

Sustratos de pumicita y de suelo trumao con humus de corteza: una alternativa para el reciclaje de un residuo industrial*

Substrates of pumice and trumao soil with bark humus: a possibility for recycling an industrial waste

C.D.O.: 232.322.44

RENATO GREZ, VICTOR GERDING, JORGE MOYA

Instituto de Silvicultura, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.

SUMMARY

The physical and chemical characteristics of two substrates, pumice with bark humus and trumao soil with bark humus, were studied to identify their possible utilization in plant production. It was determined that a presence of bark pumice of over 50% of the total mixture has a positive influence on the water and nutritional regime, being necessary to supplement those elements which do not reach adequate levels due to reactions with the bark humus or because of their low original content. The supplemental dosis must be determined through chemical characterization, because the different origin of pumice, trumao soil and bark humus could give different values from those indicated in the present study.

RESUMEN

Se estudiaron las características físicas y químicas de sustratos preparados en base a pumicita y a suelo trumao mezclados con humus de corteza de especies nativas, para calificar su posible utilización en la producción de plantas. Se verificó que una participación de humus de corteza por sobre un 50% otorga a los sustratos favorables propiedades en sus regímenes hídrico y nutricional, siendo necesario en algunos casos suplementar los elementos que por su reactividad con la corteza, así como por su bajo nivel de concentración, no alcanzan los límites considerados de suficiencia. Tales dosis deben ser decididas en base a un análisis químico de caracterización, pues frente al distinto origen de la pumicita, suelo trumao y corteza pueden existir valores diferentes a los indicados en el presente estudio.

INTRODUCCION

La creciente actividad industrial forestal del país ha conducido simultáneamente a la producción de grandes cantidades de residuos o desechos, los que según sus características son eliminados hacia afluentes de agua o bien son depositados en canchas de acopio (Reyes, Rubio y Elizondo, 1991).

Con el propósito de contribuir a la solución de dicho problema se ha planteado el presente estudio

financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología, FONDECYT, que tiene como uno de sus objetivos el estudiar las características morfológicas, físicas y químicas de sustratos preparados a partir de mezclas de humus de corteza con otros materiales adecuados para el cultivo de plantas -pumicita y suelo trumao- y, a partir de ellas, inferir su aptitud para tal efecto. De esta manera se pretende ofrecer una alternativa de utilización o de reciclaje de uno de los residuos importantes del sector forestal, cual es la corteza, aprovechando su cualidad de contener importantes niveles de elementos nutritivos (Meinken y Scharpf, 1988).

* Proyecto 92/0013 financiado por el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONDECYT).

MATERIAL Y METODO

Se prepararon separadamente mezclas de humus de corteza con pumicita y con suelo trumao, en proporciones de 100, 75, 50, 25 y 0%. Los materiales empleados, utilizándose la fracción de tamaño menor a 2 mm por corresponder a aquella con mayor incidencia en el régimen de agua y de elementos nutritivos, fueron los siguientes:

Humus de corteza. Se recolectó corteza a granel luego de cuatro meses de "compostización", en montículos a la intemperie, tratada al inicio del proceso con una dosis de 1 kg N/m³ de corteza, aplicado en forma de urea. La mezcla de corteza de especies nativas correspondió a un 80% de *Laurelia philippiana* (Phil.) Looser (tepa), 10% de *Aextoxicum punctatum* R. et Pav. (olivillo) y 10% de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst (roble) en proporción volumétrica (Gerding, Grez y Rondanelli, 1994).

Pumicita. Se utilizó material de origen piroclástico correspondiente a la serie de suelo Liquiñe (INIA, 1985). En este caso, previo al tamizado, fue necesario triturar parcialmente la pumicita.

Suelo trumao. Se consideró suelo del horizonte Ap (0-20 cm) de la serie Valdivia (INIA, 1985).

Las mezclas fueron preparadas en proporción volumétrica, entremezclándose hasta obtener una distribución homogénea de los componentes. Para apreciar las cualidades y/o restricciones de los sustratos se recurrió a una caracterización morfológica, física y química de ellos. Las determinaciones analíticas fueron realizadas en triplicado y expresadas igualmente en función volumétrica, dado que la evaluación de los sustratos implica considerar una unidad de volumen como referencia para el desarrollo radicular. En forma complementaria al presente trabajo se realizó una caracterización de los sustratos en base al crecimiento de distintos vegetales. Dichos resultados serán informados en forma separada.

Caracterización morfológica. Se describió la fibrosidad, estructuración o facilidad para formar agregados, apariencia y color (Munsell, 1971).

Caracterización física. Se determinó la distribución de tamaño de partículas, considerando las fracciones 2-1 mm, 1-0.63 mm y menor a 0.63 mm; peso volumétrico o densidad aparente y retención de humedad en estado saturado y luego de 48 horas de escurrimiento (capacidad de campo).

Caracterización química. Reacción o pH, determinación electrométrica en agua destilada y en

KCl 0.1N en proporción volumétrica 1:2.5 (Schlichting y Blume, 1966). Determinación de conductivimetría en el extracto acuoso antes referido.

-Carbono total, por digestión en ácido sulfúrico y dicromato de potasio y posterior medición colorimétrica según el método de Riehm y Ulrich (1954).

-Nitrógeno total por el método de Kjeldahl (Schlichting y Blume, 1966).

-Fracción de elementos K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y Al extractables en acetato de amonio-DTPA a pH 4.8 y determinación por espectrofotometría de absorción atómica (Grez, Piel y Anazco, 1990).

-Fracción de P extractable en ácido cítrico al 1% y determinación colorimétrica por el método vanadato-molibdato (Moll, 1970).

-Fracción de B extractable en cloruro de calcio 0.1% a ebullición y posterior determinación colorimétrica por el método de azometina-H.

Los valores obtenidos fueron validados mediante análisis de varianza factorial y la prueba de Scheffé para determinar diferencias significativas entre tratamientos (P<0.05). En cuanto a los resultados analíticos, éstos fueron calificados de acuerdo a los rangos utilizados en el Laboratorio de Nutrición y Suelos Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile (1992).

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización morfológica. El humus de corteza se caracteriza por constituir una masa oscura, homogénea, con gran cantidad de fibras finas, muy friable, y de color negro 5YR 2.5/1. La pumicita es de color amarillo 3.5 YR 7/6 en seco y 10 YR 5/6 en húmedo, no adhesiva, friable, sin tendencia a formar agregados, de textura arenosa con gránulos que presentan poros. El suelo trumao es de color pardo oscuro en húmedo 7.5 YR 3/2, de textura franco limosa, ligeramente plástico y adhesivo, friable, con estructura grumosa que al comprimirlo forma agregados levemente cohesionados.

Las mezclas obtenidas con la combinación de los componentes antes descritos se caracterizan por formar agregados de poca resistencia, en que los materiales originales son reconocibles, variando el color de acuerdo al grado de participación de cada uno. En general, el color de los compuestos de origen mineral predomina por sobre el del humus de corteza, al recubrir las fibras filamentosas de origen orgánico.

Caracterización física. Los resultados analíticos correspondientes a la densidad aparente, distribución granulométrica, contenidos de humedad en estado saturado y a capacidad de campo y volumen de aire se presentan en el cuadro 1.

De acuerdo a los resultados se puede concluir que los sustratos presentan una baja densidad aparente, la cual es más acentuada en aquellas combinaciones donde predomina el humus de corteza, aspecto que adquiere relevancia desde el punto de vista nutricional. Es decir, se da el caso que los resultados analíticos de los contenidos de nutrientes expresados en función del peso son muy elevados, no obstante, por su bajo peso volumétrico los niveles expresados en función del volumen disminuyen sustancialmente.

Respecto a la distribución granulométrica, se aprecia una mayor participación de la fracción fina (< 0.63 mm) a medida que se incrementa la presencia de los componentes de carácter mineral, especialmente de suelo trumao.

El contenido de humedad retenido en los sustratos luego de ser saturados con agua es elevado y muy similar entre sí, exceptuando al humus de corteza, cuyo valor es levemente superior. Para todas las situaciones corresponde calificar a esta propiedad como muy favorable, incluyendo a las determi-

naciones de capacidad de campo y capacidad de aire. Dichos resultados coinciden con lo planteado por Zöttl (1981), Günther (1981) y Hofmann y Elfgang (1982), quienes destacan las cualidades de los regímenes de agua y aire de los sustratos preparados con mezclas de turba, tierra de hojas y suelo.

Tanto el tipo de material mineral como la proporción en que participan en las mezclas presentaron efectos significativos en las propiedades físicas. Las mezclas con pumicita presentaron menor densidad aparente, mayor proporción de partículas finas, menor capacidad de campo y mayor capacidad de aire que las mezclas con suelo trumao.

En síntesis, se puede concluir que todos los sustratos, principalmente aquellos donde predomina el humus de corteza, presentan muy buenas propiedades físicas en cuanto a la retención de agua y al volumen de aire complementario.

Caracterización química. Los resultados analíticos correspondientes se presentan en el cuadro 2. Comparando los resultados presentados en el cuadro anterior con los rangos para calificar las propiedades del suelo, así como el grado de suministro de elementos nutritivos de acuerdo a las técnicas utilizadas, se puede señalar que los sustratos son adecuados para la producción de plantas desde el punto de vista de su reacción o pH y conduc-

CUADRO 1

Caracterización física de los sustratos para la producción de plantas, preparados a partir de mezclas de humus de corteza con pumicita y con suelo trumao.
Physical characterization of substrates prepared with bark humus mixed with pumice and with trumao soil for plant production.

Propiedad	Sustrato corteza-pumicita					Sustrato corteza-trumao				
Proporción de corteza (% volumen)	100	75	50	25	0	75	50	25	0	
Densidad aparente (g/cc)	0.17	0.22	0.29	0.32	0.44	0.26	0.32	0.37	0.40	
Distribución granulométrica (% peso)										
2-1 mm	15.3	28.1	30.6	27.2	38.1	34.4	31.6	21.4	14.8	
1-0.63 mm	40.3	33.8	28.9	24.9	23.4	37.2	39.1	32.4	22.1	
< 0.63 mm	43.8	38.1	40.4	49.6	38.5	27.4	30.0	46.2	63.1	
Máximo contenido de humedad (% volumen)	77	70	74	70	68	67	62	72	70	
Capacidad de aire (% volumen)	37	29	29	24	26	10	17	24	21	
Capacidad de campo (% volumen)	40	41	44	46	42	57	45	48	50	

CUADRO 2

Caracterización química de los sustratos para la producción de plantas, preparados a partir de mezclas de humus de corteza con pumicita y con suelo trumao.
Chemical characterization of substrates prepared with bark humus mixed with pumice and with trumao soil for plant production.

Propiedad	Sustrato corteza-pumicita					Sustrato corteza-trumao				
Proporción de corteza (% volumen)	100	75	50	25	0	75	50	25	0	
pH H ₂ O	7.1	6.9	7.1	7.0	6.4	6.4	6.1	6.3	5.8	
pH KCl 0.1N	6.2	6.0	5.9	5.9	5.6	5.5	5.3	5.2	4.9	
Conductividad (μS)	69	48	42	39	81	69	53	39	60	
C (%)	36.2	28.5	14.2	8.5	0.8	31.4	17.1	13.2	11.6	
N (%)	0.3	0.4	0.2	0.2	0.02	0.7	0.7	0.9	0.8	
C/N	121	77	59	57	40	45	23	14	15	
	mg/l									
P	4.47	0.23	0.17	0.16	0.87	2.23	4.25	6.4	10.3	
K	260	192	115	76	28	183	121	67	22	
Ca	778	876	758	538	169	919	704	337	106	
Mg	158	134	122	110	94	132	111	85	33	
Fe	89	80	76	74	136	61	47	42	63	
Mn	45	32	20	16	9	27	15	9	35	
Cu	0.60	0.63	0.57	0.46	0.69	2.20	2.90	3.6	4.6	
Zn	5.8	5.2	9.1	3.3	9.5	3.9	2.5	1.8	1.0	
B	0.49	0.48	0.36	0.17	0.14	0.45	0.56	0.47	0.64	
Al	14	46	90	115	362	165	292	439	820	

tividad. Sin embargo, en algunos casos, y dependiendo del tipo de sustrato, el suministro de elementos nutritivos se sitúa en rangos restrictivos que obligan a la aplicación de medidas correctivas de fertilización en forma previa o durante su uso.

En dicho contexto cabe destacar la necesidad de aplicar N, dado los bajos contenidos de este elemento y, principalmente, por su relación C/N demasiado elevada que es desfavorable para los procesos de mineralización. Tal situación, derivada probablemente de una baja eficiencia en el procedimiento utilizado en la adición de urea, para estimular la compostización de la corteza, se estima que puede ser resuelto con un manejo más adecuado del proceso, así como con una posterior suplementación de N en el caso de persistir la insuficiencia. Como es de esperar, debido al alto nivel de N en el suelo trumao, las mezclas que contienen este suelo presentaron mayores contenidos de N que los sustratos con pumicita.

Fósforo, elemento que según la técnica de ex-

tracción utilizada se califica a niveles bajos cuando el valor obtenido en el extracto es inferior a 20 mg/l, corresponde situarlo para todos los casos en la categoría de insuficiente, especialmente en la combinación humus de corteza-pumicita. Ello, como consecuencia de los menores contenidos de P en dicho tipo de material y a la capacidad de retención que ofrece la corteza compostizada. Una situación menos extrema queda representada por el sustrato con suelo trumao puro, no obstante, del mismo modo debe contar con una fertilización para suplir los niveles de demanda vegetal.

En cuanto a K, Ca y Mg, los niveles varían directamente en relación con la participación de humus de corteza, evidenciando la importancia que representa para los sustratos la concentración de dichos elementos en la corteza. Al respecto, cabe señalar que de acuerdo a los valores de referencia considerados como adecuados para K, Ca y Mg (150, 350 y 120 mg/l, respectivamente) los sustratos con participación de humus de corteza superior o

igual a un 75% cumplen con dicha condición, siendo insuficiente para K cuando disminuye su proporción. Sin embargo, para Ca el nivel de suministro corresponde situarlo como adecuado hasta en un 25% de corteza compostizada y para Mg desde un 50% en la combinación con pumicita y desde un 75% para suelo trumao. Como recomendación general se sugiere para estos elementos considerar un 75% de corteza como valor adecuado sin tener que recurrir a fertilización.

En relación a los microelementos, Fe se considera en nivel adecuado cuando en el extracto se logra un nivel entre 30 y 80 mg/l. En dicho contexto todas las combinaciones estudiadas demuestran suficiencia, no siendo necesario tener que recurrir a fertilización.

Manganeso, con niveles de suficiencia entre 15 y 30 mg/l, permite concluir que cuando la participación de corteza es menor a 25% en el sustrato con pumicita y a 50% en el sustrato con suelo trumao pueden presentarse problemas de abastecimiento.

Cabe destacar en este último tipo de sustratos que cuando no participa la corteza compostizada el nivel de Mn en la extracción del suelo trumao, considerado en el estudio alcanza 35 mg/l, la corteza pura presenta a su vez un valor de 45 mg/l y todas las combinaciones muestran valores inferiores. Este comportamiento, que en forma similar se aprecia para P y Fe, puede interpretarse como consecuencia de la reactividad entre la corteza compostizada y dichos elementos presentes en la pumicita y en el suelo trumao. Es decir, una forma de fijación. Tal aspecto reviste especial importancia, pues confirma el hecho de que los componentes de los sustratos interactúan a través de reacciones específicas y que no sólo se comportan como materiales inertes que aportan una fracción soluble o intercambiable de elementos nutritivos.

Para Cu, considerando como suministro adecuado el rango entre 3 y 6 mg/l, se puede concluir que el humus de corteza y la pumicita, así como todas las combinaciones, presentan valores de insuficiencia. Para el sustrato con suelo trumao se aprecia que sólo bajo un 50% de humus de corteza el suministro sería adecuado. Tal hecho coincide con las observaciones y estudios realizados por otros autores, quienes han concluido que la baja disponibilidad de este elemento se debe a la formación de complejos organometálicos muy estables que restringen su oferta (Stumm y Morgan, 1970). Frente a esta situación es igualmente necesario fertilizar.

Para el Zn, con un rango adecuado entre 2.5 y 7.5 mg/l, se puede verificar que sólo el sustrato humus de corteza-suelo trumao con una participación de corteza inferior al 50% presenta problemas. Esto implica que, a diferencia de los casos anteriores, la disponibilidad de este elemento es mejor.

El boro presenta una alta capacidad de reacción con la materia orgánica así como con compuestos alofánicos que son característicos de suelos de origen volcánico como los trumaos. Corresponde calificarlo en el rango de insuficiencia. Es decir, si se considera 1 mg/l como límite de referencia para nivel adecuado, todos los sustratos se encuentran bajo dicho valor.

Un elemento que es igualmente importante, sin constituir un elemento nutritivo, es el aluminio. Su determinación es relevante, pues niveles sobre 800 mg/l en el extracto acetato de amonio-DTPA a pH 4.8 permiten considerarlo como elevado y, en consecuencia, altamente reactivo a la fijación de P. Como se puede apreciar, en todos los sustratos su nivel es muy inferior al señalado, demostrando con ello que no existirían problemas de fijación, excepto en el caso de suelo trumao puro.

En tal sentido, este problema que es conocido para suelos trumao, se vería disminuido al combinarlo con humus de corteza y permitiría un adecuado aprovechamiento de las dosis de P adicionales como fertilizante.

No obstante que la evaluación nutricional tanto de las mezclas con pumicita como aquellas con trumao presentaron muchas veces niveles o categorías similares, es destacable que el comportamiento químico-nutritivo depende significativamente del tipo de material mineral y de la proporción en que se combina con humus de corteza.

Las mezclas con pumicita resultaron, en general, menos ácidas, más pobre en N, con relación C/N más desfavorables, con menores disponibilidades de P, Cu, B, Al y mayor disponibilidad de Fe, Mn y Zn que los sustratos con trumao.

BIBLIOGRAFIA

- GERDING, V., R. GREZ, V. RONDANELLI. 1994. "Descomposición de corteza de árboles nativos para la formación de sustratos para el cultivo de plantas". *Bosque* 15(2) (en prensa).
- GREZ, R., L. PIEL, R. AÑAZCO. 1990. "Algunas consideraciones en torno a los métodos de extracción de suelos utilizados para el diagnóstico nutricional", *Actas VI Congreso*

- Nacional de la Ciencia del Suelo*, Universidad de la Frontera, Temuco, pp 38-43.
- GÜNTHER, J. 1981. "Physikalische Eigenschaften von Kultursubstraten und Substratzuschlagstoffen", *Gartenbörse und Gartenwelt* 31: 714-716.
- HOFMANN, H., A. ELFGANG. 1982. "Anwendung von Rindenprodukten im GALA-Bau", *Das Gartenamt*, 3: 172-177.
- INIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. 1985. *Suelos volcánicos de Chile*. Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile, 723 pp.
- LABORATORIO DE NUTRICION Y SUELOS FORESTALES. 1992. Tablas de Referencia. Laboratorio de Nutrición y Suelos Forestales, Fac. de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia, 2 pp.
- MEINKEN, E., A. SCHARPF. 1988. "Hohe verfügbare Kaliumgehalte in Rinden". En Rindenprodukte für den Gartenbau, *TASPO-Praxis* 1:19-22.
- MOLL, W. 1970. "Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubefizierter Parabraunerden aus alpinen Schottern und Geschieben", *Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen* 3, 180 pp.
- MUNSELL COLOR COMPANY, INC. 1971. *Munsell Soil Color Charts*. Baltimore, USA.
- REYES, L., C. RUBIO, M. ELIZONDO. 1991. "Potencial de la biomasa como recurso energético renovable para Chile", Actas VII Reunión sobre Investigación y Desarrollo de Productos Forestales. Universidad Austral de Chile, Valdivia, p. 542.
- RIEHM, vH., B. ULRICH. 1954. "Quantitative kolorimetrische Bestimmung der organischen Substanz im Boden", *Landw. Forsch.* 6:173-176.
- SCHLICHTING, E., H.P. BLUME. 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Paul Parey, Hamburgo y Berlín, 209 pp.
- STUMM, W., J.J. MORGAN. 1970. *Aquatic Chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibrium in natural waters*. Wiley-Interscience, New York, 570 pp.
- ZÖTTL, H. 1981. "Bodenverbesserung durch Schälrindeprodukte", *Allgemeine Forstzeitschrift* 36(47): 1246-1247.