



# Sustrato o medio de crecimiento

René Escobar R. y Gabriela M. Buamscha

## FUNCIONES DEL MEDIO DE CRECIMIENTO

El medio de crecimiento tiene como función proporcionar a las plantas agua, aire, nutrientes minerales y soporte físico durante su permanencia en el vivero.

### Agua

Las plantas requieren permanentemente de una gran cantidad de agua para poder crecer y realizar, eficientemente, otros procesos fisiológicos tales como, fotosíntesis, enfriamiento, a través del proceso de transpiración, transporte de nutrientes etc. Es proporcionada a las plantas a través del medio de crecimiento el cual la retiene interna y externamente para cuando estas la requieran. Externamente es retenida a través de los poros que se forman entre sus partículas e internamente dentro del material poroso que forma el medio de crecimiento. Debido al pequeño volumen de medio de crecimiento del cual dispone la planta en el proceso de producción en contenedores, este debe tener, como característica, una alta capacidad de retención de agua.

### Disponibilidad de aire

Las raíces son órganos que para cumplir sus funciones fisiológicas tales como crecimiento, absorción de agua y nutrientes, necesitan energía que la obtienen del proceso de respiración aeróbica, por el cual consume oxígeno y libera dióxido de carbono. Este puede producir toxicidad a nivel radicular si no es liberado al medio ambiente por lo cual el sustrato debe ser suficientemente poroso, para que se produzca un adecuado intercambio entre el  $O_2$  y el  $CO_2$ . Como la velocidad de difusión del  $CO_2$  en el agua es muy lenta, el proceso debe ocurrir en los macro poros que existen en el sustrato lo que a su vez depende del tamaño, arreglo y grado de compactación de las partículas que los componen.

## Disponibilidad de nutrientes minerales

De los diferentes elementos esenciales que requieren las plantas, para sus distintos procesos fisiológicos, el carbono, hidrógeno y oxígeno no los obtienen del medio de crecimiento, como ocurre con los otros trece restantes. Varios nutrientes minerales se encuentran en el medio de crecimiento como cationes por ejemplo, nitrógeno a la forma amoniacal ( $NH_4^+$ ); potasio ( $K^+$ ), magnesio ( $Mg^+$ ) y calcio ( $Ca^+$ ). Estos nutrientes, en forma de iones, se mantienen en la solución hasta que el sistema radical de la planta los toma y utiliza en los diferentes procesos fisiológicos; como la carga es eléctricamente positiva, son absorbidos por las cargas negativas que hay en el medio de crecimiento. Estos nutrientes absorbidos por el medio de crecimiento, son los que evalúa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y constituyen la reserva del medio de crecimiento, para mantener las condiciones nutricionales necesarias para el crecimiento de las plantas, entre fertilizaciones (Pritchett 1991).

## Soporte físico o sostén de la planta

Otra función del medio de crecimiento es anclar a la planta en el contenedor y mantenerla erecta. Ello es consecuencia de la densidad, del grado de compactación y de la distribución del volumen en relación con el tamaño de la planta, en el perfil del sustrato.

## ATRIBUTOS DESEABLES DE UN BUEN MEDIO DE CRECIMIENTO

Las características de un medio de crecimiento para ser utilizado exitosamente en la producción de plantas en contenedores, se deben analizar desde los siguientes aspectos o criterios: atributos que afectan el crecimiento de las plantas y los que afectan las actividades del vivero.

## Atributos del sustrato que afectan el crecimiento de las plantas

Los medios de crecimiento deben cumplir con diferentes atributos de manejo que permitan producir plantas que logren el mejor comportamiento posible en las plantaciones. Entre ellos se destacan un pH levemente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico, baja fertilidad natural y estar libre de plagas y enfermedades (Landis *et al.* 1990).

### pH levemente ácido

El principal efecto del pH, en los suelos minerales y orgánicos, es la función que tiene sobre la disponibilidad de nutrientes en el medio de crecimiento para las plantas. En suelos orgánicos, como es la mayoría de los medios de crecimiento utilizados en la producción de plantas en contenedores, la mayor disponibilidad de nutrientes ocurre en valores de pH de 5,5. Las principales especies leñosas que viven, crecen y se viverizan en la Patagonia y precordillera andina, se reproducen bien con valores de pH que oscilan entre 4,0 y 6,0.

### Alta capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de un medio de crecimiento para absorber iones cargados positivamente, capacidad de intercambio catiónico (CIC), es uno de los atributos más importantes relacionados con la fertilidad del medio de crecimiento, es la suma de los cationes que un material puede absorber por unidad de peso o volumen. En el caso de medios de crecimiento orgánicos se utiliza volumen en su evaluación, mientras más alto es el valor, mayor es la capacidad del medio de crecimiento para retener nutrientes y se mide en miliequivalentes. Los cationes primarios están constituidos, en orden decreciente, por calcio,  $\text{Ca}^{2+}$ ; magnesio,  $\text{Mg}^{2+}$ ; potasio,  $\text{K}^+$  y amonio  $\text{NH}_4^+$ ; también se absorben iones tales como hierro  $\text{Fe}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{3+}$ , manganeso  $\text{Mn}^{2+}$ , cinc  $\text{Zn}^{2+}$  y cobre  $\text{Cu}^{2+}$ , todos estos nutrientes permanecen en el medio de crecimiento hasta que son absorbidos por el sistema radical de las plantas (Landis *et al.* 1990).

La capacidad de intercambio catiónico cambia de sustrato a sustrato y es deseable que sea la mayor posible

ya que permite mantener los niveles nutricionales en el medio de crecimiento entre fertilizaciones previniendo o protegiendo al elemento de su lixiviación por el riego.

### Baja fertilidad natural

A diferencia del suelo de un vivero destinado a producir plantas a raíz desnuda, en la producción de plantas en contenedor, es deseable que el medio de crecimiento tenga una baja fertilidad natural. Sustratos con altos niveles nutricionales, especialmente nitrógeno, pueden ser tóxicos para el proceso de germinación de algunas semillas. Además, la especie no requiere de apoyo nutricional durante las dos a tres primeras semanas de vida, etapa en la que se está induciendo al sistema radical para que colonice al sustrato en toda la longitud del contenedor; eventualmente podría requerir un pequeño apoyo con fósforo, pero el resto de los nutrientes aún no son necesarios de aplicar, en esa fase del manejo. Diferente es la situación con plantas propagadas a partir de estacas, en cuyo caso, la fertilización se inicia inmediatamente después que se ha producido la rizogénesis en la estaca para que ésta, rápidamente colonice el sustrato en todo el perfil del contenedor. Uno de los medios de crecimiento más ampliamente utilizados en la producción de plantas, es el compost de corteza de pino que se caracteriza por tener una baja fertilidad natural; en algunos casos se le mezcla con vermiculita que es rica en potasio; otra mezcla menos frecuente, es con arena negra que es rica en fósforo.

Los sustratos con alta fertilidad natural son adecuados para el establecimiento y manejo de setos en contenedores pero no para producción rutinaria de plantas en vivero, sobre todo para el manejo durante la fase de endurecimiento.

### Adecuada distribución de tamaño de partículas

Probablemente, el aspecto más importante de las características de un medio de crecimiento que se utilice en la producción de plantas en contenedor, sea la granulometría que el sustrato tenga y la distribución del tamaño de las partículas que lo componen. Una adecuada distribución de poros en el medio de crecimiento es deter-

minante en el intercambio de gases del sistema radical de las plantas lo que a su vez influirá directamente en la absorción de nutrientes y agua.

Un medio de crecimiento está constituido por partículas sólidas y de espacios porosos que hay entre ellas. El espacio de poros se expresa como porcentaje de porosidad y es el resultado de la interacción tamaño, forma y distribución espacial de las partículas en el contenedor.

Porosidad total

Representa la totalidad de los espacios porosos en un sustrato: se expresa como el porcentaje del volumen que no está ocupado por partículas sólidas. Por ejemplo, 100 ml de medio de crecimiento con una porosidad total del 60%, tiene 60 ml de poros y 40 ml de partículas sólidas. La porosidad total, generalmente, se mantiene en porcentajes muy similares o estables en diferentes tipos de

contenedores y aumenta muy gradualmente en la medida que aumenta la participación porcentual de partículas de mayor tamaño en el medio de crecimiento.

Porosidad de aireación

Es la proporción de volumen del sustrato que contiene aire después de que ha sido saturado con agua y se le ha dejado drenar libremente (Viel 1997). El valor porcentual de la porosidad de aireación, en un mismo contenedor, aumenta en la medida que en el volumen del sustrato, la participación de las partículas de mayor tamaño aumenta (Figura 1). Por otra parte, la porosidad de aireación de un sustrato, aumenta con la longitud del contenedor que se utilice en el proceso de producción. Es considerada la propiedad física más importante de cualquier sustrato ya que determina la cantidad de agua y minerales disponibles para las plantas (Swanson 1989).

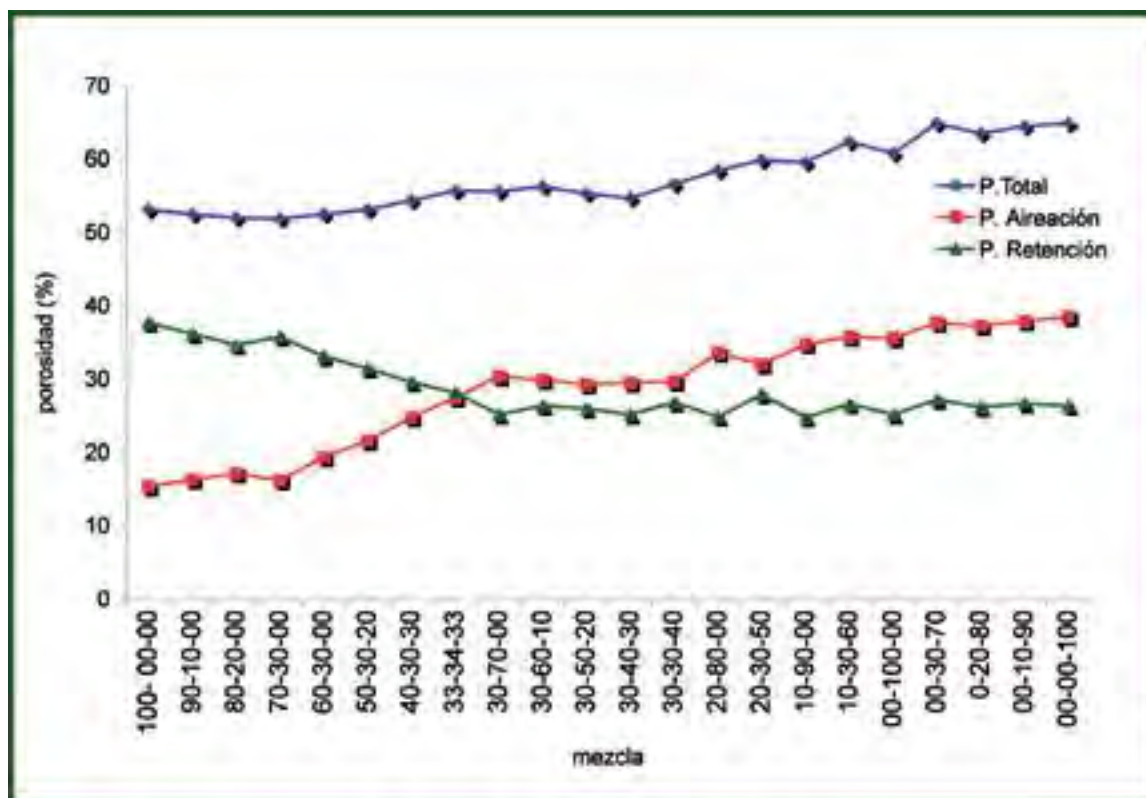


Figura 1. Porosidad total, de aireación y de retención de diferentes mezclas de compost de corteza de pino radiata (*Pinus radiata*) en función de su granulometría; esta aumenta de izquierda a derecha (Campano 1996).

Porosidad de retención

Es la proporción del medio de crecimiento que permanece con agua después de haber sido saturado y drenado libremente. El porcentaje de porosidad de retención disminuye en la medida que aumenta la cantidad de macroporos o porosidad de aireación en el medio de crecimiento (Campano 1996). En un mismo sustrato, en la medida que aumenta la longitud del contenedor que se está utilizando, disminuye la porosidad de retención (Figura 2). Esto último ocurre porque en la medida que la longitud del contenedor aumenta disminuye la proporción de sustrato con agua colgada.

Las porosidades, como ya se ha indicado, cambian con el tipo de mezcla de medios de crecimiento que se realice; con la distribución del tamaño de las partículas que componen al medio de crecimiento; con la longitud y volumen del contenedor que se utilice; con el grado de compactación al momento de llenado del contenedor; con el tiempo de permanencia del sustrato en el contenedor y con el grado de desarrollo del sistema radical de las plantas (Coopman 2000). También, se debe tener presente que la porosidad de aireación y de retención son complementarias. Cuando el tamaño de la partícula es mayor, la porosidad de retención disminuye (microporos) y la porosidad de aireación (macroporos) se incrementa (Landis et al. 1990, Campano 1996).

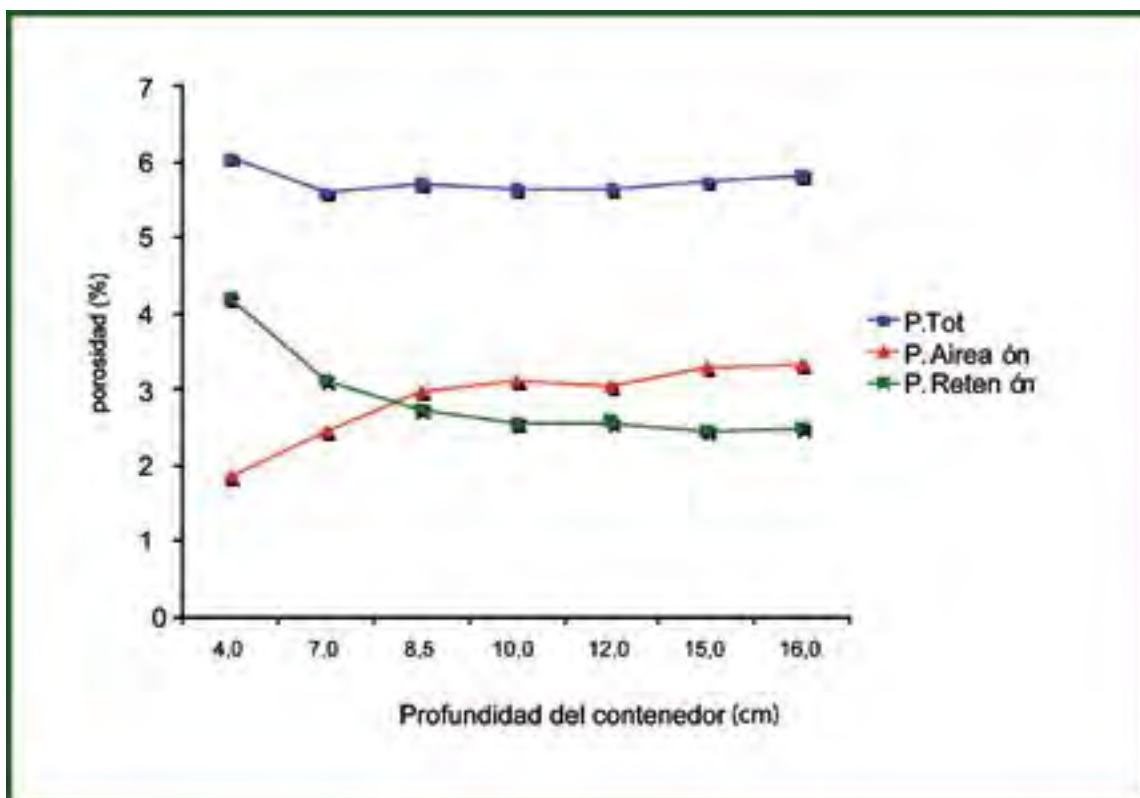


Figura 2. Efecto de la profundidad del contenedor sobre la porosidad total, de aireación y de retención (Campano 1996).

### Determinación de las porosidades

Del análisis anteriormente realizado se desprende que cuando se trabaja con compost de corteza de pino con tamaños de partículas entre 0 y 10 mm de diámetro como sustrato, la porosidad total oscila entre un 58 y 60% y que por lo tanto, si se tiene presente que el rango ideal de la porosidad de aireación oscila entre un 20 y 30% la porosidad de retención, debería oscilar entre un 38 y 30%, respectivamente. Las diferentes especies tienen distintos requerimientos de porosidad de aireación y retención incluso, en una misma especie, los requerimientos cambian si ésta se propaga a partir de semillas o de estacas (Tabla 1). Por ejemplo, los valores de la Tabla 1 muestran que los mejores resultados para el cultivo del eucalipto blanco o medicinal (*Eucalyptus globulus*), a partir de semillas, en contenedores de 16 cm de longitud, 130 cc de volumen y en sustrato con partículas cuyo tamaño oscila entre 0 y 10 mm se logran con rangos de porosidad total, que oscilan entre un 52 y 58%. Si el cultivo es a partir de estacas y la granulometría oscila entre 0 y 6 mm, los valores de porosidad total, en los mismos contenedores, oscilan entre 63 y 75%.

Tabla 1. Rangos y valores medios de porosidad total, de aireación y de retención del sustrato utilizados para el cultivo de eucalipto medicinal (*Eucalyptus. globulus*) a partir de semillas y estacas en contenedores de 130 cc y 16 cm de longitud (Adaptado de Escobar 2007).

Porosidad	Semillas	Media	Estacas	Media
Porosidad total	52 - 58%	55%	63 - 75%	69%
Porosidad de aireación	27 - 30%	28%	23 - 35%	29%
Porosidad de retención	25 - 28%	27%	40 - 40%	49%

Los valores de porosidad de aireación son muy similares para ambos tipos de cultivo pero difieren de manera importante respecto de los valores de porosidad de retención, en cada caso. Los valores anteriores caen dentro del rango lógico cuando se trabaja con compost de corteza de pino como medio de crecimiento. Los viveristas deberían conocer los valores de las diferentes porosidades con que están trabajando en las distintas etapas del cultivo, para poder hacer las modificaciones que inicialmente

te sean necesarias y manejar técnicamente este aspecto que es determinante en el riego y fertilización durante el cultivo. Los utensilios y el procedimiento recomendado para la determinación de las diferentes porosidades son los siguientes.

#### Utensilios:

- Disponer de 5 a 10 contenedores de los que utiliza el vivero. Si están en bloque es mejor cortarlos y separarlos.
- Cinta plástica engomada para sellar las perforaciones de drenaje de los contenedores.
- Probeta graduada para medir el agua que se agrega y que se recibe.
- Receptáculo para recibir el agua drenada el que debería ser más ancho que el contenedor; funcionan bien los globos.
- Agua

#### Procedimiento:

- Sellar, herméticamente, los orificios de drenaje del contenedor; llenarlo con agua; medir el volumen de agua agregado y registrarlo como "volumen del contenedor".
- Vaciar y secar el contenedor; llenarlo con el sustrato con la misma humedad y compactación con que se realizará el cultivo.
- Agregar lentamente agua hasta lograr que el sustrato esté totalmente saturado, lo que se detecta al observar que la superficie del mismo se pone brillante.
- Registrar la cantidad total de agua agregada como "volumen total de poros".
- Poner el contenedor sobre el receptáculo o el globo y retirar el sello de los orificios de drenaje; dejar que el agua drene libremente por un periodo de dos o tres horas.
- Medir la cantidad de agua drenada y registrarla como "volumen de poros de aireación".
- Calcular la porosidad total, la porosidad de aireación y porosidad de retención, utilizando las siguientes fórmulas:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{\text{Volumen total de poros}}{\text{Volumen del contenedor}} \times 100$$

$$\text{Porosidad de aireación \%} = \frac{\text{Volumen de poros de aireación}}{\text{Volumen del contenedor}} \times 100$$

$$\text{Porosidad de retención de agua \%} = \text{Porosidad total} - \text{Porosidad de aireación}$$

### Atributos del sustrato que afectan las actividades en el vivero

#### Costo y disponibilidad

Los medios de crecimiento orgánicos se pueden fabricar a partir de una gran diversidad de materias primas y mezclas entre ellas y con materiales inorgánicos por ejemplo, aserrín y geles superabsorbente (Solís 1999); restos de poda de eucaliptos (Antileo 2002); corteza de pino radiata (*Pinus radiata*) (Cabrera 1995); corteza de pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) (Buamscha 2006), entre otros. El mejor sustrato será siempre aquel material que se encuentre disponible en la mayor cantidad, lo más cercano posible del vivero y al menor costo. No siempre el sustrato más conveniente es el que utilizan otros viveristas o en el vivero más cercano. En las zonas viñateras, probablemente el mejor sustrato sea aquel que se fabrique de sarmientos picados y orujo de uva; en las zonas en que haya aprovechamiento o explotación de bosques, probablemente sea el compost de corteza; en las zonas de alta humedad y volcanes, seguramente la mejor materia prima para sustrato sea turba y piedra volcánica molida. Todos los sustratos son buenos, si están disponibles cerca del lugar en el cual se les requiere, ya que el transporte tiene una alta incidencia en sus costos; si cumplen con los estándares técnicos requeridos. Para lo cual se debe hacer un estudio exhaustivo de sus propiedades físicas y químicas antes de utilizarlos.

#### Uniformidad y reproducibilidad

Del grupo de atributos probablemente este sea el más importante. Las partidas de sustrato, necesariamente, tienen que ser uniformes en tamaño y distribución de partículas y en sus propiedades químicas, las que se deberán mantener temporada tras temporada de fabricación o cosecha. Un proveedor cuyo producto cambie en la temporada o entre temporadas, no es confiable y debería ser reemplazado por uno más regular.

#### Baja densidad

La densidad de un sustrato corresponde al peso que este tiene por unidad de volumen y se expresa en g/cm<sup>3</sup> o en kg/m<sup>3</sup>. Este valor está en función de la densidad de las partículas que constituyen el sustrato; de la facilidad de compresión que tengan las partículas y del arreglo de ellas entre sí. Es una propiedad que se deberá determinar en sustrato seco y húmedo.

#### Estabilidad dimensional

Un sustrato no debe contraerse en seco ni hincharse en húmedo mientras permanezca en el contenedor. De los medios de crecimiento más utilizados, la turba es uno de los que más cambios experimentan al respecto. La corteza de pino, bien compostada, dimensionalmente, es muy estable; en seco, es hidrófoba y requiere que se le baje la tensión superficial antes de ser utilizada.

#### Facilidad de almacenamiento

En general muchos de los medios de crecimiento son durables en el tiempo y relativamente fáciles de almacenar, sobre todo, si están compostados. Las materias primas como aserrines, corteza de arroz fresca, restos de podas de árboles pueden descomponerse durante el ciclo de cultivo y generar problemas por lo cual su utilización no es recomendable si se dispone de otros que no presenten los problemas indicados.

#### Facilidad de mezclado y llenado

Un buen sustrato debe ser fácil de mezclar con otros medios de crecimiento y permitir apropiada manipulación durante la fase de llenado de los contenedores, lo que implica que deberá fluir sin problemas cuando está desmenuzado.

#### Facilidad de rehumedecimiento

Si el sustrato, durante el almacenaje o el cultivo, ha perdido humedad, debe tener como propiedad una fácil humidificación. Los compost de corteza y turbas se transforman en materiales hidrófobos si se secan excesivamente, por ello el cuidado de su contenido de humedad debe ser una preocupación permanente antes del llenado de los contenedores y durante el cultivo.

#### Facilidad para formar cepellón

Si el proceso de cosecha implica que la planta sale del vivero con el envase, como ocurre con las plantas ornamentales, la trascendencia de formar un buen cepellón no es gravitante. En cambio si la planta será sacada desde el vivero sin el contenedor, como ocurre en la mayor parte del mundo con las plantas forestales, es importante que el sustrato tenga la capacidad de formar un buen cepellón con el sistema radical ya que este deberá soportar las labores de cosecha, embalaje, almacenaje y transporte sin perder su forma y adherencia a la masa de raíces. También es importante la calidad del cepellón cuando la herramienta de plantación hace una hendidura del tamaño de éste para plantar y así, evitar bolsas de aire. La formación de un buen cepellón es consecuencia de un manejo en vivero que estimuló un desarrollo de un sistema radical fibroso para lo cual es importante que el medio de crecimiento permita una adecuada aireación de las raíces. La calidad del cepellón en la producción de plantas en contenedor es más importante cuanto más avanzado en la época de crecimiento se realice la plantación y mayor estrés hídrico estival haya en el lugar de plantación.

## COMPOST DE CORTEZA DE PINO

Biológicamente, se denomina corteza a todo lo que queda fuera del *cambium* vascular en el eje del árbol y es el resultado de la actividad del felógeno que produce súber y células muertas separadas por la peridermis (Essau 1985). La corteza de pino radiata es un subproducto del aprovechamiento industrial de esta especie. Es una materia prima disponible, en sitios de cosecha y aserrío de la especie. La calidad de la corteza para compostaje varía con la edad del árbol, en árboles jóvenes puede llegar a tener una relación C/N de hasta 600: 1, en comparación con la proveniente de árboles maduros en los cuales la relación es de alrededor de 350: 1.

En las fábricas de compost se recibe una materia prima de tamaño variable en algunos casos, llegan trozos de corteza de más de 2,5 cm de diámetro y hasta 30 cm de longitud (Cabrera 1995). La corteza es molida, generalmente, en molinos de martillo, que tienen un tamiz interior intercambiable, característica que permite al fabricante manejar la distribución granulométrica del material a compostar. Al respecto, mientras más pequeño es el tamaño de las partículas del material a compostar, mayor será el área superficial para la actividad de los microorganismos que participan en el proceso, aunque partículas muy pequeñas impiden el movimiento del aire hacia el interior de la pila y la salida del dióxido de carbono desde la misma. Por otro lado, partículas demasiado grandes, tendrán un área de contacto muy reducida para la acción de los microorganismos pudiéndose paralizar el proceso totalmente. En la Tabla 2, se presenta un análisis físico relacionado con la participación porcentual de diferentes tamaños de partículas de corteza antes de iniciar el proceso, es decir como se recibe desde el aserradero, después que ha pasado por el molino de martillo y al término del proceso de compostaje.



Tabla 2. Participación porcentual de diferentes tamaños de partículas de corteza de pino radiata (*Pinus radiata*) en diferentes fases del proceso de compostaje (Cabrera 1995).

Tamaño de partícula (mm)	Corteza fresca sin moler	Corteza fresca molida	Corteza compostada
> 14	68,8	34,0	12,1
13,9- 6,35	16,7	37,7	24,1
< 6,34	14,4	28,2	63,8

Los valores de la Tabla 2, muestran la reducción general que experimenta el tamaño de las partículas que inician el proceso de compostaje, después de tres meses. En el proceso de producción de plantas de *Pinus sp.* y *Nothofagus sp.* en contenedores, normalmente, sólo se utilizan granulometrías inferiores a 10 mm de diámetro e incluso algunos viveristas utilizan únicamente, partículas menores a 6 mm, para las especies con semillas de menor tamaño como coihue (*N. dombeyi*), guindo (*N. betuloides*), ñire (*N. antarctica*) y pino murrayana (*P. contorta*). En este último caso, sólo alrededor de un 60% del material compostado que aparece en la Tabla 2, califica para ser utilizado en el proceso de viverización. El resto, debería ser nuevamente pasado por el molino si se tratara de un compost maduro o retornar a las pilas de compostaje para terminar el proceso, si aún no tiene la madurez suficiente.

El proceso de compostaje es aeróbico y dura entre 3 y 5 meses al término del cual, idealmente, la relación C/N debería ser 20:1 hasta 30:1; valores de relaciones mayores pueden producir problemas durante la germinación de las semillas y en algunos casos, de rizogénesis en producción a partir de estacas. La corteza es rica en taninos, compuestos que le dan el olor característico a la corteza fresca de pino y son tóxicos para el crecimiento de las plantas, durante el transcurso del compostaje son desnaturalizados mediante el calor y eliminados a través de la lixiviación (Toval 1983).

Para realizar el compostaje la corteza, una vez molida, se pone en pilas de longitud variable y de la mayor altura posible, generalmente de 3 a 4 m (Figura 3). Para acelerar el proceso de compostaje se aplica N, generalmente, en forma de urea en dosis que oscilan entre 0,5 y 2,5 kg por

m<sup>3</sup>. Con ello se activa la acción de las bacterias nitrificantes lo que se manifiesta a través del aumento de la temperatura interna de la pila de corteza, la que puede alcanzar valores por sobre los 80 °C, lo cual es dañino para las mismas. Por lo anterior, cuando la temperatura de la pila de compostaje es de alrededor de 60 a 70 °C se realiza su volteo con el fin de bajar la temperatura, airearla y rehumedecerla si fuera necesario.



Figura 3. Pilas de corteza de pino radiata (*Pinus radiata*) fresca (A) y volteo de las mismas una vez que se ha logrado la temperatura adecuada en la pila (B).

Una vez terminado el compostaje, se generan cambios químicos en la corteza (Tabla 3). En algunos casos se producen disminuciones importantes en los valores de ciertos compuestos como ocurre con el nitrógeno nítrico; en otros se observan aumentos como sucede con el pH y otros se mantienen muy estables como ocurre con el carbono orgánico.

Tabla 3. Contenido o proporción de algunos elementos y propiedades químicas de la corteza de pino radiata (*Pinus radiata*) fresca y una vez terminado el proceso de compostaje.

Elementos o propiedades químicas	Corteza fresca	Corteza compostada
N total (%)	0,32	0,38
N nítrico (ppm)	110	77
N amoniacal (ppm)	140,5	130
Materia orgánica (%)	34,5	33,7
Carbono orgánico (%)	20,06	19,60
Relación C/N	62,70	51,58
pH suspensión 1:5	4,9	5,4
Conductividad electrolítica (mmhos/cm)	0,50	0,20
Manganeso (ppm)	122	195

Uno de los aspectos más importantes del compostaje aeróbico es que por las temperaturas que se alcanzan en el transcurso del proceso, el material resultante es bastante aséptico, libre de hongos patógenos, larvas y huevos de insectos, nemátodos y semillas de la mayoría de las malezas más comunes en los viveros que utilizan suelo mineral como medio de crecimiento.

El compost de corteza de pino se destaca por ser un material extremadamente fácil de manipular, por lo tanto, es simple modificar su granulometría, la distribución del tamaño de sus partículas y por ende, prepararlo y adaptarlo a los requerimientos específicos del cultivo que el viverista esté realizando. Además se lo puede mezclar con otros materiales cuando se busca generar medios de crecimientos con atributos especiales (Tabla 4). En el futuro es probable que las fábricas de compost de corteza produzcan diferentes tipos de productos según los requerimientos específicos de los distintos usos que se le pueden dar a los medios de crecimientos orgánicos.

Tabla 4. Porosidad total, de aireación y retención de diferentes sustratos producto de la mezcla de corteza, turba y arena. El tamaño de partícula de la corteza varía entre las mezclas.

Proporción de materiales en la mezcla (%)			Porosidades (%)		
Corteza	Turba	Arena	Total	Aireación	Retención
50 (tamaño partícula: <3 mm)	30	20	58	20	38
60 (tamaño partícula: <3 mm)	30	10	56	21	35
60 (tamaño partícula: 3-6 mm)	30	10	61	30	31
60 (tamaño partícula: <3 mm)	0	0	51	23	28

De los valores de la tabla anterior, se desprende que el viverista puede preparar las mezclas que estime pertinente según su disponibilidad de recursos o los requerimientos específicos del cultivo con el cual esté trabajando. Se debe tener presente que los diferentes tamaños

de partículas que componen el medio de crecimiento y la participación de ellas en la mezcla, afectarán o modificarán a las distintas porosidades en un mismo tipo de contenedor. Por otra parte, los diferentes volúmenes y longitudes de contenedores afectarán los valores de las porosidades de un mismo sustrato o medio de crecimiento. Este hecho es el que determina que cada vivero tenga su propia realidad y ella sólo es aplicable en otro que utilice el mismo modelo de contenedor y proveedor de medio de crecimiento. Basta un cambio en cualquiera de los aspectos señalados para que, técnicamente, la situación sea diferente.

Las distintas especies y técnicas de propagación tienen requerimientos específicos respecto de algunas porosidades para lograr una mayor eficiencia en el cultivo. El viverista debería conocerlas, adaptarlas y aplicarlas a su propia realidad de cultivo. En la Figura 4, se presentan los resultados obtenidos en la tasa de enraizamiento de estacas de pino radiata cuando en un mismo contenedor se utilizan distintas mezclas que originan diferentes valores de porosidades.

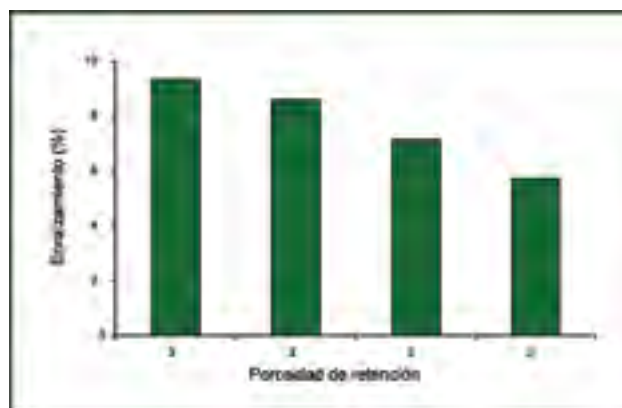


Figura 4. Porcentaje de enraizamiento en función de la porosidad de retención del sustrato en plantas de pino radiata (*Pinus radiata*).

En la Figura 4 se observa como en un mismo contenedor, los valores de porosidad de retención pueden oscilar entre 38 y 28% y como estos afectan a la tasa de enraizamiento de estacas de pino radiata que oscila entre un 92 y 65%. Los resultados de la figura son una evidencia más de que cada viverista debe ser autosuficiente para tener una gestión exitosa. Nada se obtiene con copiar medios de crecimiento si los contenedores entre viveros, son diferentes; lo mismo ocurre si se compara la situación de dos viveros que tengan los mismos contenedores pero los medios de crecimiento que utilizan, son distintos.

El viverista que sabe en que rango de porosidades se cultiva una especie y cual es la óptima, podrá reproducirla en cualquier lugar del mundo, con cualquier contenedor y con cualquier sustrato o medio de crecimiento. El conocimiento del manejo de las porosidades contribuye a evitar que sustratos muy baratos en una zona o país, se transformen en poco rentables en otra, debido a que el productor de plantas es sustrato dependiente.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Antileo, E. 2002. Evaluación de una alternativa de Compost elaborado con residuos agroforestales. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento Silvicultura. Concepción, Chile.
- Buamscha, M. G. 2006. Chemical and physical properties of Douglas fir bark relevant for the production of container crops in Oregon. Master of Science Thesis. Oregon State University. Corvallis, USA.
- Cabrera, R. 1995. Influencia del tamaño inicial de partículas en el proceso de compostaje aeróbico de corteza de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.
- Campano, J. 1996. Efecto de la granulometría y altura del contenedor en las porosidades del compost de corteza de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.
- Coopman, R. 2000. Efecto del tipo de contenedor en las porosidades del sustrato, variables morfofisiológicas y aspectos de manejo en vivero, de plantas de *Pinus radiata* D. Don propagadas a partir de estacas. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.
- Escobar, R. 2007. Manual de viverización: *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Centro tecnológico de la planta. CORFO Innova – Chile, INFOR. Concepción. Chile.
- Essau, K. 1985. Anatomía vegetal. Omega S.A. Barcelona, España.
- Landis, T.; R. Tinus; S. McDonald y J. Barnett. 1990. Container and growing media, Vol. 2, The Container Tree Nursery Manual, Agric. Handbk. 674. Washington, DC: U. S. Department of Agricultura, Forest Service. 88 p.
- Pritchett, W. 1991. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Traductor, J. Vega. Editorial Limusa; grupo Noriega. 634. p. México D. F., México.
- Solis, C. 1999. Combinación de superabsorbente MVH – 102 con aserrín fresco y compost de corteza de pino en producción de plantas de *Eucalyptus globulus* Labill. a raíz cubierta. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento Silvicultura. Chillán, Chile.
- Swanson, B. 1989. Critical Physical Properties of Container Media. American Nurseryman, June 1:59 – 63 p. USA.
- Toval, G. 1983. Utilización de la corteza de pinos como sustrato en vivero. An, INIA/ Ser. Forestal (7):67 – 81 p.
- Viel, R. 1997. Efecto de la altura del contenedor porosidad del sustrato en el crecimiento y desarrollo de plantas de *Pinus radiata* D. Don. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Silvicultura. Concepción, Chile.