, como es el caso de la turba, y en los de pH moderado respecto a los de pH muy ácido. Así, ajustando el pH de una turba de *Sphagnum* pura hasta pH 5,5 su CCC se duplica.

Por tanto, la turba que tiene una CCC elevada, hace que su capacidad de retención de los nutrientes que se apliquen en el abonado de base y de mantenimiento sea ya buena, amortiguando los errores que se pueden cometer al realizar dichos abonados y quedando a disposición de la planta a medida que los necesita.

El sodio tiende a ser fijado de forma importante (Cadahía y colaboradores, 1989), pudiendo crear problemas debidos a la salinidad específica.

La disociación de los ácidos húmicos y fúlvicos está en función del pH y así a mayor valor de éste, más alta es la CCC. La capacidad

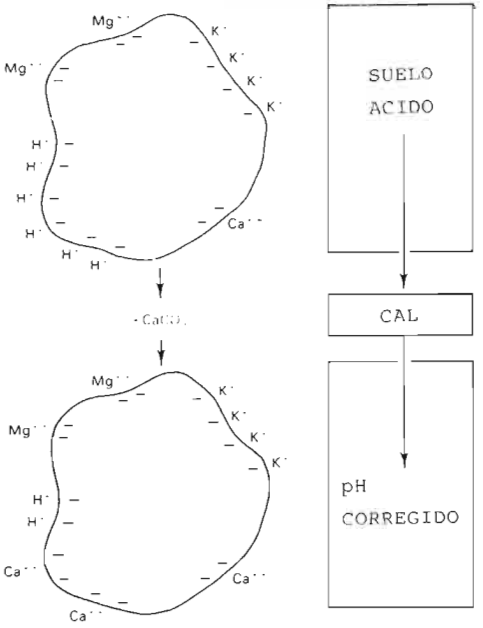

Fig. 13.- Representación de una partícula de arcilla mostrando el proceso de intercambio catiónico cuando se le aplica carbonato cálcico para neutralizar el pH de un substrato.

de las sustancias orgánicas para absorber iones depende de la eliminación de hidrogeniones, lo cual se intensifica a medida que aumenta el pH. Con la fórmula que figura a continuación se puede conocer la CCC de las sustancias húmicas sabiendo el pH.

$$CCC\ (meq/100\ g\ C\ Orgánico) = -59+51\ pH$$

De acuerdo con esta ecuación, para un aumento de una unidad de pH, puede esperarse un aumento de la CCC de 51 meq por 100 g de carbono orgánico, o 30 meq por 100 g de materia orgánica.

2.9. Disponibilidad de elementos nutritivos

La mayoría de substratos orgánicos empleados en cultivo en maceta, como es el caso de la turba o el mantillo de bosque, poseen pequeñas cantidades de nutrientes disponibles, por lo que se requiere un abonado de base a la hora de la preparación del substrato y, si procede, un abonado de mantenimiento.

La dotación de nutrientes disponiles debe ser equilibrada y se estiman como óptimos los siguientes niveles de elementos nutritivos en el extracto de saturación:

NO_3	100-200 ppm
P	6-10 ppm
K	150-250 ppm
Ca	Más de 200 ppm
Mg	Más de 70 ppm

2.10. Salinidad (Conductividad Eléctrica (CE) y Presión Osmótica (PO)

La presencia de una importante proporción de iones que no son absorbidos por la capacidad de canje iónico del substrato (CCC), es decir, que están en la disolución del medio, es causa de la salinización de éste. Dicha situación puede provocarse por presencia de algunos iones en el sustrato con anterioridad a su fertilización (Cl^- y otros en algunas turbas negras, en ciertos orujos de vid, etc.), o por abonados excesivos de base o en fertirrigación.

Fig. 14.- El exceso de conductividad eléctrica es origen de frecuentes fisiopatías en los cultivos ornamentales, por lo que es aconsejable hacer mediciones de la CE con el conductímetro a lo largo del proceso de producción de las plantas.

Fig. 15.- Los valores altos de conductividad eléctrica provocan las sintomatologías típicas de la salinidad: shock osmótico, afecciones radiculares y sintomatologías foliares en forma de manchas y necrosis.

La *Conductividad Eléctrica (CE)* depende de la concentración de iones en disolución y de la temperatura. No obstante hay que tener en cuenta que en el caso de urea y otros compuestos orgánicos que no se ionizan, no se les puede detectar mediante la CE porque no influyen en ella.

La *Presión Osmótica (PO)* es muy importante para la asimilación del agua por las plantas y depende de la cantidad de sólidos disueltos que existe en la solución del medio (por lo que sí que es influida por la urea y otros compuestos orgánicos que no alteran la CE). Según la época del año y el tipo de planta, se debe mantener entre 0,5 y 2 atmósferas, respectivamente, al 50% de humedad.

La Conductividad Eléctrica puede ser utilizada para indicar la Presión Osmótica de la disolución nutriente en el substrato, ya que ambas magnitudes se relacionan con la sencilla fórmula:

$$PO\ (atm.) = 0{,}36 \times CE\ (mS/cm\ a\ 25^{\circ}C)$$

La asimilación del agua por la planta depende fundamentalmente de la CE del substrato. Esto significa que cuanto mayores son las necesidades de agua para la planta (mayor tasa de transpiración y ma-

Fig. 16.- El sistema de riego empleado influye en la salinidad del substrato, dependiendo del drenaje. En el riego con manta en banqueta, donde la lixiviación no se produzca y se abone generosamente, la conductividad puede evolucionar a valores altos peligrosos.

yor intensidad luminosa) tanto más bajo debe ser la CE en el medio de nutrición.

Por tanto si la PO es muy baja las plantas pueden sufrir deficiencias de nutrientes aunque toda la disolución del substrato sea asimilable.

Cuanto mayores sean las necesidades de agua de la planta (mayor tasa de tanspiración y mayor intensidad luminosa) tanto más baja debe ser la CE en el medio.

Como ha quedado dicho, los valores de la conductividad eléctrica representan bien la situación de salinidad de un substrato. Unos valores orientativos para la CE del extracto de saturación son (expresados en mS por cm a 20ºC):

Muy bajo	0,75
Para semilleros y bandejas de repicado	0,75-2
Apropiado para la mayoría de las plantas	2-3,5
Elevado para la mayoría de las especies	Más de 3,5

Fig. 17.- La *Poinsettia* es una planta de altas necesidades nutritivas, sobre todo en nitrógeno, por lo que una fertilización que podría ser nomalmente rica para otra especie ornamental cultivada en maceta provoca síntomas de palidez de color por carencia de nitrógeno.

Fig. 18.- El *Anthurium scherzerianum* es una especie de exigencias nutritivas bajas y al mismo tiempo elevada sensibilidad a la salinidad, por lo que requiere una baja aportación de abonado de base y dosis bajas de fertilización de mantenimiento.

Tabla 5
EXIGENCIAS NUTRITIVAS Y RESISTENCIA A LA SALINIDAD DE ALGUNAS ESPECIES ORNAMENTALES (Anstett y P 1981)

	Exigencias nutritivas	Sensibilidad a la salinidad	Abonado de base (kg/m³ de turba)	Abonado de mantenimiento g/l de agua
GRUPO A: *Chrysanthemun indicum, Pelargonium dianthus, Euphorbia pulcherrima, Hydrangea macrophylla, Asparagus sprengeri*	Elevadas	Baja	3	3-6
GRUPO B: *Aechmea fasciata, Fresia, Authurium andreanum, Lathyrus odoratus, Garbera jamesonii, Aphelandra squarrosa, Anemone coronaria, Cyclamen, Sinningia speciosa, Rosa.*	Medias	Media	1,5	1-4
GRUPO C: *Adiantum scutum roseum, A. fragans, Erica gracilis, Azalea índica, Anthurium scherzerianum, Vriesia splendens, Phalaenopsis, Cattleya, Dendrobium, Primula obcónica, Gardenia grandiflora, Asparagus plumosus, Camellia japónica.*	Bajas	Elevada	0,5	0,5-2

2.11. Relación C/N

Es la relación del porcentaje de carbono orgánico y nitrógeno total del substrato, representando un índice de la salud del suelo y de la posibilidad de éste para nutrir a la planta en N en un momento dado.

Si los microorganismos del suelo no tienen el N en suficiente cantidad su población crece lentamente, por lo que se produce una lenta descomposición de la materia orgánica y además toman nitrógeno mineral del suelo o substrato restando posibilidades a la nutrición de la planta.

Una relación C/N inferior a 20 es considerado como óptima para cultivo en substrato, recomendándose un valor en torno a 10-12.

2.12. Propiedades supresivas contra hongos patógenos

Las propiedades de la materia orgánica que justifican su utilización como substrato para cultivos en maceta son de tres tipos haciendo una división muy esquemática: químicas, físicas y biológicas.

Entre éstas últimas queremos poner de manifiesto el efecto supresivo que la turba posee para algunas especies de hongos patógenos que provocan daños en el sistema radicular y en el cuello de la planta (*Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, etc.). Este efecto puede durar 3-6 semanas y es debido a la existencia de inhibidores del desarrollo de estas criptógamas.

Existen discrepancias respecto a la incidencia de los substratos turbosos sobre el desarrollo de *Phytophthora* spp. No obstante, sí que parece clara la supresión de este hongo en substratos a base de corteza de árboles.

Se ha comprobado la entidad biótica de los inhibidores de algunos hongos patógenos y asimismo se ha observado que, dependiendo del grado de maduración del substrato, son más o menos termolábiles.

3. COMPONENTES MAS FRECUENTES DE LOS SUBSTRATOS DE CULTIVO EN INVERNADERO

La mayoría de los substratos artificiales contienen componentes orgánicos en una alta proporción puesto que éstos tienen unas propiedades muy adecuadas para el cultivo de las plantas, como son: una baja densidad aparente, una elevada porosidad, una gran capacidad de canje catiónico y una alta retención de agua.

Los materiales orgánicos, en función de su propia naturaleza y de la especie a cultivar, no son siempre adecuados para su uso como único componente del substrato, por lo que conviene en esos casos su mezcla con una porción de otro material mineral, de origen natural o artificial, como puede ser la perlita, arena, picón volcánico, vermiculita, poliestireno expandido, etc., que poseen unas densidades aparentes muy bajas que llegan a valores inferiores a 100 g/litro, lo que los hace muy útiles para rebajar la densidad aparente de la mezcla con componentes orgánicos.

3.1. Turbas

La turba es el substrato universal. Se define como la forma disgregada de la vegetación de un pantano descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, y que se va depositando con el transcurso del tiempo.

En estas condiciones de degradación anaerobia de acidez y de ausencia de nutrientes en muchos casos, los microorganismos solo pueden descomponer parcialmente los tejidos muertos y por ello la transformación de estos restos es incompleta.

Estos materiales son depósitos de musgos y plantas superiores en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, por lo que han conservado largo tiempo su estructura anatómica.

Existen dos tipos de turba según su origen y formación: eutróficas y oligotróficas.

3.1.1. Las eutróficas

Proceden de zonas pantanosas o lacustres con aguas especialmente calizas y ricas en nutrientes, siendo su pH neutro o moderadamente ácido. La vegetación que ha dado origen a este material estuvo compuesta por *Phragmites* spp., *Carex* spp., *Juncus* spp., etc. Estas turbas son de color obscuro o negro, de estructura fuertemente descompuesta y con propiedades físico-químicas que las hacen, por sí solas y sin tratamiento previo, poco favorables para el desarrollo de ciertas especies ornamentales dada su baja porosidad, reducida capacidad de retención de agua, elevado contenido de caliza y gran variabilidad en su estructura, pH, contenido en sales y riqueza en nutrientes. No obstante, recientes estudios han demostrado que estas turbas pueden usarse de forma satisfactoria para la preparación de medios de cultivo para enmacetado si sus propiedades tanto físicas como químicas son mejoradas con unos adecuados tratamientos.

3.1.2. Las oligotróficas

Son las procedentes de las llamadas turberas de agua de lluvia. Proceden de zonas pantanosas con agua pobre en CO_3Ca en regiones de clima frío y con altas precipitaciones (Finlandia, Polonia, Alemania, URSS, Canadá, etc.). La especie vegetal originaria es en un 90% Sphagnum.

Los *Sphagnum* se caracterizan por una estructura celular que posee una alta capacidad de retención de agua, propiedad que se mantiene tras su muerte. Este tipo de turbas son de las más apreciadas. Dentro de los musgos *Sphagnum* de las turberas podemos encontrar dos grupos principales:

a) Grupo *Cymbiofolia: S.papillosum*, *S. magellanicum* y *S. imbricatum* como las más importantes.
b) Grupo *Acutifolia: S. fuscum*, *S. plumosum* y *S. inbellum*.

Las hojas del musgo *Sphagnum* están formadas por una sola capa de células. El grupo *Cymbifolia* tiene hojas largas en forma de cuenco, lo que les confiere una alta capacidad de retención y absorción de humedad. Las turbas originadas por musgos de este grupo se descomponen más fácilmente y son más sueltas que las del grupo *Acutifolia,* que al tener las hojas más pequeñas retienen menos agua y son más densas.

Estas turbas se caracterizan en general por una estructura esponjosa y fibrosa, una alta porosidad, un pH marcadamente ácido (3-4) y una extrema pobreza en elementos nutritivos. Son capaces de absorber hasta 6-10 veces su propio peso en agua.

Existen dos tipos de turbas oligotróficas según su grado de descomposición: de color claro o "rubias" y de color oscuro.

3.1.2.1. Turba oligotrófica clara

Es de color pardo claro y se extrae del estrato más superficial de la turbera, por lo que es la turba de formación más reciente (menos de 2600 años).

Está poco descompuesta y conserva visiblemente la estructura de los musgos que la constituyen. Es muy utilizada como substrato por sí misma y en mezcla con otros componentes, dadas sus excelentes características físicas: estructura mullida, elevada capacidad de retención de agua (hasta 10 veces su peso), gran porosidad tanto total (30-90%) como libre (15-17%) y elevada CCC debido a los radicales ácidos de las moléculas orgánicas resultantes de la descomposición de la turba.

Además de la turba rubia de granulometría media usada amplia-

Fig. 19.- La turba oligotrófica clara llamada comunmente "rubia" procede de los restos de musgos y se encuentra en países fríos y de alta pluviometría. En la foto: sección de una turbera.

mente en la actualidad, hay otra más fina para siembras y esquejes, y otra más gruesa que se emplea en contenedores más grandes y en cultivo de orquídeas.

En el uso de las turbas, especialmente con este tipo, es importante evitar la desecación de la capa superficial, puesto que si sucede se presenta un fenómeno de hidrorrepulsión casi irreversible. Se estima que es difícil la rehidratación cuando el contenido en agua es inferior al 30%, peso neto, no conviniendo que disminuya del 40-50%.

Existe en el comercio un rehumectante (Aqua-Gro, Sicosa) que reduce la tensión superficial sin causar fitotoxicidad y con una persistencia de tres meses, pudiéndose aplicar en la preparación de substratos o en el riego. Con este producto los substratos se humedecen de forma más rápida, completa y homogénea, con lo cual el agua penetra y se reparte de forma más uniforme, por tanto mejora la eficacia de los tratamientos fitosanitarios y del fertirriego.

Asimismo, en el riego se mejoraría su eficiencia y en riego localizado facilita la formación regular del bulbo. Tiene una persistencia de tres meses y es un mojante no iónico eficaz en todo tipo de substratos, turbas, suelos, etc. No hace espuma y no es tóxico para plan-

tas ni para microorganismos. Biodegradable. Se aplica por pulverización o con la solución fertilizante. Se expende en dos formas:

- Aqua-Gro L. líquido. 100% m.a.
- Aqua-Gro G Granulado. 40% m.a. (pulverización al 40% de Aqua-Gro L sobre vermiculita. Pensada para su aplicación en mezcla con turbas y otros substratos.

La dosis y formas de aplicación son:

- Preparación substratos: 350 cc/m^3 de solución de Aqua-Gro. L al 0,15%.
- Rehumectación turba: 250 cc/m^3 de solución de Aqua-Gro L al 0,15%.
- Substrato en cultivo: Riego abundante con solución de Aqua-Gro al 0,1-0,2%.

Con el fin de abaratar los costes de transporte las turbas rubias se comprimen en la proporción 2,5:1 (v/v) y dependiendo de las marcas 3,5 balas dan lugar a 1m^3.

3.1.2.2. Turba oligotrófica negra

Es un material oscuro procedente de los estratos inferiores de la turbera; es por tanto la parte más antigua del yacimiento (2.600-10.000 años) lo que se evidencia en que ha perdido prácticamente su estructura. Posee una calidad agronómica inferior a la de la turba "rubia", siendo menores asimismo su capacidad de retención de agua y la porosidad libre (6-7%), por lo que no se suele utilizar sola. Posee un pH ácido y una interesante riqueza en ácidos húmicos y fúlvicos. Solo retienen 3-5 veces su peso en agua.

Otras ventajas de las turbas:

a) Movilización en el substrato e incorporación a la planta de los oligoelementos por las sustancias húmicas contenidas en la turba, mediante la formación de complejos.

b) Los ácidos húmicos de la turba forman humatos cálcicos de baja solubilidad, por lo que hay pérdidas por el lavado cuando se adiciona calcio, el cual queda disponible para la planta conforme se produce la reducción de los componentes orgánicos.

c) Debido al sistema radicular que se consigue en poco tiempo, se puede dar una reducción media del período de cultivo del 25% respecto al tiempo normal en los suelos naturales.
d) No contienen semillas de malas hierbas.
e) El contenido en gérmenes patógenos es nulo.

Sin embargo, y a pesar de estas características tan favorables, se ha emprendido recientemente una activa búsqueda de materiales sustitutivos de estas turbas rubias en numerosas partes del mundo, siendo sus principales razones:

a) El elevado coste de las mismas, particulamente en países sin recursos locales de turba, y
b) Su cuestionable disponibilidad futura, puesto que las reservas de turba no son renovables.

Por otra parte, y con objeto de proceder a la transformación ecológica y al reciclaje de los materiales de desecho, numerosos residuos sólidos agrícolas, industriales y urbanos (compost de champiñones ya utilizado, lodos de depuradora, basuras de población, etc.) están siendo ensayados como constituyentes de los medios de cultivo de las plantas.

Por otra parte, dado que la turba rubia tiene una C/N de 40 y la negra de 30 (lo que indica un nivel muy pobre en N, bajo en contenido en microorganismos y pobre mineralización) y sabiendo que el óptimo para esta relación está en un valor de 10-12, conviene en ambos casos añadir algo de nitrógeno en el abonado de fondo para reducir el valor de C/N y favorecer la mineralización.

3.2. Tierra de bosque

Se obtiene recogiendo el estrato orgánico humificado que subyace a los residuos vegetales. No obstante, una buena parte de los proveedores de este material suministran tanto humus como la hojarasca que lo cubre, lo cual haría necesario un compostado previo al uso o cuanto menos una molienda para disminuir la granulometría. Es un material que no es rico en nutrientes pero proporciona mucha porosidad y buen drenaje al substrato del que forma parte. Los materiales más utilizados son los procedentes de *Quercus* y *Pinus*. En España

Fig. 20.- El rododendro es una de las plantas llamadas "de tierra de brezo", que requieren un substrato muy ácido que puede estar compuesto de mantillo de ericáceas o de hojas de castaño y turba.

las zonas de donde más se extrae son las provincias de Cuenca y Albacete. Téngase en cuenta en este punto que las hojas de encina tienen un alto contenido en taninos, por lo que no procede usarlas solas.

3.3. Tierra de brezo

Es la capa humífera de áreas pobladas de ericáceas ordinariamente a 600-1500 m de altura. Es ácida, posee un bajo contenido en caliza, es poco rica en nutrientes y presenta una gran porosidad y ofrece un buen drenaje. Es muy recomendable para especies calcífugas como Azalea, *Rhododendron*, *Camellia*, etc.

Para aumentar su capacidad hídrica conviene añadir un 20-30% de turba de *Sphagnum*.

3.4. Mantillo de hojas

Es el resultante de humificar hojas de especies de *Fagus*, *Pinus*, *Castanea*, *Quercus*, *Erica*, etc. Este proceso da lugar a un material

Fig. 21.- Mantillo de acículas de pino como aparece en los bosques de estas coníferas. Véase la capa superficial de hojas secas y el estrato subyacente de material descompuesto.

de buena estructura, medianamente rico, ligero y poroso que está particularmente adaptado al cultivo de numerosas especies. No se aconsejan los mantillos de hojas de *Acer* y *Ulmus* dada su menor riqueza y sobre todo su menor estabilidad estructural.

3.4.1. Mantillo de acículas de pino

Por su mayor estabilidad estructural ofrece una gran ligereza y porosidad (60% de porosidad libre). Mezclado con turba da lugar a un medio de cultivo muy aceptable para bromeliáceas y *Anthurium*. Su pH está entre 5,8 y 6,3 y su riqueza es baja. Recién cogidas del monte no mantienen la humedad deseada.

3.4.2. Mantillo de hojas de haya

Es muy usada con éxito en Italia, donde es preferida por su estabilidad estructural, lo que da lugar a una lenta descomposición. Tiene una buena retención de agua y una gran porosidad libre (30-33%) lo que da lugar a un buen drenaje. Su pH es 5,5-5,8 y tras un composta-

je de 2-3 meses con adición de 4-6 kg/m^3 de un abono completo da lugar a un buen substrato que en Italia es sustitutivo de la turba.

3.4.3. Orujo de vid

Dependiendo de la composición en las partes leñosas del racimo y del grado de compostado, varía su retención de humedad, pero que en cualquier caso suele ser baja. Debido al tratamiento con SO_4H_2 que surge para la extracción de tartratos puede poseer unos valores muy altos de CE debidos a sulfatos, lo que debe ser tenido en cuenta con cautela a la hora de emplearlo como componente del substrato para el cultivo en manta de ciertos grupos de plantas.

3.5. Corteza de árboles

Desde hace unos años este material está formando parte de los substratos recomendados para numerosas especies de cultivo en invernadero así como de leñosas cultivadas en container.

Los géneros cuya corteza se usa en horticultura son mayoritariamente *Pinus*, *Cupressus macrocarpa*, *Picea*, *Abies*, *Sequoia*, *Pseudotsuga*, *Fagus*, *Betula* y *Quercus*. No obstante, no son del todo aconsejables los materiales procedentes de *Abies* y *Picea* por su alto contenido resinoso. Poseen una elevada relación C/N (alrededor de 600), lo que da lugar a un empobrecimiento de N en el substrato del que forman parte.

Proporciona una escasa cesión de nutrientes, posee una discreta estabilidad estructural (2 años), da lugar a una gran permeabilidad y es notable su capacidad de retención de humedad. Posee asimismo un elevado poder tampón, lo que se traduce en una moderación de los cambios de pH que pueda sufrir el substrato.

3.5.1. Corteza de pino

Es la más utilizada en España. Se emplea molida y cribada y posee un pH en torno a la neutralidad. Tienen una buena estabilidad estructural, una bajísima dotación de nutrientes y una CCC menor que la de la turba.

Es un componente de gran interés para el cultivo de plantas epifitas. Así, para el cultivo de orquídeas se aconseja la mezcla formada

por un 80% de corteza de pino, un 10% de turba rubia y un 10% de poliestireno expandido.

En su preparación, tras el cribado, conviene que sufra un compostaje durante 2-4 meses con la adición de algo de N.

3.6. Arena

Para el cultivo de plantas conviene que se utilice una arena silícea y cristalina, con partículas de 0,1 a 1 mm, y que esté exenta de sal y de cal.

La más recomendable por su pureza es la procedente del lavado del caolín aunque también es utilizable la de origen fluvial.

Posee un bajo poder tampón y su CCC es de pequeño valor.

3.7. Perlita

Es un silicato de origen volcánico, transformado en un proceso industrial que conlleva un tratamiento térmico de 1200°C.

Se caracteriza por su nulo poder tampón y su escasa capacidad de retención de agua, su pH neutro, su baja consistencia y su escasa cohesión.

Se emplea mezclada con materiales orgánicos para proporcionar soltura, permeabilidad y mejorar la aireación.

Tras una esterilización, la perlita puede ser reutilizada puesto que no se degrada su estructura.

3.8. Vermiculita

Es otro material inorgánico natural, se trata de un silicato hidratado de Mg, Al y Fe. Posee la estructura laminar típica pero disgregada a causa de la rápida evaporación del agua de constitución por calentamiento a 1000°C.

Se comercializa en varios tipos según su granulometría, que oscila entre 0,75 y 8 mm de diámetro.

No se puede considerar totalmente inerte y se caracteriza por su elevada capacidad de absorción de agua y su fuerte poder tampón.

3.9. Picón volcánico

Es usado con fecuencia en las Islas Canarias con buenos resultados como componente de substratos. En la península son buenos los mate-

Tabla 6

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE SUBSTRATO.

	Turba rubia	Turba eutrófica	Arena	Vermiculita	Perlita	Corteza	Acículas pino	Lana de roca	Poliest. expandido	Tierra con 30% arcilla	Pouzzolana
Densidad real (g/cm³)	1,55	1-2,5	2,62	2,61	2,37	2,00	1,90				
Densidad aparente (g/l)	50-60 120-165	250-300	1350-2600	80-130	30-160	100-300	100-250	70	6		
Porosidad total (%)	40-94-97	40-85-86	40	95	80-95	70-90		96			
Capacidad de retención de agua (%Vol)	40-52-82			58	5-14	6-19	43	54-92 (1)			
Porosidad libre (% vol)	15-42	4			48	38-50	34	4-42 (1)	52		
pH	2,5-4	6,5-7	7	7	7,4	5,5-6,3	5,5-6,7		7,4		
CE (µS/cm a 25° C)	50-120	400-500			50	20-100	110-600		50		
Cenizas (respecto a mS)	1-6	51	100	98	98	19					
Materia orgánica (% respecto a m.S.)	94-99					93	75				
Capacidad de cambio catiónico (meq/l)	60-120 100-150	250-350	5-10	80-150	1,5-5	100-150			1-2	200-300	1-3

TABLA 7
CARACTERISTICAS QUIMICAS DE ALGUNOS SUBSTRATOS.

	Materia orgánica (Dicromato) %	pH	Salinidad mmhos/cm 25°C	N-N03 meq/1	N-NH4 meq/1	P205 mgr/1	K meq/1
Acículas de pino	41,2	6,7	0,6	2,1	1,1	23,1	1,0
Corteza de pino	66,2	6,3	0,1	0,9	0,2	1,4	0,3
Hojas de haya	39,3	5,8	0,4	3,3	1,1	9,7	0,3
Turba rubia	82,9	3,1	0,8	0,96	0,9	1,1	0,04
Turba negra	35,7	7,3	0,7	1,15	1,3	0,3	0,03

(*) Determinadas en extracto acuoso

riales procedentes de Olot (Gerona) y los de algunas otras áreas volcánicas.

Sus características físicas son similares a las de la perlita, con una estructura menos estable dado que las partículas tienden algo a la fragmentación.

Posee una elevada porosidad libre (33%), poca retención de agua, bajo contenido en nutrientes y un pH en torno a 7.

Es recomendable añadirlo a la turba para aumentar el drenaje y la aireación, empleando granulometrías de 2 a 10 mm.

3.10. Poliestireno expandido

Es un material plástico derivado de procesos industriales de dilatación a altas temperaturas.

Se caracteriza por su bajo peso 25 kg/m^3, su estabilidad estructural, ausencia de poder tampón y capacidad de retención de agua extremadamente baja, utilizándose con la finalidad de disgregar el substrato aumentado su permeabilidad. Se emplea en forma granular, con elementos de 4-5 mm de diámetro, añadiéndolo a los substratos orgánicos en un 10-20% en volumen.

Téngase en cuenta que este material no resiste el calor por lo que convendrá mezclarlo con otros componentes del substrato tras la desinfección por vapor.

3.11. Lana de roca

Este material se obtiene por fundición a 1600°C de una mezcla formada por 60% de diabasa, 20% de carbón y 20% de caliza, transformándose con posterioridad.

Es un material totalmente estéril y prácticamente inerte. Tiene una reacción ligeramente alcalina, pero debido a su carácter inerte su neutralización es muy rápida, mediante el uso de una solución ligeramente ácida en los primeros días del cultivo.

En el comercio se encuentra bajo formas distintas, cada una de las cuales tiene aplicaciones bien diferenciadas:

a) Tablas de cultivo y tacos de semillero. Las primeras van dentro de bolsas de plástico para un mayor aislamiento y un más fácil

Fig. 22.- La lana de roca es cada vez más utilizada en los países centroeuropeos, tanto para el cultivo forzado de hortalizas como de plantas ornamentales (gerbera, orquídeas, etc.)

control del riego. Se consiguen prensando las fibras e incorporando un aditivo para absorción de agua. Se pueden hacer siembras directas en los tacos de semillero sustituyendo al cepellón de turba.

b) Lana de roca en forma granular. Son las fibras sin prensar, en forma de gránulos, para incorporar como mejorador de suelo o como componente de un substrato.

3.12. Ceolita clinoptilolita

Este material pertenece al grupo de los aluminosos dentro de los metales alcalinos y alcalino ferrosos. La creciente aplicación de este componente de substratos en el sector viverístico italiano es debida a su elevada capacidad de absorción de elementos gaseosos, una enorme superficie interna, un gran CCC y una alta capacidad de absorción.

Es de interés por su elevado contenido en nutrientes y sobre todo

por su reluctancia a la absorción de cloro y sodio, elementos peligrosos para las plantas.

La ceolita se comporta al mismo tiempo como un regulador de la fertilidad por cuanto absorbe y cede lentamente el ion NH_4^+ a tenor de la concentración de este ion en la solución del suelo.

4. FORMULACION DE SUBSTRATOS PARA CULTIVO EN MACETA

A la hora de la elección de una mezcla determinada para la confección de un substrato es necesario pensar en la fase del cultivo en que se hallan las plantas para las que se va a preparar el medio. Si se trata de semilleros se requerirá una textura fina, estructura estable y alta capacidad de retención de agua para lograr el mantenimiento de una humedad constante. Pero si el substrato se prepara para enmacetado, se requerirá una textura media a gruesa, con unas buenas porosidades total y libre que den lugar a la adecuada aireación y a un

Fig. 23.- De las consultas que se reciben en los organismos oficiales acerca de problemas en los cultivos ornamentales son muchas más las provinientes de malos usos de substratos que las causadas por substratos defectuosos.

Fig. 24.- En las unidades de propagación de los viveros modernos es elevadísima la supervivencia de esquejes delicados, como los de hoja. Este éxito se basa sobre todo en la elección y el buen uso de un substrato adecuado y una técnica de riego muy cuidada.

conveniente drenaje, un mayor nivel de nutrientes, unas elevadas CCC y capacidad tampón.

El substrato para enraizamiento de esquejes debe tener unas condiciones similares a las del medio para germinación de semillas, prestando atención sobre todo a la porosidad libre de cara a favorecer los intercambios gaseosos, que representan un factor de gran peso en el proceso de la rizogénesis. El medio de enraizamiento desempeña tres funciones:

a) Mantener a la estaca en su lugar durante el período de enraizamiento.
b) Proporcionar humedad a la estaca.
c) Permitir la penetración de aire a la base de la estaca.

El medio de enraizamiento ideal, por tanto, debe proporcionar suficiente porosidad para permitir una buena aireación, y debe tener una alta capacidad de retención de agua, junto con un buen drenaje.

Fig. 25.- Para los esquejes realizados en túnel sobre banqueta, donde existe un reciclaje de humedad, el substrato debe tener unas condiciones de porosidad y drenaje diferentes a si se utiliza "mist system".

Fig. 26.- El substrato para siembra y enraizamiento de esquejes puede simplificarse utilizando pastillas de turba prensada, como las conocidas Jiffy-7.

4.1. John Innes Compost

Estas mezclas propugnadas hace ya varias décadas por la estación de investigación inglesa que les ha dado el nombre tenían como característica el empleo de suelo mineral en una mitad o más de volumen. Su uso ha sido muy extendido en su época, habiendo quedado obsoleto en la actualidad.

La mezcla compuesta en volumen de 7 partes de tierra franca, 3 partes de turba y 2 partes de arena gruesa era una de las más estandar. Obviamente, la inclusión de suelo mineral conllevaba la necesidad de desinfección para una adecuada sanidad en el cultivo.

4.2. U.C. Mix

En la Universidad de California se ensayaron mezclas con diferentes proporciones de turba y arena, que han venido dando muy buenos resultados entre los cultivadores de los EE.UU. y algunos otros países.

Son muy empleadas para trabajos de investigación por su homogeneidad y la constancia de su composición y su calidad. La mezcla más utilizada es 50% de turba y 50% de arena.

4.3. Substratos actuales

En la actualidad se propugnan muy distintos substratos a tenor de su composición y de la especie a cultivar.

4.3.1. De ordinario son mezclas que tienen la turba rubia como base, a la que se añaden otros materiales como mantillo de bosque, mantillo de hojas, corteza, arena o poliestireno expandido.

Con turba rubia se prepara un sustrato muy extendido para plantas de interior decorativas por sus hojas: 100% de turba rubia gruesa (3 balas), 3 kg de abono de lenta liberación y 3 kg de cal.

Otra mezcla recomendada es la formada por 66% de turba rubia (2 balas), 33% de tierra de bosque u otro material orgánico, 2,5 kg de un abono de lenta liberación y unos 2 kg de cal (dependiendo de la reacción de la tierra de bosque).

Para plantas menos delicadas puede emplearse 66% de turba rubia (2 balas), 24% de orujo no salino, 10% de poliestireno expandido, unos 2 kg de cal y 3 kg de abono de liberación lenta.

4.3.2. Asimismo existen substratos ya preparados con distintas composiciones y que se pueden encontrar en el comercio. En unos casos son mezclas de turba rubia y turba negra y en otros se componen de turba, algunos otros materiales orgánicos y en ocasiones algún elemento inorgánico.

En principio puede asustar su precio en la actualidad. Los precios de un substrato compensan porque el fabricante tiene sistemas automáticos de mezclas y dosificadoras de cal y abono a escala industrial con lo que prepararlo es más homogéneo que a mano.

Los abonos son de lenta liberación, equilibrados y con microelementos.

La turba fertilizada se presenta en el mercado como un material seco y comprimido para facilitar su transporte. Tres y medio de estos sacos darán una vez humedecidos aproximadamente un metro cúbico según la marca.

Los llamados substratos son mezclas de turba rubia y turba negra y se venden en sacos de 80 litros.

Plantas que se pueden cambiar de maceta a maceta con una bala de turba o un saco de substrato:

Cambio de maceta ∅	Nº de plantas	
	Saco substrato	Bala turba
7-9	444	1776
7-10	222	888
7-12	103	412
8-10	267	1068
8-12	114	456
8-13	100	400
9-11	200	800
9-12	133	532
9-13	114	456
10-12	200	800
10-14	114	456
12-15	100	400
12-17	62	248

De un saco de substrato de 80 l se pueden remacetar esquejes de *Dieffembachia* en maceta del 7 a 103 macetas del 12.

$$\text{Substrato: } 600 \text{ pta/saco}$$

$$\text{Gasto/maceta: } \frac{600}{103} = 5{,}82 \text{ pta/planta}$$

De un saco de turba rubia fertilizada de 200 pta. podemos cambiar esquejes de *Dieffembachia* de maceta de 7 cm a 412 macetas del 12.

$$\text{Turba: } 200 \text{ pta/bala}$$

$$\text{Gasto/maceta: } \frac{2.000}{412} = 4{,}85 \text{ pta/planta}$$

Un substrato muy utilizado es el TKS (turba con cal, fertilizada con un abono 12-12-17-2 y microelementos quelatizados. Se ofrece en dos formas:

Fig. 27.- Mezcla de componentes para la preparación de un substrato en un vivero para producción industrial de plantas en contenedor. Dado los importantes volúmenes de mezcla a preparar son necesarios elementos de potente tracción y amplia volumetría.

Fig. 28.- En los viveros de plantas de interior se pueden instalar trenes completos de preparación de substratos y enmacetado que mediante su automatización dan lugar a un notable abaratamiento de costes y una mejor disposición para el crecimiento de las plantas.

TKS-1: Para plantas jóvenes y enraizado de esquejes. Lleva 1,5 kg/m^3 de abono 12-12-17-2, 0,15 g de quelato de hierro y 0,03 g de molibdato amónico.

TKS-2: Para plantas adultas en cultivo en maceta 3 kg/m^3 de abono.

4.4. Proceso de preparación de un substrato

Partiendo de los elementos que vaya a componer el substrato, se comienza por eliminar las partes gruesas de los mismos mediante molido y/o tamizado, procediendo a continuación a su humidificación y tras lo que se realiza la mezcla de los componentes, para lo cual es útil el uso de una hormigonera de volumen adecuado, un dispositivo de mezcla automático, o "darle la vuelta" por lo menos 3 veces.

A la hora de mezclar debe realizarse la fertilización de base mediante la adición de 2-4 kg/m^3 de un abono completo con microelementos y la cantidad adecuada de CO_3Ca o dolomita para corregir el pH. (Como medida práctica se puede emplear 2 kg de carbonato cálcico por m^3 de turba para cada unidad de pH que se quiera aumen-

tar). Con aguas muy calizas se requiere menos encalado porque el pH aumentará a lo largo del cultivo 0,5-1 unidades de pH.

Si se piensa realizar una desinfección por vapor de agua conviene tener en cuenta no añadir con anterioridad ni los abonos nitrogenados ni el poliestireno expandido, por las pérdidas que se causarían en el nutriente y el deterioro del material plástico mencionado.

Antes del almacenado del substrato preparado o del uso de éste conviene verificar que su pH y su conductividad eléctrica son los adecuados.

Procede recordar aquí la inconveniencia de las largas conservaciones de substratos fertilizados, por las alteraciones que pueden producirse en el abonado aportado.

BIBLIOGRAFIA

ABAD, M. Y Mª D. MARTINEZ. 1989. Los substratos en la horticultura ornamental. Agrícola Vergel. Marzo, 146-152.

BURES, O. 1985. Características de los substratos. Horticultura, 20, 21-24.

DIAZ, N. Y GARCIA, M. 1985. Lana de Roca. I. Horticultura, 24, 17-23.

TORTOSA J. A. 1990. La turba: su caracterización. Propiedades físicas y químicas. Evaluación para cultivo en contenedor (1ª parte). Agrícola Vergel, 777-783.

TORTOSA J. D. 1990. La turba: su caracterización. Propiedades físicas y químicas. Evaluación para cultivos en contenedor (2ª parte). Agrícola Vergel. Noviembre, 1990. 856-858.

MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACION

INSTITUTO NACIONAL DE REFORMA Y DESARROLLO AGRARIO

DIRECCION GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS Y COOPERACION

Corazón de María, 8 - 28002 Madrid

I.S.B.N.:84-341-0800-3 - N.I.P.O.: 253-93-003-9 - Depósito legal: M. 36.421-1993 (40.000 ejemplares).
Imprime: I.G. SALJEN S.A. - Rufino González, 14 - 28027 Madrid.