

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Ctra. Gral. Santander nº 72. Granda, SIERO
PRINCIPADO DE ASTURIAS - ESPAÑA

27 de noviembre de 1995

Esquema de la lección sobre sustratos para Bonsái, a dar en las Jornadas ó talleres de Bonsái del CBPA.

1. A que llamamos Substrato.

El medio de cultivo para los Bonsái es el sustrato, la mezcla o "tierra", contenida en los tiestos. No obstante, "tierra" es un nombre equivocado pues la "tierra del campo" no puede ser usada satisfactoriamente en un tiesto debido, entre otras causas, a la película de agua que se produce en el fondo del tiesto. En algunos casos se han usado como parte del sustrato, tierras muy arenosas, pero no parecen recomendables. Se dice que si se hace el sustrato con parte de tierra, las plantas arraigarán mejor. Esto no es verdad y generalmente el crecimiento de las raíces del árbol disminuye debido a la falta de oxígeno en la zona de las raíces y por ello la nutrición es escasa.

La función primaria del sustrato es proporcionar fijación a la planta y un buen ambiente para el crecimiento de las raíces. Se debe suministrar equilibradamente oxígeno, agua y nutrientes a este sistema complejo y dinámico. Las raíces no pueden absorber agua y nutrientes sin oxígeno.

Durante el proceso de respiración de las raíces, las bacterias, los hongos y los insectos, constantemente se añade dióxido de carbono (CO_2) al sustrato. Se debe permitir escapar a este dióxido de carbono a la atmósfera, mientras a cambio entra el oxígeno. En casi todos los casos, cuando crece la proporción de dióxido de carbono, disminuye la de oxígeno y viceversa. Por eso, es imposible decir, si es la deficiencia de oxígeno o la toxicidad del dióxido de carbono, la responsable del escaso crecimiento de las plantas en un medio con capacidad insuficiente para el intercambio de gases con la atmósfera circundante.

Hay que tener presente que una buena tierra de campo contendrá del 2 al 4% de materia orgánica la cual es suficiente para mantener la mayor parte de la actividad biológica (bacterias y hongos). En un sustrato convencional orgánico el volumen de la materia orgánica es frecuentemente del 50 e incluso llega al 100%. Si conectamos esta cantidad de comida para los microorganismos con una abundancia de agua y temperaturas superiores de lo normal; el dióxido de carbono liberado por el medio de cultivo será muchas veces mayor, comparándolo a un volumen igual de tierra del campo. Por eso hay necesidad de sustratos de crecimiento sin tierra, con una alta proporción de espacio poroso drenable, para en todo momento permitir un intercambio rápido de gases.

Con el tiempo las acciones de los microorganismos, causan cambios en las características físicas, químicas y biológicas del medio de cultivo. Un medio que es bueno para un cultivo de plantas anuales (a plazo corto), debido a la acción de los microorganismos sería poco satisfactorio para plantas leñosas, que se deben cultivar en un contenedor más grande durante más de un año. Si la profundidad del medio de cultivo en un contenedor es de 15 cm. en el momento de plantar y después de cuatro meses es de sólo 10 cm. debido a la descomposición, no solamente una porción substancial de los nutrientes ligados se irá en el proceso de descomposición, sino que la reducción de la profundidad de la columna de drenaje reducirá mucho el intercambio oxígeno/dióxido de carbono, tan crítico para la actividad de las raíces.

Frecuentemente nos preguntamos, "¿Porqué el medio de cultivo en un contenedor tiene que ser más poroso que una tierra de campo para el buen crecimiento de las plantas?" Aun cuando se ha estudiado muy poco esta materia, se considera que principalmente es debido a la tremenda actividad de los microorganismos en un medio muy orgánico, con alta temperatura

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

y con una gran abundancia de agua y nutrientes. La temperatura de un campo de tierra, 5 cm. debajo de la superficie raramente excede los 24° C y sin embargo en un medio de cultivo en contenedor se llega a alcanzar 43° C o más, durante los días de verano soleados. Si pudiéramos ver toda la actividad en el medio de cultivo de un tiesto, se parecería mucho al tráfico en una gran ciudad. Porque no podemos ver este laberinto imponente de actividad, es fácil pasar por alto su presencia e importancia.

Otro factor que se debe recordar es que el volumen del tiesto retiene a todo el sistema de raíces de la planta. Esto concentra muchas más raíces en un espacio muy limitado comparado al extenso sistema de raíces de la mayoría de las plantas cuando crecen en una buena tierra de campo. La competencia por el oxígeno entre las raíces de la planta y los microorganismos llega a ser el mayor factor limitante del crecimiento, durante los períodos de temperaturas altas.

El Bonsái se compone de tres cosas, el árbol, el tiesto y el sustrato y las tres son de importancia vital en la obra acabada. El sustrato, la tierra que contiene el tiesto, es parte del sustento del árbol.

Solamente por esto ya intuimos que es primordial. Si no tenemos un buen sustrato, difícilmente podremos continuar en la creación de un Bonsái.

En la Naturaleza las plantas terrestres crecen en la tierra y llamamos tierra al material en que observamos que crecen plantas y como ya nos hemos hecho un lío, no vamos a seguir hablando de la tierra donde crecen las plantas, además los Bonsái no crecen en la tierra, crecen en un tiesto, casi siempre pequeño y la tierra se cría en el suelo, no en los tiestos, por eso, repito que no vamos a hablar más de tierra.

De aquí en adelante, vamos a hablar de un sucedáneo, pues el Substrato no es más que un sucedáneo de la tierra para cultivar las plantas en tiestos.

Y aunque parezca que con esto, estoy advirtiendo de grandes dificultades, nada hay de ello, como sustrato valdrá cualquier cosa, y estoy hablando en serio, desde trapos viejos a piedras de río, pasando por cualquier otro material, incluso la famosa “tierra”; en general recomiendo que cada cual emplee lo que tenga mas a mano.

Solamente tenemos que elegir un material que tenga las características que pide el Árbol para su bienestar.

Y estas características, los estudiosos las han copiado de la “tierra” y yo voy a intentar contaroslas.

Todo esto ocurre porque parece que no hay forma de que la “tierra”, siga siéndolo por algún tiempo cuando la metemos en un tiesto y por eso lo del sucedáneo.

Bueno vamos con esas características que se deben cumplir cuando el Substrato esta metido en el tiesto y el arbolito también:

2. Las Características del Substrato.

2.1 Los Factores físicos

Unas son los Factores Físicos y les vamos a llamar así, porque no son químicos y claro las cosas o son químicas o físicas, aunque protesten los Biólogos.

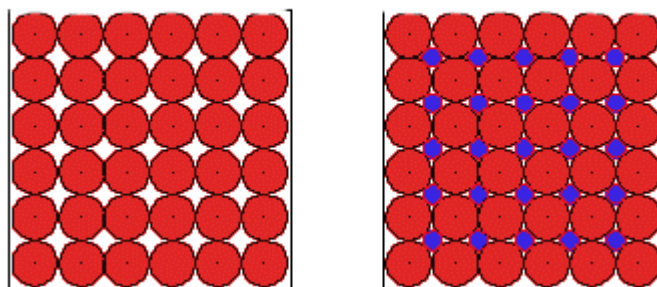
En el sustrato van a vivir las raíces del arbolito y éstas tienen que respirar y ésto, igual que para todo el mundo, ya sabemos que es lo principal, y entonces podrán sujetar al árbol, aBsorber los nutrientes y el agua, pero si no las dejamos respirar, pues aplicaros el cuento, así no hay quien haga nada.

2.1.1 La Capacidad de Aireación,

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Si cada vez que regamos un tiesto, el agua no se va por el agujero, el aire no puede entrar y el que había, si lo había, seguro que es irrespirable pues las mismas raíces, además de los demás bichitos que hay en el sustrato, han consumido todo el oxígeno, que es la parte del aire que necesitamos para respirar.

Es pues muy necesario que halla aire en el sustrato y que además se renueve constantemente. Y para ello tiene que haber agujeros para que el aire los ocupe y pueda circular, es decir tiene que ser poroso, esto quiere decir que las partículas que lo forman deben de ser de un tamaño parecido, así habrá huecos, hay que darse cuenta de que si hay partículas grandes y pequeñas mezcladas, estas últimas se meterán entre los agujeros que forman las grandes y los tapan y entonces el aire **no podrá pasar**.¹

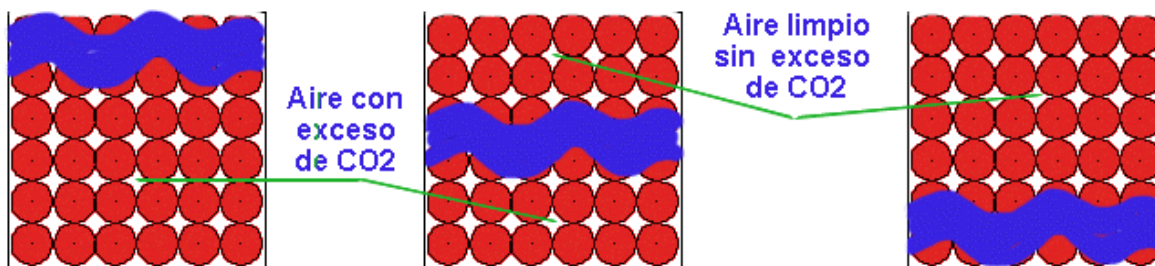


Pues bien al volumen de sustrato que no lo es, ósea a los agujeros, les vamos a dar un nombre, en adelante les llamaremos “Espacio Poroso” y al aire que hay en este “Espacio Poroso” le llamaremos “Capacidad de Aire” o de aireación”, porque no todo el “Espacio Poroso” esta lleno de aire, también allí esta el agua y ocupa sitio, a veces mucho y otras veces poco; de esto vamos a hablar ahora.

2.1.2 Capacidad de retener agua

Ya habíamos dicho que el agua era necesaria en el sustrato, porque la necesitan las raíces para llevársela al arbolito y además para que al circular de arriba a abajo por el tiesto, arrastrase al aire viejo, irrespirable, y lo sustituyera por aire nuevo.

Si nos imaginamos al agua que añadimos en el tiesto como el embolo de una bomba de bicicleta, lo veremos muy claro. **Explicar con un dibujo en la pizarra.**



Además el agua también cumple otras funciones, pues no hay que olvidar que entre otras cosas, es el vehículo que usan los nutrientes para entrar en el árbol, pero de esto os hablaran más adelante.

¹ Ejemplo de como las partículas pequeñas tapan los agujeros entre las grandes. ,

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

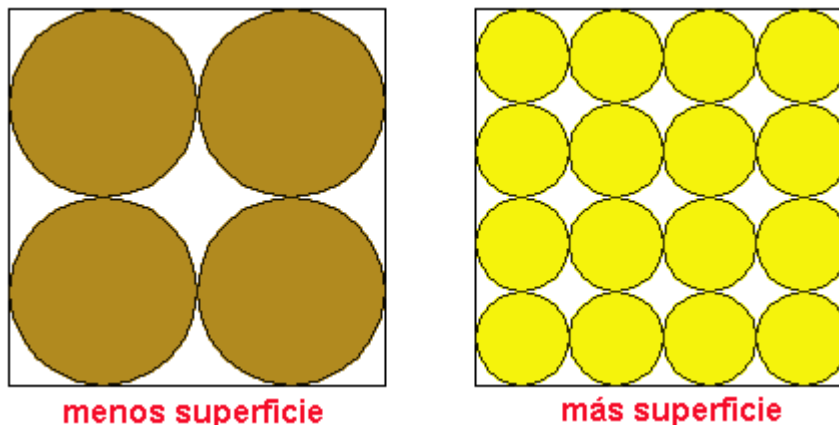
Porque la necesitan las raíces para llevársela al árbol y por las otras funciones, el agua debe de permanecer en el sustrato, no vale que entre e inmediatamente salga, como en el ejemplo de la bomba de la bicicleta.

¿Y como haremos para que se quede en el sustrato?. Pues muy sencillo, gracias a sus propiedades físicas, el agua tiene la costumbre de quedarse pegada a la superficie de las cosas, o sea que “moja” y cuando regamos el tiesto, una parte se va por el agujero, pero otra se queda pegada a la superficie de las partículas, “las moja”, y esta es el agua que después van a aprovechar las raíces.

Y claro, cuanto más superficie de partículas hay, mas agua se queda “mojando”, ósea que manejando el tamaño de las partículas, conseguiremos que se quede más o menos agua.

Pero aquí hay que tener mucho cuidado, si ponemos muchas partículas pequeñas, tendremos más superficie, pero los agujeros entre ellas serán más pequeños, y el agua que las moja no dejara espacio para el aire y esto no les gusta a las raíces.

Es pues necesario un equilibrio. *Dibujar en la pizarra*¹,



Recordamos que al volumen de agujeros le llamamos “Espacio Poroso” y a la parte de este ocupado por el aire “Capacidad de Aire”, pues bien, a la parte ocupada por el agua le llamaremos “Capacidad de Agua”.

Queda claro entonces que el “Espacio Poroso” esta ocupado por agua y aire y que la mayor o menor cantidad de agua o aire depende casi exclusivamente del tamaño de las partículas y de esto seguimos hablando ahora.

2.1.3 Tamaño de las partículas

Si las partículas del sustrato son todas grandes, los agujeros entre ellas serán grandes y por tanto habrá mucho aire y de agua, la que esté mojando la superficie de esas partículas.

Si las partículas del sustrato son pequeñas, los agujeros entre ellas serán pequeños y en ellos cabra menos aire y de agua será igual que antes, la que este mojando la superficie de esas partículas, pero como hay mucha más superficie de partículas si estas son pequeñas que si son grandes, por eso en este caso habrá mucha más agua que aire.

Tenemos pues que con partículas grandes tendremos gran “Capacidad de Aire” y poca “Capacidad de Agua” y con partículas pequeñas al contrario, mas agua y menos aire.

¹ Ejemplo de como aumenta la superficie de las partículas si estas son más pequeñas:

Cubo de 8 centímetros de lado con un volumen de 0,512 litros.

Si lo llenamos con 8 esferas (partículas grandes) de 2 centímetros de radio

La superficie total de las esferas sera de: $8 \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^2 = 402$ centímetros cuadrados

Si lo llenamos con esferas de 1 centimetro de radio, seran 64 esferas (partículas pequeñas)

cuya superficie total es de: $64 \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2 = 804$ centímetros cuadrados

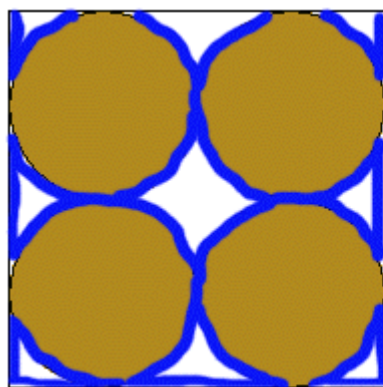
CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Y ya dijimos que las raíces necesitan de un equilibrio entre la capacidad de agua y la de aire y como esto depende del tamaño de las partículas, pues no nos queda otro remedio que escoger el tamaño de las partículas del sustrato.

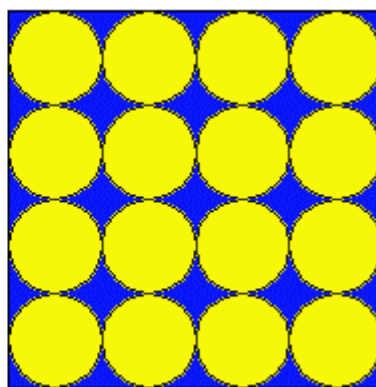
Modernamente, antiguamente también, esto se hace con unas “piñeras” (tamices) con las que eliminaremos las partículas grandes y pequeñas, quedándonos con el tamaño que en cada caso elijamos.

Parece ser que la mayor parte de los árboles están contentos si el “Espacio Poroso” constituye la mitad del volumen del sustrato, el 50% y este se reparte a medias, entre la “Capacidad de Agua” y la “Capacidad de Aire”¹

Se me olvidó decir que el agua “Moja” en cantidad diferente cada tipo de material, no lo hace lo mismo en la arcilla que en el cuarzo u otros materiales cualesquiera, por dos motivos, algunos materiales la chupan más que otros y además y esto es lo que más nos importa, la capa de agua que se pega a la superficie de los distintos materiales, no es igual de gruesa y por tanto “algunos materiales se mojan más que otros”.²



ADSORCIÓN



COHESIÓN

Además también existen variaciones que dependen de la forma del tiesto, por ejemplo “Sacar la esponja”

¹ Ejemplo de como es imposible llegar a un espacio poroso del 50%: Cubo de 8 centímetros de lado con un volumen de 0,512 litros.

Si lo llenamos con 8 esferas (partículas grandes) de 2 centímetros de radio

El volumen total de las esferas sera de: $8 \cdot 4 \cdot \pi \cdot R^3 / 3 = 268$ centímetros cúbicos

Si lo llenamos con esferas de 1 centímetro de radio, cabran 64 esferas (partículas pequeñas)

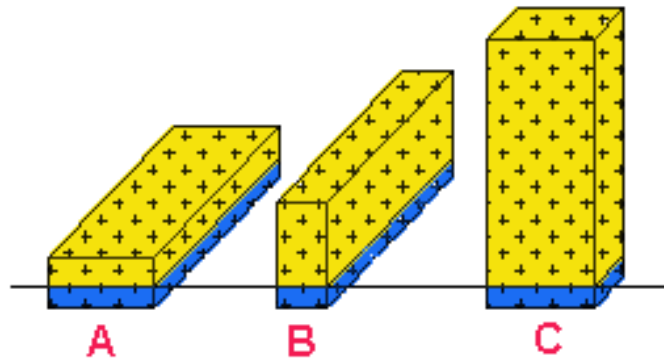
cuyo volumen total es de: $64 \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^3 / 3 = 268$ centímetros cúbicos

En todos los casos de partículas iguales y esféricas, el volumen de partículas sera siempre el mismo, osea que el espacio poroso no puede sobrepasar el 47% del volumen del sustrato.

Podremos disminuirlo, usando partículas no esféricas (que se imbricaran unas con otras, disminuyendo los huecos), o bien mezclando partículas de diferente granulometría, de forma que las pequeñas ocupen sitios entre las grandes.

² Explicar que además de que el agua se pega a las partículas, las moja (adsorción), también se pega entre ella misma (cohesión) y si la distancia entre las laminas de agua que mojan a las partículas es muy pequeña entonces ocurre esto y no deja ningún lugar para el aire.

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS



Si empapamos una esponja en agua y la posamos en una superficie de la que podamos recoger el agua que drena, veremos que en el caso A drenará una cantidad que es función de su porosidad. Si ahora la colocamos como en la figura B volverá a drenar más agua y si la pasamos a la postura C, de nuevo recogeremos agua. Esto ocurre como resultante de la fuerza de la gravedad y las fuerzas de adsorción y cohesión. Determinamos por tanto, que las capacidades de agua y aire de un sustrato en un tiesto dependen de su forma, además de depender de las características del sustrato y de su granulometría.

Por eso dependiendo del material que usemos como sustrato y de la forma del tiesto, deberemos de averiguar las “Capacidades” de agua y de aire, para cada uno de ellos, los tiestos.

Para hacer esto, existen muchos métodos más o menos científicos, pero para el caso que nos ocupa hay uno muy sencillo y que brevemente os vamos a explicar **Demostración en la pizarra o con tiesto y agua.**

1º. Forramos por dentro el tiesto que vamos a usar con una lámina de plástico impermeable.

2º. Lo llenamos con el sustrato seco que vamos a medir.

3º. Vertemos agua hasta que todo el sustrato quede empapado. Apuntamos la cantidad de agua gastada. ESTE VOLUMEN SERÁ EL ESPACIO POROSO

4º. Perforamos por los agujeros de drenaje el plástico impermeable y dejamos que drene el agua. EL VOLUMEN DRENADO SERÁ LA CAPACIDAD DE AIRE

5º. La diferencia entre el VOLUMEN DRENADO y EL VOLUMEN DE AGUA GASTADO en saturar el sustrato será LA CAPACIDAD DE AGUA.

6º Todo ello lo calculamos en % respecto al volumen del sustrato.

Visto como se hace, tendremos que ir probando con los materiales que elijamos para construir nuestro sustrato y si no conseguimos las capacidades aconsejadas, debemos de intentar variando la uniformidad, acercarnos lo más posible y en último caso elegir otros materiales.

2.1.5 La Uniformidad

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Esta Uniformidad se refiere al tamaño de las partículas, a veces tendremos que mezclar dos o más tamaños de ellas, para de esa forma disminuir el "espacio poroso" y variar la proporción entre las "Capacidades de agua y aire". Si necesitamos un sustrato con más capacidad de agua y le añadimos una porción de partículas más pequeñas, estas al colocarse entre los agujeros de las grandes, disminuirán el "Espacio Poroso" y al aumentar la superficie, aumentarán la "Capacidad de Agua" y como resultado tendremos más agua y menos aire en el conjunto. Jugando pues con la uniformidad de las partículas, podremos hacerlo con las "capacidades" de aire y agua.

Y como ya apuntamos antes, también mezclando diferentes componentes, más o menos mojables, obtendremos diferentes resultados, en este caso estaremos jugando con la Uniformidad de los Componentes.

2.2 Los Factores químicos.

Ahora voy a contar algo de otros factores, que como no son físicos les llamaremos químicos.

2.2.1 Capacidad de intercambio de iones

Las raíces tienen que llevarle al árbol los nutrientes necesarios para que en el laboratorio de las hojas, con la ayuda de la luz y del anhídrido carbónico del aire, se produzca la savia elaborada con la que se hacen los tejidos vegetales.

Estos nutrientes, de los que os hablan otro día y bastante, tienen que estar, como el aire y el agua, en el sustrato para que penetren a través de los pelos adsorbentes de las raíces. Pero tienen varios problemas, para estar allí. El agua que es tan necesaria, con los nutrientes se comporta mal, por menos de nada, se los lleva por los agujeros del desagüe.

Por mucho abono (Los nutrientes) que añadamos, menos tarda el agua en llevarse. Pero hay una solución, debemos de escoger un sustrato, que haga igual con los nutrientes que con el agua, que se le peguen, que se "moje", pero con nutrientes.

Las partículas de muchos de los materiales usados tienen carga eléctrica y atraen a los nutrientes que están en forma de ion y como consecuencia, estos iones quedan "pegados" (adsorbidos) a las partículas activas del sustrato (activas por la carga eléctrica).

A esta característica de algunas partículas le llaman los químicos "Capacidad de intercambio de Iones" y que explicado desde nuestro punto de vista, no es más que la mayor o menor capacidad de los materiales, para retener los nutrientes y no permitir que se los lleve el agua.

Por otra parte, los pelos adsorbentes también tienen una carga eléctrica. Cuando la fuerza de atracción (eléctrica) de los pelos adsorbentes es mayor que la de retención de las partículas, los iones de nutrientes pasan de dichas partículas a los pelos adsorbentes de las raíces.

Pero si pronuncio bien, habréis notado que las partículas del sustrato adsorben, con D, los iones (los pegan a su superficie), mientras que los pelos adsorbentes, con B, se tragan los iones, que de este modo entran a formar parte del árbol

En resumen lo que ocurre es lo siguiente:

Cuando añadimos abono al sustrato y en él hay partículas con Capacidad de intercambio de iones conseguiremos que no todos los nutrientes los lave el agua, pues muchos de ellos quedarán pegados "adsorbidos" en esas partículas. Entonces los pelos adsorbentes, que están en contacto con ellas se los tragan ó "adsorberán".

Creo que de esta forma se entiende como un sustrato, almacena los nutrientes para ponerlos a disposición del árbol. Y que si en éste sustrato no tenemos ó tenemos pocas partículas que cumplan esta función, por mucho abono que añadamos, nunca estaremos seguros de que este esté a la disposición del árbol cuando lo requiera.

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

La capacidad de intercambio de iones (CEC) la miden en los laboratorios de análisis de tierras y se expresa, generalmente, como miliequivalentes por 100 gramos de tierra seca (meq/100 gm). Por ejemplo un sustrato de barro arenoso tiene 5 meq/100 gm, mientras que un sustrato de un buen compost (estiércol maduro y bien hecho) con algo de arena tiene 35 meq/100 gm. Lo que como veis es mucho más.

Por desgracia no disponemos de ningún método sencillo de análisis de esta Capacidad, por lo que, o bien enviamos nuestros sustratos a analizar a un laboratorio, o sencillamente nos fiamos de la información que existe sobre este tema.¹

Aquí debo recalcar que estas explicaciones se refieren mayoritariamente al cultivo del Bonsái, pues tanto en la horticultura como en la agricultura, existen otros muchos sistemas de asegurar que los nutrientes estén a disposición de las plantas.

Además esta Capacidad de Intercambio es un seguro para las raíces, os explico.

2.2.2 Sales solubles

Con el abono, nunca estamos seguros de lo que hacemos, la mayor parte de las veces nos quedamos cortos, pero también muchas veces nos pasamos y hay tres formas seguras de matar un árbol, secando las raíces por falta de agua, ahogándolo por exceso de agua y falta de aire y secándolo por exceso de nutrientes, **si secándolo**, el exceso de abono, hace igual que la falta de agua, seca el árbol. Es igual que cuando nos bañamos en el mar demasiado tiempo, salimos arrugados y con mucha sed². Pues bien a las raíces les pasa lo mismo, con mucho abono el agua que las rodea se hace muy salada y les extrae el agua en vez de dársela y claro se secan.

Por eso la famosa Capacidad de Intercambio Ionico debe ser alta, de esta forma cuando añadimos demasiado abono, los nutrientes son retenidos por las partículas de sustrato y de esa forma no salinizan el agua y no se secan las raíces.

2.2.3 El pH

Y ahora vamos a hablar un poco de porque los agricultores a veces encalan la tierra.

Pero no os preocupéis por que de esto sé muy poco, simplemente diré que no es mas que una manera sencilla (pero harto complicada de explicar) de medir la acidez o alcalinidad de un sustrato, en pocas palabras ácido como el vinagre o alcalino como la lejía.

Diremos que un sustrato tiene de pH 7 cuando no es ni ácido ni alcalino y que si es ácido su pH será menor que 7 y sí alcalino superior.

Bueno y os preguntareis que a que viene todo esto? Pues bien, el caso es que las raíces de cada especie de árbol, para poder extraer los nutrientes de las partículas del sustrato, necesitan que este tenga un determinado pH y ocurre que cuando esto no es así, no pueden alimentarse en

¹ Tengase en cuenta que generalmente el CEC se calcula en meq/gramos, osea por peso. En los cultivos en tiesto, nosotros usamos volumentes.

Y puede haber muchas sorpresas, debido a la escasa densidad de muchos sustratos organicos (generalmente de alto CEC).

Nos podemos encontrar que al final el sustrato que cabe en un determinado tiesto, no tiene más capacidad CEC, por ser organico. Imaginemos una arena con una capacidad CEC de 1 meq/100 gm y una densidad de 3

Una turba con una capacidad CEC de 18 meq/100 gm y una densidad de 0,2

En un tiesto de un litro habra 3 kg de arena que tendran $10 \times 3 = 30$ meq de poder de intercambio.

En el mismo tiesto lleno de turba habra 300 gramos de ella, que tendran $18 \times 2 = 36$ meq de poder de intercambio

² Las membranas de los pelos aBsorbentes de las raíces, al igual que las de nuestro cuerpo son semipermeables, esto es dejan pasar el agua de una parte a otra de ellas en función de la salinidad, esto es, el agua pasara del lado menos salino al más salino con la intención de equilibrar la salinidad a los dos lados de la membrana, por eso sí el agua exterior a las membranas de los pelos aBsorbentes de las raíces es mas salina que la interior, saldrá agua del interior de las raíces y esto puede llegar a secarlas.

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

las debidas condiciones y el árbol lo siente y a veces enferma e incluso se muere, pero esto os lo explicara mejor el que os hable de abonos, además creo que sabe mucho más.

Yo solo quiero recordaros aquí que es otro factor a tener en cuenta en la construcción del sustrato, que es fácil de medir con métodos colorimétricos (los famosos papelinos) y que su corrección se hace fácilmente añadiendo al sustrato, componentes ácidos o alcalinos.

Cuando al final de esta charla veamos el cuadro de los componentes más normales de un sustrato para Bonsái os indicare los que tienen carácter ácido o alcalino.

También os quiero decir que pequeñas correcciones se pueden hacer en la misma maceta con el árbol plantado, simplemente regando con agua ácida o enmendando el sustrato con abono orgánico (con escaso contenido en Calcio, Magnesio o Sodio), si queremos acidificar, o bien enmendando con dolomia, cal o cenizas de madera en el caso de que queramos alcalinizar. La única advertencia es que los cambios no deben de ser bruscos, pues corremos el peligro de matar a todos los bichitos del sustrato, (que tanto tiempo cuesta cultivar), e incluso a nuestro árbol, que si se encontraba mal nutrido por falta de un correcto pH, y por tanto débil, un cambio repentino, aunque parezca que es para bien, se lo puede llevar de este mundo.

Y ahora (esto lo escribo en el 99), voy a introducir un nuevo punto de vista sobre el pH de los sustratos para cultivar plantas en tiestos. De ese punto de vista puede resultar, que todo lo que dije antes no es del todo verdad. Resulta que el pH, no parece tener toda la importancia que dije, es más parece que hay experimentos que lo contradicen. Es verdad que nunca en el Club (CBPA) pusimos mucho empeño en el pH, además el agua de riego tampoco nos lo permitía. (cada cual que saque sus conclusiones):

El pH.

Carl E. Whitcomb es un reconocido investigador y quizás una de las primeras autoridades sobre el tema de los cultivos de plantas en contenedores. Recomiendo encarecidamente la lectura de su libro *Plant Production in Containers* mucha de la bibliografía citada por él. De ahí extractamos lo que sigue.

Estamos acostumbrados a que nos cuenten que es muy importante que el pH del sustrato sea el indicado para la especie en cultivo.

Esto es cierto en los cultivos en el suelo, la tierra. Pero no parece particularmente importante para los cultivos en tiesto con un sustrato construido con componentes artificiales.

El pH se mide frecuentemente pero raramente se entiende. ¿El pH de una muestra de sustrato es una manera rápida y fácil para controlar el medio de cultivo, o no lo es?

¡Después de muchos años de frustración con el pH y lo que significa o no significa, ahora parece que el pH tiene poco que ver con la nutrición de las plantas que se cultivan en tiestos!

Esa declaración sobresaltara a muchos que durante muchos años, han supervisado el pH de las plantas cultivadas en tiestos.

Ahora un resumen del porque de esta afirmación conclusiva:

¿Que pasa en la Tierra del Campo? En el estudio de las tierras de cultivo en el campo, el pH es una de las primeras y a veces la única la prueba ejecutada, además que los niveles de nitrógeno, fósforo, y potasio. El pH de una tierra del campo es una herramienta muy útil. En general, cuando el pH sube la disponibilidad de la mayor parte de los micronutrientes baja. Y al contrario cuando este es bajo, la disponibilidad de los micronutrientes aumenta.

La razón de que el pH tenga un efecto tan significativo sobre la disponibilidad de los micronutrientes en las tierras minerales es porque los micronutrientes ya están allí. Cuando la tierra es más ácida, la alta concentración de iones de hidrógeno (H+) se combina con varios elementos, formando ácidos que tienen el efecto de disolver los compuestos de la tierra que contienen los micronutrientes. En cambio, cuando aumenta el pH, los iones hydroxylos (OH-)

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

se combinan con los micronutrientes y otros elementos, particularmente el calcio, formando hidroxidos básicos o alcalinos de baja solubilidad.

Por la definición de sabemos que un pH de 5 es 10 veces más ácido que un pH de 6 y 100 veces más ácido que un pH de 7 y así sucesivamente. Abreviando, vemos que la razón de la importancia del pH de una tierra de campo, esta fundamentada en que los micronutrientes están en los componentes minerales de esa misma tierra. Y la acidez aumenta su solubilidad y la alcalinidad la disminuye. Por ello dependiendo del pH, pondremos o no pondremos los micronutrientes a disposición de las plantas.

¿Pero que pasa en un sustrato artificial para cultivar plantas en tiesto? En general los componentes de este sustrato sean orgánicos e inorgánicos suelen contener cantidades muy pequeñas de micronutrientes. Y generalmente son mucho más difíciles de liberar en los componentes inorgánicos y en los orgánicos lo hacen cuando estos se descomponen, cosa que tratamos de evitar para no variar las características del conjunto sustrato.

En consecuencia, el pH tiene poco efecto en la disponibilidad de los micronutrientes dentro de los límites generales de 5,0 a 7,0.

Solamente concentraciones altas de calcio, magnesio, sodio, o bicarbonatos hacen que el pH empiece a influir negativamente en la disponibilidad de los micronutrientes para las plantas cultivadas en tiesto.

La ficción acerca del pH y el sistema de cultivo en tiestos, desconcierta además por la extendida información que afirman que la disponibilidad de los micronutrientes disminuye cuando aumenta el pH. Es verdad que la disponibilidad del hierro y manganeso disminuye cuando el pH aumenta. Pero es falso decir que es el pH el culpable de este problema. Podemos elevar el pH de un sustrato, añadiendo hidróxido de calcio.

De hecho, la cantidad de calcio es la que causa la reducción de la disponibilidad del hierro y el manganeso; él aumentó del pH es un síntoma. Él aumentó del pH en este caso se debe al calcio, pero no se puede achacar al pH la disminución en la disponibilidad de los micronutrientes en lugar de al calcio.

Ward, Hathaway, y Whitcomb cultivaron azaleas en sustratos para tiesto con pH 3,0 hasta 8,2 empleando elementos no esenciales, para bajar o elevar el pH. Incluso proporcionaron dolomia como fuente de liberación lenta de calcio y magnesio. En todo el rango de 3 a 8,2 las plantas crecieron bien.

La mayor más importante consideración en un sistema de cultivo de plantas en tiesto no es el pH, sino la cantidad y la proporción de nutrientes esenciales que están disponibles para la planta. La cuestión de fondo es que si agregamos micronutrientes a un sustrato de cultivo en tiesto sin tierra, estarán allí para el uso de la planta y si no lo hacemos, las deficiencias de micronutrientes serán casi seguras y el pH tendrá una influencia muy pequeña.

¿Como hacer esto? Los fertilizantes de micronutrientes en el mercado varían desde los elementos traza de liberación muy lenta tal como Frit 503 o 504 de Frit Industries' a formas muy solubles tal como micronutrientes Micromax de Sierra Chemicals' o los STEM (Mezcla soluble de elementos traza) de Peters'. Es interesante conocer que todos los productos de micronutrientes generalmente mejoran el crecimiento de la planta cuando se comparan a plantas cultivadas en el mismo medio, pero sin añadir ningún micronutriente.

Varios productos de micronutrientes se basan en agentes quelantes tal como EDTA (Acido Ethylene Diamine Tetracedic) o compuestos similares. Los elementos micronutrientes están ligados al agente quelante y así se trata de impedir que reaccionen con el fósforo, calcio, sodio o varios bicarbonatos, formando compuestos insolubles. Mientras los micronutrientes estén en

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

compañía del agente quelante, presumiblemente la planta tiene acceso al elemento por absorción del quelato o intercambiando iones de hidrógeno por los iones de micronutrientes.

Pero hay problemas con los agentes quelatantes:

1) son descompuestos por los microorganismos y por ello la disponibilidad de micronutrientes dura al máximo sólo unos meses

2) los elementos en forma de quelatos pueden ser reemplazados con otros elementos que están presentes en el sustrato y que tiene un grado más alto de afinidad (por ejemplo, hierro-EDTA+ Calcio pasa a calcio-EDTA, donde el calcio reemplaza al hierro, así se reduce la disponibilidad del hierro).

¿Como retener los micronutrientes en el sustrato? Parece que los micronutrientes en el sustrato se ligan (adsorben) por el complejo de intercambio. En estudios de agregar micronutrientes a un sustrato para esquejes, se obtuvieron beneficios substanciales repetidamente al añadir nitrógeno, fósforo, y potasio de liberación lenta, (Osmocote 18-6-12 o 13-13-13 a aproximadamente 4 libras/yarda cubica). Sorprendentemente, se obtuvo un beneficio de crecimiento al añadir los micronutrientes cuando, a) el nitrógeno y fósforo de liberación lenta del Osmocote estaba presente y b) cuando los micronutrientes eran solubles. Incluso cuando se emplearon niveles muy altos de elementos traza Frit, no se consiguió ningún beneficio de la corta exposición de los esquejes a las fuentes de micronutrientes Frit durante la propagación. Estos resultados condujeron a más estudios, que tratan de como ocurre la extracción de los micronutrientes del medio de propagación. Cuando se lixiviaron varios sustratos con soluciones diluidas de acetato de amonio, se liberó poco o nada de los micronutrientes de los tratamientos Frit, pero se obtuvieron cantidades moderadas en los tiestos tratados con micronutrientes Micromax.

Con productos de micronutrientes de liberación lenta, cuando se liberan los micronutrientes, la capacidad de adsorción del sustrato es más fuerte que la capacidad de absorción de la planta. En consecuencia, los primeros micronutrientes liberados se ligan rápidamente al sustrato hasta que llegan a un punto de saturación o "umbral" al otro lado del cual, los micronutrientes estarán de forma progresiva, más disponibles para la planta. En cambio con productos de micronutrientes solubles rápidamente, la capacidad de adsorción del medio sobrepasara rápidamente el nivel "umbral", con lo cual los micronutrientes quedan inmediatamente disponibles a la planta. En el caso de los micronutrientes Micromax, la forma de sulfatos solubles en agua de los elementos micronutrientes, reacciona con el medio de cultivo ya en el primer riego, creando un complejo de liberación lenta de micronutrientes, prontamente disponibles para el cultivo de plantas.

Cuánto tiempo quedan disponibles los micronutrientes, depende de muchos factores. Estudios de las respuestas de las plantas durante tiempo, sugieren que quedan disponibles hasta que son absorbidos por la planta vía un mecanismo de intercambio, o por la descomposición de la materia orgánica a que se ligan. Cuando la materia orgánica en el medio se descompone en partículas más y más pequeñas, el área superficial y por eso los espacios de adsorción para los micronutrientes aumentan, elevando el nivel "umbral" y disminuyendo la disponibilidad de micronutrientes a las plantas. Esta disminución en la disponibilidad de los micronutrientes para la planta con el paso del tiempo, se acompaña a menudo por un aumento del pH debido a la acumulación de calcio o bicarbonatos del agua de riego. Por eso a menudo se culpa al calcio y al pH por la disminución de la disponibilidad de micronutrientes en el contenedor.

Tenga presente que otro factor probablemente también juega un papel: Cuando el medio del contenedor se descompone y las raíces de la planta ocupan muchos de los espacios del aire en

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

la mezcla, el nivel de oxígeno del medio disminuye, así la eficacia del sistema de raíces también mengua.

Además esto se acentúa por el hecho de que la mayoría de las raíces de las plantas, especialmente las leñosas, se concentran alrededor del perímetro del tiesto y pocas raíces quedan en el centro. Recuerde que casi toda la absorción de nutrientes ocurre cerca de las puntas de las raíces, por eso las raíces al pasar por el centro del tiesto absorben poco o nada de nutrientes. La concentración de micronutrientes en el primer centímetro exterior del medio es probablemente más baja que en el centro del contenedor a causa de la absorción de la planta. La lixiviación normal por lluvia o riego, al parecer tiene poco efecto en el movimiento de micronutrientes.

Y como final dice Carl E. Whitcomb:

Después de muchos frustrantes años de tratar de aplicar el conocimiento de las tierras a los sustratos para contenedor, el "síndrome de la tierra" se abandonó y los estudios se concentraron en combinaciones factoriales de tratamientos que proporcionen el mejor crecimiento de la planta, indiferente al pH y otros factores de la "tierra". Desde aquel tiempo, el cultivo de plantas ha aumentado grandemente y lentamente la comprensión del extraordinario sistema de producción en contenedor aumenta.

Tal vez el mejor resumen es: Las plantas son oriundas de muy variables y multiformes condiciones de desarrollo, aún ninguna planta, alguna vez, evoluciono en un contenedor.

2.2.4 Esterilidad

Cuando plantamos o trasplantamos el Bonsái generalmente, como ya habéis visto, hemos cortado raíces y hemos dejado heridas al descubierto, y es fácil que por ellas entren infecciones que retrasan o impiden la recuperación del árbol, parece por tanto muy importante que el sustrato no tenga elementos que puedan infectar nuestro árbol,

La esterilidad o de otro modo, la falta de cualquier microorganismo patógeno en los posibles componentes del sustrato será un factor muy importante, sobre todo si usamos componentes orgánicos en su construcción

En los finales de los 50 y los comienzos de los 60, la esterilización de los sustratos orgánicos o, más correctamente, la pasteurización, se uso y recomendó extensamente. La idea era eliminar los más o todos de los organismos patógenos que pueden afectar al cultivo de las plantas. En el caso del Bonsái es fácil hacerlo mediante una bolsa de plástico negro expuesta al sol durante un par de días.

Pero ocurre que con este sistema matamos todos los microorganismos del sustrato, los buenos y los malos

Permitirme que considere qué ocurre cuando se esteriliza el sustrato, y los organismos patógenos tienen acceso a éste. El tratamiento aniquila una gran parte de la densa población de los microbios, y los primeros organismos que vuelven después del tratamiento encuentran poca competencia. En consecuencia, si los microorganismos patógenos de los árboles están entre los primeros en recolonizar el sustrato, se desarrollan rápidamente y pueden causar graves enfermedades.

A causa de todo esto, en Bonsái, es altamente recomendable no usar componentes orgánicos en la construcción de los sustratos, de esta forma no es necesaria la pasteurización y si por alguna causa aparece algún microorganismo infeccioso, tendrá dificultades en desarrollarse por la falta de materia orgánica.

Pero no tenemos que olvidar que estos microorganismos acaban por ser necesarios, como os explicarán, cuando os hablen de Abonos. Por ello en Bonsái tomamos la decisión de abonar

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

con elementos orgánicos, siendo esta la forma de aportar lentamente materia orgánica al sustrato, cuando los arboles ya están recuperados y es más difícil que sean atacados por elementos patógenos.

2.3 Factores temporales

Hasta aquí hemos dado un rápido repaso a los principales factores a tener en cuenta en la construcción del sustrato para el Bonsái y hemos intentado definir y en algunos casos medir las capacidades que esos factores deben tener.

Pero con el sustrato ya construido y el árbol plantado en él, empieza a pasar el tiempo y empiezan a ocurrir cambios de las capacidades que con tanto cuidado hemos establecido. Son los que llamamos Factores Temporales.

Al principio decíamos que era casi imposible mantener las características de la tierra cuando metíamos la tierra en un tiesto, pues bien, dependiendo de los componentes y del tiempo, lo mismo nos ocurre con el sustrato, al final el “Sucedáneo”, no es más que una forma de alargar el tiempo de nuestro fracaso.

2.3.1 Capacidad de mantener los Factores físicos

Recordamos que los Factores Físicos eran las capacidades de agua y aire, y que estaban en función del tamaño, la uniformidad de las partículas y la forma del tiesto, pues bien a causa del alternante estado de húmedo y seco, de los cambios de temperatura, y de nuestras manipulaciones, muchas partículas de algunos componentes se acaban rompiendo y desmenuzando en trozos más pequeños, incluso con el paso del tiempo, llegan a hacerse polvo, de esta forma desaparece la uniformidad de tamaño y los primitivos agujeros se van llenando con los trozos de las que se rompen y significativamente veremos como disminuye el Espacio Poroso y el tiesto tarda más y más en drenar.

Además con el paso de las estaciones ocurre otro fenómeno.

2.3.1.1 La interacción del crecimiento de las raíces

Las raíces crecen y se dividen continuamente ocupando el espacio poroso y de esta forma llegan a tal punto, que ellas mismas impiden el paso del aire y el agua.

2.3.1.2 La compactación gravitacional,

También con el paso del tiempo, las partículas cuya consistencia no es pétreas, van perdiendo la forma y poco a poco se compactan unas con otras, tal como si las apretáramos y de esta forma también disminuye el espacio poroso.

Pero todavía hay más, también los factores químicos se pueden degradar

2.3.2 La Capacidad de mantener los Factores químicos,

Recordamos que los factores Químicos eran la Capacidad de intercambio Ionico, el pH, las sales solubles y la esterilidad (que verdaderamente es un factor Biológico), y también corren peligro de degradarse con el paso del tiempo. Algunas clases de partículas de las que empleamos en la construcción de sustratos, sobre todo las orgánicas, tienen una cadencia de descomposición relacionada con la proporción carbono/nitrógeno de su composición, cuando esta es alta, los microorganismos del suelo tardan más en descomponer estas partículas y si es baja duraran mucho menos (es el caso de las turbas rubias o negras). También si añadimos abonos nitrogenados, activaremos la función de los microorganismos que tardarán menos en descomponer estas partículas, y os acordareis que habíamos comentado, que un sustrato realizado con un buen cucho (estiércol) bien compostado y maduro, tenía un gran poder de intercambio ionico, que perderá en cuanto sus partículas se descompongan por la acción de los microorganismos.

El riego con aguas duras, también afectara a la capacidad de intercambio iónico de las partículas, pues aunque en las minerales, siga siendo siempre el mismo (depende de la

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

superficie), los nutrientes cationicos, la mayoría de los micronutrientes y el potasio, magnesio y nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+) son sustituidos por el Calcio del agua y dejaran de estar presentes, para la adsorción radicular. ¹

2.3.2.1 La interacción de los fertilizantes

Los fertilizantes también van a cambiar con el paso del tiempo, tanto a los Factores Físicos como a los Químicos y también van a incidir sobre un nuevo Factor, el Biológico, que no hemos tocado aquí porque lo hará el que os cuente la historia de los abonos y además porque en mi opinión, en la fabricación del substrato para Bonsái no deben intervenir componentes orgánicos (biológicos), como me parece que ya apunte cuando hablábamos de Esterilidad.

Los fertilizantes químicos, constantemente cambian la cualidad y la cantidad de los nutrientes a disposición de los microorganismos existentes en el substrato, por lo que también van a cambiar esta población y ello ha de afectar de una manera u otra a los nutrientes a disposición del árbol. Los fertilizantes orgánicos, sobre todo los sólidos, constantemente están aumentando la proporción de materia orgánica del substrato y por ello interviniendo en las capacidades de tenencia de agua y aire y también pueden cambiar significativamente el famoso pH

¹ La capacidad de intercambio de cationes juega un papel importante en la adsorción de la mayoría de los micronutrientes y del potasio, magnesio, calcio y del nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+). Cuando se aplican fertilizantes, se disuelven como partículas cargadas positiva y negativamente. Los elementos nutrientes cargados positivamente (cationes) se unen a las partículas cargadas negativamente y quedan retenidas contra las fuerzas de lixiviación del agua hasta que son desplazadas por un cation más poderoso tal como hidrógeno o calcio. Las partículas del fertilizante con carga negativa, llamadas aniones, tal como nitratos (NO_3^-), sulfatos (SO_4) y cloruros (Cl^-) se retienen en la misma manera por cargas positivas pero son más fácilmente lixiviadas por el agua.

CLUB BONSAI DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

Como resumen diremos que nada es inmutable, sobre todo cuando constantemente sobre el substrato esta actuando el riego, la temperatura, los fertilizantes, el crecimiento de las raíces y la lógica degradación temporal de las mismas partículas. Por ello no podemos pensar en conseguir un substrato perfecto y solo trataremos de acercarnos a las necesidades del árbol lo más posible, en cada momento.

Y solo quedan las preguntas y discusiones y ver que la tabla de componentes de substratos que veis en la pizarra y que más o menos hasta ahora hemos empleado aquí, se puede variar, ampliar o reducir, pero siempre en función y para conseguir mantener en su optimo las capacidades que acabamos de ver.

También recordaros que aquí estamos haciendo Bonsái y todo lo anterior conviene conocerlo, pero no ha de ser de uso cotidiano.

Una pequeña practica, permitirá que en breve tiempo a simple vista conozcamos si el substrato o los substratos que construimos, están funcionando.

Este amplio tema es más para los viveristas de cultivos en contenedor a los que les preocupan sobremanera los condicionantes económicos.

*Alfredo Martínez Rubio
Noviembre del 95
Reparado en Julio del 99*