

# Corteza, desecho reciclable de la industria forestal como formador de sustratos para la producción vegetal\*

Tree bark a recyclable waste of industrial forestry as a soil substrate for use in plant production

C.D.O.: 232.322.44

RENATO GREZ, VICTOR GERDING

Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura,  
Casilla 567, Valdivia, Chile.

## SUMMARY

This study tested the feasibility of using tree bark (in both its fresh and composted state) and mixtures of tree bark and sawdust as soil substrates and soil emendments.

The results indicate that tree bark and sawdust have desirable physical and chemical properties for the production of seedlings in tree nurseries, as well as for the production of vegetables. Nevertheless, tree bark and sawdust, when used as soil emendments, can obstruct the microbial use of nitrogen. For this reason, it would be necessary to apply nitrogen to the substrates in order to compensate for the nitrogen deficiency.

## RESUMEN

De las experiencias realizadas para estudiar la factibilidad de utilizar corteza como sustrato o como mejorador de suelos, tanto en estado fresco como compostizada, sola o mezclada con corteza fresca o aserrín, se puede concluir que presenta buenas cualidades físicas y químicas y demuestra ser eficiente para la producción de plantas en viveros forestales y en la producción de hortalizas.

Aserrín y corteza, no obstante las cualidades antes descritas, presentan problemas de bloqueo microbiológico del nitrógeno. Por tal motivo, en forma previa a su uso es necesario aplicar dosis de dicho elemento a objeto de compensar su carencia y para estabilizar o anular el bloqueo.

## INTRODUCCION

Aprovechando la experiencia acumulada en países de elevado nivel tecnológico, que han debido enfrentar el problema de eliminación de residuos industriales, en particular aquellos derivados del sector forestal, se ha estudiado la posibilidad de utilizar cenizas de calderas dendroenergéticas, de aserrín y de corteza como aditivos a diferentes suelos con el propósito de mejorar, según el caso, el régimen de elementos nutritivos, el régimen de agua y verificar su aprovechamiento como sustrato para la producción de plantas, respectivamente (Gerding, *et al.*, 1994; Grez *et al.*, 1992a y b; Grez y Gerding, 1995a, b y c; Jara, 1994; Soto, 1994).

En el presente trabajo, y basándose en los estudios de Zöttl (1977, 1978, 1980, 1981, 1988 y 1989), se entregan los resultados de ensayos efectuados para constatar la posibilidad de utilizar corteza de especies nativas chilenas como sustrato para la producción de plantas.

## MATERIAL Y METODOS

*Caracterización de la compostización de corteza de árboles nativos.* Durante 3 meses, diciembre de 1992 a marzo de 1993, se sometió a descomposición aeróbica a la intemperie y en montículos de 1 m<sup>3</sup> una mezcla de corteza de especies nativas, compuesta en un 82% del volumen por *Laurelia philippiana* (Phil) Looser (tepa), 12% de

\* Proyecto Fondecyt 92-0013.

*Aextoxicon punctatum* R. et Pav (olivillo) y 6% de *Nothofagus obliqua* (Mirb) Oerst (roble). Para favorecer el proceso se adicionaron 2 kg N/m<sup>3</sup> en forma de urea, 1 kg P/m<sup>3</sup> como superfosfato triple, 10 l/m<sup>3</sup> de ceniza de caldera dendroenergética para llevar el pH a valores cercanos a 7.0. El resultado de la compostización se controló mediante la temperatura, la distribución del tamaño de partículas, la capacidad de retención de agua, el pH, la conductivimetría, la fracción de elementos K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y Al en extracto acetato de amonio a pH 4.8 y de P en extracto ác. cítrico al 1% (Barrientos, 1994; Gerding, *et al.*, 1994; Grez, *et al.*, 1990). El diseño del ensayo se presenta en el cuadro 1.

CUADRO 1

Tratamientos con nitrógeno, fósforo y ceniza para la compostización de corteza.

Treatments with nitrogen, phosphorous, and ash for the composting of tree bark.

Tratamiento	Kg/m <sup>3</sup>		l/m <sup>3</sup> ceniza
	N	P	
Testigo	0	0	0
N1P1	1	0.5	0
N1P2	1	1	0
N2P1	2	0.5	0
N2P2	2	1	0
CN1P1	1	0.5	10
CN1P2	1	1	10
CN2P1	2	0.5	10
CN2P2	2	1	10

*Caracterización de sustratos de corteza compostizada-aserrín y de corteza compostizada-corteza fresca.* Se prepararon en triplicado mezclas de corteza compostizada de tamaño inferior a 2 mm con aserrín en proporciones volumétricas de 100, 75, 50, 25 y 0% de corteza, con el objeto de caracterizar su potencialidad como sustrato para la producción de plantas. Igualmente se preparó un ensayo utilizando corteza fresca en reemplazo de aserrín. Se describió su morfología, la distribución del tamaño de partículas, peso volumétrico, análisis elemental, fracción de elementos K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn y Al en extracto acetato de amonio pH 4.8, P extractable en ác. cítrico al 1%, B extractable en agua a ebullición y pH en agua y en KCl 0.1 N.

La evaluación de los resultados se efectuó a través de un diseño factorial de análisis de varianza (nitrógeno x fósforo x ceniza) y de análisis de varianza simple.

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Caracterización de la compostización de corteza de árboles nativos.* El proceso de compostización en montículos y a la intemperie de una mezcla de cortezas de especies forestales nativas se caracteriza morfológicamente por un cambio del color hacia negro pardusco, por las mayores temperaturas alcanzadas y por una disminución del tamaño de partículas en el material sometido a transformación (Barrientos, 1994).

En el cuadro 2 se puede constatar que la temperatura de todos los tratamientos con aditivos fue superior a la del testigo y que inicialmente la temperatura de la dosis N1 fue mayor a la de N2 y posteriormente N2 mostró un efecto más prolongado. Referente al P, la respuesta fue variada. Para dosis superiores de N, con ceniza, se detectó un incremento de la temperatura a mayores dosis de P, en el resto de los casos no se observaron relaciones. En cuanto a la ceniza, bajo las condiciones experimentales estudiadas no se apreció un efecto sobre la temperatura de compostización o descomposición.

CUADRO 2

Variación de la temperatura de compostización de corteza.

Temperature variation in the composting of tree bark.

Tratamiento	Temperatura °C	
	3 semanas	7 semanas
Testigo	22	23
N1P1	41	28
N1P2	37	29
N2P1	34	31
N2P2	29	35
CN1P1	40	28
CN1P2	37	27
CN2P1	28	32
CN2P2	30	36

Con relación al tamaño de partícula, en el cuadro 3 se puede apreciar que la fracción de mayor tamaño se vio afectada fuertemente por el proceso de descomposición, incluso en el testigo, disminuyendo la proporción de partículas comprendidas en el rango entre 20-40 mm y aumentando la proporción < 10 mm. La fracción entre 10-20 mm se mantuvo relativamente constante. Entre tratamientos se pudo verificar que, aparte de la diferencia respecto del testigo, no existió una respuesta clara en cuanto a la incidencia de las combinaciones N-P y ceniza sobre el proceso de compostización, evaluado desde la perspectiva de este parámetro.

En cuanto a la fracción fina no se aprecian diferencias entre tratamientos, indicando con ello que la proporción de las fracciones consideradas en el lapso estudiado se puede considerar como constante. Es decir, durante la descomposición se produjo un aumento de la fracción fina de acuerdo a los tratamientos ensayados, pero en dicha fracción no ocurrieron a su vez variaciones importantes entre los distintos tamaños.

El efecto de la compostización sobre la retención de humedad en estado saturado y a capacidad de campo se presenta en el cuadro 4. Después de 12 semanas todos los valores fueron elevados, incluyendo la muestra testigo. Sin embargo, cabe destacar que no obstante el aumento de la proporción de partículas de menor tamaño en los tratamientos con aditivos, éstos, comparativamente respecto al testigo, no evidenciaron un aumento de la

capacidad de retención de agua. Las diferencias entre tratamientos, al final del período de compostización, muestran además que tanto en estado saturado como a capacidad de campo la retención de agua fue inferior a mayores dosis de N. Sin embargo, este resultado no se vio relacionado con la distribución del tamaño de partículas.

*Reacción o pH y conductividad.* Los resultados de estas determinaciones se presentan en el cuadro

CUADRO 4

Variación a la capacidad de retención de agua en estado saturado y a capacidad de campo de corteza compostizada.  
Variation in water-holding capacity (in saturated state) and the field capacity of composted tree bark.

Tratamiento	Estado saturado	Capacidad de campo
	12 semanas	12 semanas
% peso		
Testigo	274	197
N1P1	267	202
N1P2	256	192
N2P1	212	165
N2P2	229	166
CN1P1	257	196
CN1P2	251	195
CN2P1	217	166
CN2P2	231	164

CUADRO 3

Distribución del tamaño de partícula (mm) de corteza a las 6 (entre paréntesis) y 12 semanas de compostización.

Distribution of tree bark particle sizes (mm) at 6 (in parenthesis) and 12 weeks of composting.

Tratamiento	Fracción de mayor tamaño			Fracción de menor tamaño		
	% volumen			% peso		
	20-40	10-20	< 10	4-10	2-4	< 2
Testigo	(37) 26	(20) 18	(43) 56	(33) 35	(25) 27	(42) 38
N1P1	(11) 7	(22) 22	(67) 71	(28) 29	(25) 25	(47) 46
N1P2	(13) 8	(27) 24	(60) 68	(33) 28	(21) 25	(46) 47
N2P1	(17) 9	(25) 27	(58) 64	(30) 26	(19) 23	(51) 51
N2P2	(25) 10	(20) 22	(55) 68	(30) 33	(21) 20	(49) 47
CN1P1	(17) 10	(23) 18	(60) 72	(30) 27	(21) 25	(49) 48
CN1P2	(15) 12	(25) 25	(60) 63	(31) 30	(23) 28	(46) 42
CN2P1	(13) 17	(25) 28	(62) 55	(32) 29	(21) 26	(47) 45
CN2P2	(18) 6	(20) 29	(62) 65	(36) 29	(26) 23	(38) 48

CUADRO 5

Reacción o pH y conductividad para diferentes tratamientos con N, P y ceniza durante la compostización de corteza (6 y 12 semanas).

Reaction or pH and the conductivity for different treatment with N, P, and ash during the composting of tree bark (6 and 12 weeks).

Tratamiento	pH-H <sub>2</sub> O		pH-KCl 0.1N		Conductividad uS	
	6	12	6	12	6	12
Testigo	7.0	7.1	6.5	6.5	322	245
N1P1	7.1	6.6	6.4	6.1	647	191
N1P2	6.8	5.3	6.1	5.2	610	785
N2P1	7.5	6.1	6.8	5.8	1142	331
N2P2	7.6	5.1	6.8	4.9	1402	1123
CN1P1	7.3	6.6	6.7	5.9	640	218
CN1P2	6.9	5.0	6.3	4.7	912	811
CN2P1	7.8	6.4	7.1	5.6	950	154
CN2P2	7.3	5.3	6.5	4.8	1118	654

5, siendo factible deducir que entre los tratamientos con N, P y ceniza existen diferencias tanto entre ellos como en función del tiempo de descomposición.

En una primera fase, la dosis mayor de N provocó un incremento significativo del pH, variación atribuible a la producción de NH<sub>4</sub>OH en el proceso de transformación de la urea. Posteriormente este efecto desaparece, produciéndose una mayor acidez (P<0.05), fenómeno igualmente asociado a la secuencia de reacciones en que participa la urea hasta llegar a la producción de nitrato. Es decir, existe una estrecha relación entre este compuesto, sus dosis y el valor de pH en el tiempo.

Observando la incidencia del P, agregado en forma de superfosfato triple, se concluye que en todos los casos y dependiendo de su dosificación estimula una mayor acidez (P<0.05). Esto significa que ambos elementos en la forma de los fertilizantes agregados favorecen en el tiempo reacciones de carácter acidificante, las que, para ciertos tipos de usos, deben ser neutralizadas mediante la aplicación de mayores dosis de cenizas. Esta última, en una cantidad de 10 l/m<sup>3</sup>, demostró ser insuficiente (P>0.05) para mantener el pH cercano a la neutralidad. En relación con la conductivimetría, se aprecian claras diferencias entre los tratamientos, especialmente en la fase inicial. En general, tanto la urea como el superfosfato triple elevaron la conductividad eléctrica, mientras que la ceniza no tuvo un efecto significativo. En todo caso, los

valores de conductividad eléctrica son bajos, sin alcanzar niveles inadecuados para el desarrollo radicular.

*Composición elemental.* En el cuadro 6 se presentan los resultados de las determinaciones efectuadas a las 12 semanas de iniciado el ensayo. De ellos se puede verificar el incremento (P<0.05) ocurrido en el contenido total de N y P y de la mayoría de los restantes elementos analizados respecto del testigo, como consecuencia de las dosis de fertilizantes aplicados. Sin embargo, el efecto de la adición de ceniza, rica en K, de acuerdo a lo señalado por Soto (1994), no es apreciable.

Entre los tratamientos con aplicación de fertilizantes, P es el único elemento cuya evidencia de aumento de concentración con las dosis agregadas es más marcada, no ocurriendo lo mismo para N. Incluso Ca, elemento que participa en forma importante en el superfosfato triple, y que por lo tanto sería de esperar una concentración más elevada, tampoco presenta diferencias tan claras como el P. Igualmente, no es factible asociar a los tratamientos una relación con la concentración de los restantes elementos.

*Fracción de elementos extractables en acetato de amonio-DTPA.* Los valores del cuadro 7 permiten apreciar que las cortezas compostizadas con aditivos presentan en general valores superiores de Ca, Fe y Al y, a su vez, valores menores de K, Cu y Zn que el testigo. Los elementos Mg y Mn muestran valores similares. Estos resultados per-

## CUADRO 6

Composición elemental de corteza transcurridas 12 semanas de compostización con diferentes aplicaciones de N-P y ceniza.  
Elemental composition of tree bark after 12 weeks of composting with different nutrient applications.

Trata- miento	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Al
	%			mg/kg							
Testigo	0.6	0.04	0.49	1.5	0.08	1222	185	3.6	16	33	1210
N1P1	1.2	0.62	0.39	3.2	0.15	2077	317	5.4	29	41	2461
N1P2	1.1	0.97	0.39	3.0	0.12	2385	262	5.3	28	38	2721
N2P1	1.2	0.44	0.33	2.3	0.15	4403	241	5.4	28	59	4291
N2P2	1.4	0.87	0.34	2.6	0.14	3225	282	5.7	30	49	3480
CN1P1	1.3	0.57	0.42	2.7	0.13	1793	270	5.2	25	37	2174
CN1P2	1.1	0.77	0.35	2.6	0.11	2138	198	5.4	23	37	2539
CN2P1	1.3	0.47	0.33	2.0	0.13	3315	200	6.3	23	47	3561
CN2P2	1.2	0.71	0.32	2.8	0.13	3104	246	5.6	27	44	3264

irriten concluir que como consecuencia de la compostización con aditivos, ocurren modificaciones estructurales en la corteza que inciden en la disponibilidad de los elementos.

Comparando dichos resultados con los contenidos totales de elementos en cada tratamiento, utilizando para ello una expresión porcentual como la presentada en el cuadro 8, se puede concluir que del total de elementos presentes en la corteza compostizada un porcentaje importante del Mg, Ca, K, Mn y Zn, sobre 20%, es extractable, siendo

inferiores los resultados para Fe, Cu y Al. Esto último se puede interpretar en parte como la existencia de un proceso de formación de compuestos organometálicos estables entre dichos elementos y la materia orgánica, aspecto que incide negativamente sobre su solubilidad (Sigg y Stumm, 1994; Stumm y Morgan, 1970).

Tal efecto es más marcado en la corteza compostizada con aditivos, en especial en los tratamientos con dosis altas de P (P2), en que se aprecia un menor porcentaje de extracción respec-

## CUADRO 7

Contenidos de elementos extractables en acetato de amonio-DTPA a pH 4.8, en corteza con 12 semanas de compostización.

Content of elements extractable in ammonium acetate-DTPA at pH 4.8 in tree bark after 12 weeks of composting.

Tratamiento	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	%			mg/kg				
Testigo	0.133	0.651	0.084	161	198	3.6	15	92
N1P1	0.081	1.122	0.105	244	241	1.2	19	259
N1P2	0.085	0.903	0.092	197	146	0.9	11	287
N2P1	0.083	1.010	0.084	195	204	0.7	13	281
N2P2	0.080	0.786	0.095	183	162	0.6	13	284
CN1P1	0.089	1.095	0.116	272	208	1.2	16	279
CN1P2	0.071	0.827	0.086	221	105	1.0	8	316
CN2P1	0.082	0.949	0.081	269	174	0.8	11	344.
CN2P2	0.018	0.873	0.900	279	157	0.5	10	344

to del total que para las dosis P1. Del mismo modo, no cabe descartar la influencia del pH, dado que en todos los casos con dosis P2 ocurre una mayor acidificación y con ello, probablemente, un desplazamiento de los equilibrios hacia formas más estables, como se indicó anteriormente.

*Caracterización de sustratos de corteza compostizada-aserrín y de corteza compostizada-corteza fresca.* La corteza compostizada se caracteriza por constituir una masa oscura, homogénea, con gran cantidad de fibras finas, muy friable, liviana y de color negro 5YR 2.5/1 (Munsell, 1971). La corteza fresca es de color rojizo oscuro (5YR 3/2), no adhesiva, friable, sin tendencia a formar agregados.

El aserrín fresco es de color amarillo (10YR 8/6), compuesto por partículas de estructura reconocible, muy liviano, sin cohesión.

Las mezclas obtenidas con la combinación de los componentes antes descritos se caracterizan por formar agregados de muy poca resistencia o cohesión, en que los materiales originales son reconocibles, variando el color de acuerdo al grado de participación de cada uno.

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 9. De acuerdo a los resultados se puede concluir que los sustratos presentan una baja densidad aparente, la cual aumenta con la proporción de corteza fresca y disminuye con la participación del aserrín, 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, en el sustrato corteza compostizada-corteza fresca se aprecia una mayor participación de la fracción media (1-0.63 mm) y fina (< 0.63 mm), debido al uso en este ensayo de corteza fresca previamente triturada, en que tales fracciones presentan un 29% y 51% respectivamente. Contrariamente a lo anterior, en las mezclas con aserrín se produce un aumento importante de la fracción gruesa (2-1 mm), dada la diferencia en tamaño que presentan dichos componentes.

El contenido de humedad retenido en los sustratos luego de ser saturados con agua es muy elevado y similar entre sí. Para todas las situaciones corresponde calificar a esta propiedad como muy favorable, incluyendo a las determinaciones de capacidad de campo y capacidad de aire, estando en condiciones de competir con los sustratos preparados con mezclas de turba, tierra de hojas y suelo.

En síntesis, se puede concluir que todos los sustratos, principalmente aquellos donde predomina la corteza compostizada, presentan muy buenas propiedades físicas en cuanto al régimen de agua y al régimen de aire.

En cuanto a la caracterización química (cuadro 10) se puede señalar que los sustratos son adecuados para la producción de plantas desde el punto de vista de su reacción o pH y conductividad (La-

#### CUADRO 8

Porcentaje de elementos extractables en acetato de amonio-DTPA respecto de su contenido total en corteza compostizada.

Percentage of elements extractable in ammonium acetate-DTPA with respect to the total content in composted tree bark.

Tratamiento	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
Testigo	27	43	100	13	100	100	94	8
N1P1	21	35	70	12	76	22	66	11
N1P2	22	30	77	8	56	17	39	11
N2P1	25	44	56	4	85	13	46	7
N2P2	24	30	68	6	57	11	43	8
CN1P1	21	41	89	15	77	23	64	13
CN1P2	20	32	78	10	53	19	35	12
CN2P1	25	47	62	8	87	13	48	10
CN2P2	6	31	69	9	64	9	37	11

## CUADRO 9

Caracterización física de los sustratos para la producción de plantas, preparados a partir de mezclas de corteza compostizada-corteza fresca y de corteza compostizada-aserrín.

Physical characterization of plant-production substrates prepared from a mix of composted and fresh tree bark and a mix of composted tree bark and sawdust.

Propiedad	Corteza compostizada corteza fresca					Corteza compostizada aserrín			
Proporción de corteza compostizada (% volumen)	100	75	50	25	0	75	50	25	0
Densidad aparente (g/cc)	0.18	0.18	0.19	0.20	0.23	0.17	0.17	0.15	0.14
Distribución granulométrica (% peso)									
2-1 mm	16	34	27	22	20	24	28	27	34
1-0.63 mm	40	36	37	34	29	38	37	36	36
< 0.63 mm	44	29	36	44	51	38	35	37	30
Máximo contenido de humedad (% volumen)	77	72	74	77	74	73	75	74	76
Capacidad de aire (% volumen)	37	31	26	22	24	37	34	24	34
Capacidad de campo (% volumen)	40	41	48	56	51	37	42	50	42

boratorio de Nutrición y Suelos Forestales, 1992). 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. Para algunos tipos de cultivos es recomendable un control del pH en las mezclas con elevada participación de aserrín de características acidificantes.

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 resuelta con un manejo más

adecuado del proceso, así como con una posterior suplementación de N en el caso de persistir la insuficiencia. Sugerencias similares efectúa Jara (1994) en un estudio de dinámica de nitrógeno en corteza, al aplicar la técnica de control propuesta por Zöttl (1988).

El fósforo, elemento que según la técnica de extracción utilizada se califica en 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 corteza-aserrín. Ello, como consecuencia de los menores contenidos de P en dicho tipo de material. Una situación menos extrema queda representada por el sustrato con corteza fresca, no obstante que 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 corteza fresca y de aserrín, aumentando y disminuyendo respectivamente. 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), todos los sustratos con participación de corteza fresca cumplen con dicha condición. Para aserrín, sin embargo, la disponibilidad de dichos elementos en algunas combinaciones es insuficiente. En tal categoría corresponde situar al K cuando la participación de aserrín supera el 50%, al Ca cuando se trata de aserrín puro y al Mg cuando el aserrín supera el 25%.

Con 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 con corteza fresca y aquellas con participación inferior a 50% de aserrín demuestran suficiencia, no siendo necesario tener que recurrir a una fertilización inicial.

Manganeso, con niveles de suficiencia entre 15 y 30 mg/l, permite concluir que para todos los casos, excepto aserrín puro, no tiene problemas de abastecimiento.

Cobre, considerando como suministro adecuado el rango entre 3 y 6 mg/l, representa uno de los elementos más críticos, dado que en ninguno de los casos estudiados alcanza dichos valores. Tal hecho coincide con las observaciones y estudios realizados por otros autores respecto al comportamiento químico de este elemento, por lo que se

CUADRO 10

Caracterización química de los sustratos para la producción de plantas, preparados a partir de mezclas de corteza compostizada con corteza fresca y con aserrín.  
 Chemical characterization of plant-production substrates prepared from a mix of composted and fresh tree bark and a mix of composted tree bark and sawdust.

Propiedad	Corteza compostizada corteza fresca					Corteza compostizada aserrín			
Proporción de corteza compostizada (% volumen)	100	75	50	25	0	75	50	25	0
pH H <sub>2</sub> O	7.1	6.7	7.2	6.9	7.0	7.0	6.8	6.5	6.0
pH KCl 0.1N	6.2	5.9	6.3	6.2	6.2	6.0	5.9	5.6	4.7
Conduct. uS	69	78	63	71	105	61	56	57	54
C%	36	38	40	40	43	39	40	42	45
N%	0.30	0.31	0.27	0.23	0.23	0.21	0.19	0.13	0.03
C/N	121	123	148	174	187	183	208	326	1498
	mg/l								
P	4.5	4.3	4.5	4.4	5.3	3.3	2.2	2.2	1.1
K	258	263	288	nd	373	223	156	108	74
Ca	778	754	888	898	952	726	660	418	70
Mg	158	156	169	174	188	130	94	61	34
Fe	89	85	80	69	74	63	44	21	nd
Mn	45	49	58	58	56	35	28	17	14
Cu	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3
Zn	6	6	7	8	9	5	4	2	2
B	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1
Al	14	13	14	13	20	8	6	4	3

nd: No determinado.



deduce que su escasa disponibilidad se debe además de sus bajos niveles a la formación de complejos organometálicos muy estables que restringen su oferta (Mengel y Kirkby, 1978).

Para el Zn, con un rango adecuado entre 2.5 y 7.5 mg/l, se puede verificar que el sustrato con corteza fresca no presenta problemas. Sin embargo, en combinaciones con aserrín mayores al 50%, su nivel es insuficiente.

El boro se caracteriza por presentar bajos niveles de disponibilidad en todos los casos, siendo la situación más extrema en las mezclas con aserrín debido a su carencia casi absoluta en dicho tipo de material. Junto a ello debe mencionarse que presenta una alta capacidad de reacción con la materia orgánica, por lo que corresponde calificarlo en el rango de insuficiencia. Es decir, si se considera 1 mg/l como límite de referencia para un nivel adecuado, todos los sustratos se encuentran bajo dicho valor.

El aluminio es un elemento igualmente importante, sin constituir un elemento nutritivo. 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 como el mencionado.

Estudios anteriores realizados con sustratos de pumicita y de suelo trumao con humus de corteza permiten constatar la potencialidad de utilizar este residuo (Grez, Gerding y Moya, 1994). Sin embargo, no obstante las bondades en cuanto a propiedades físicas que todos presentan, debe recurrirse necesariamente a la fertilización para compensar las insuficiencias nutricionales que ocurren.

## CONCLUSIONES

Con relación a la compostización de corteza, un suministro de nitrógeno y fósforo, en combinaciones de 1 y 2 kg de N aplicados en forma de urea, con 0.5 y 1 kg de P aplicados en forma de superfosfato triple por cada metro cúbico de corteza, con y sin control de pH, es más eficiente que aquella sin aditivos. Como evidencias de efectividad se pueden mencionar las mayores temperaturas en el proceso de descomposición y el incremento de partículas finas alcanzado en dichos casos.

La mayor dosis de N incide en un efecto más prolongado sobre la temperatura de compostización en el tiempo, observándose además que en dicha condición las mayores dosis de P tienen un efecto positivo sobre la temperatura. El control de pH por adición de ceniza de origen vegetal no mostró un efecto sobre los parámetros antes referidos.

La corteza compostizada, con y sin aditivos, presenta elevada capacidad de retención de agua en estado saturado y a capacidad de campo. Sin embargo, no obstante el menor tamaño de partícula alcanzado por la corteza fermentada con aditivos, la mayor dosis de N provocó una disminución de la retención de agua en el tiempo, asumiéndose que la mayor actividad biótica está asociada a la producción de compuestos de carácter hidrófobo.

La aplicación de urea y de superfosfato triple como aditivos para estimular la descomposición o compostización incide en una disminución del pH y en un aumento de los niveles totales de N y P así como de los restantes elementos estudiados. Sin embargo, la dosis de ceniza no mostró efectos importantes sobre el particular.

En cuanto a la disponibilidad de los elementos, determinada por intermedio de la extracción con acetato de amonio-DTPA, ésta se vio disminuida en distinto grado por la compostización, indicando con ello la formación de compuestos estables con la materia orgánica humificada. Participa de esto principalmente Cu.

Con relación a la corteza compostizada como formador de sustratos, se puede concluir que en aquellos casos con corteza fresca se presentan condiciones favorables en cuanto a régimen hídrico y régimen de aire, no así de régimen nutricional. Al respecto, los niveles insuficientes de N, la relación desfavorable de C/N, los bajos contenidos de P, Cu y B obligan a fertilizar en forma previa a su uso. Para las combinaciones con aserrín, que igualmente son favorables desde la perspectiva de sus propiedades físicas, los problemas nutricionales son más severos. Aquí se agregan a los elementos N, P, B y Cu, los bajos niveles de K, Mg, Ca, Fe, Mn y Zn en las combinaciones con elevada participación de aserrín. Es decir, es imprescindible pensar en la necesidad de fertilizar para asegurar un abastecimiento adecuado para las plantas y a su vez propender a la utilización de sustratos que dispongan de una proporción de corteza compostizada igual o superior al 50%.

BIBLIOGRAFIA

- BARRIENTOS, M. 1994. *Preparación y caracterización de sustratos de corteza fermentada con aserrín y de corteza fermentada con corteza fresca para el cultivo de plantas*. Tesis. Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 69 pp.
- GERDING, V., R. GREZ, G. RONDANELLI. 1994. "Fermentación de corteza de árboles nativos para la formación de sustratos en la producción de plantas", *Bosque* 15(2): 11-18.
- GREZ, R., L. PIEL, R. ANAZCO. 1990. "Algunas consideraciones en torno a los métodos de extracción de suelos utilizados para el diagnóstico nutricional", En: *Actas VI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*. Universidad de la Frontera, Temuco. pp. 38-43.
- GREZ, R., V. GERDING, F. UNION. 1992a. "Cenizas de calderas dendroenergéticas. I Acción como enmienda alcalina en suelos ácidos de la zona sur de Chile", *Bosque* 13(2): 33-38.
- GREZ, R., V. GERDING, F. UNION. 1992b. "Cenizas de calderas dendroenergéticas. II Residuo industrial utilizable como mejorador de la fertilidad de suelos", *Bosque* 13(2): 39-44.
- GREZ, R., V. GERDING, J. MOYA. 1994. "Sustratos de corteza fermentada-pumicita y de corteza fermentada-suelo trumao, una alternativa para el reciclaje de un residuo industrial", *Bosque* 15(2): 19-24.
- GREZ, R., V. GERDING. 1995a. "Aplicación de aserrín de la industria forestal para el mejoramiento del suelo", *Bosque* 16 (1): 115-119.
- GREZ, R., V. GERDING. 1995b. "Cenizas de calderas dendroenergéticas. III Efecto amortiguador sobre la fijación de fósforo en suelos ácidos con aluminio activo", *Bosque* 16 (1): 87-89.
- GREZ, R., V. GERDING. 1995c. "Cenizas de calderas dendroenergéticas. IV Efecto sobre la absorción de elementos nutritivos en vegetales", *Bosque* 16 (1): 91-94.
- JARA, R. 1994. *Ensayos de incubación para estudiar los efectos de distintos tratamientos sobre la dinámica del nitrógeno en sustratos de roble, tepa, pino insigné y aserrín*. Tesis. Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 75 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.
- MENGEL, K., E.A. KIRKBY. 1978. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute, Berna, Suiza, 593 pp.
- MUNSELL COLOR COMPANY, INC. 1971. *Munsell soil Color Charts*. Baltimore, USA.
- SIGG, L., W. STUMM. 1994. *Aquatische Chemie: eine Einführung in die Chemie wässriger Lösungen und natürlicher Gewässer*. Zürich: Verl. der Fachvereine; Stuttgart: Teubner. 498 pp.
- SOTO, N. 1994. *Efecto de la adición de nitrógeno, fósforo y ceniza en la fermentación de una mezcla de corteza de especies nativas*. Tesis. Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 61 pp.
- STUMM, W., J.J. MORGAN. 1970. *Aquatic Chemistry. An introduction emphasizing chemical equilibrium in natural waters*. Wiley-Interscience, New York.
- ZÖTTL, H. 1977. "Rinde-Abfall oder Rohstoff?" *Allg. Forstzeitung* 32(6): 154-155.
- ZÖTTL, H. 1978. "Die Kompostierung von Schälrinde", *Holz-Zentralblatt* 104(82): 1263-1264.
- ZÖTTL, H. 1980. "Possibilidades de utilização da casca de essências florestais para o melhoramento do solo", *Revista Floresta* (Curitiba-Brasil) 11(2): 45-51.
- ZÖTTL, H. 1981. "Bodenverbesserung durch Schälrindeprodukte", *Allg. Forstzeitung* 36(47): 1246-1247.
- ZÖTTL, H. 1988. "Bestimmung und Beseitigung der Stickstoffimmobilisierung in Rindenhumus". En: *TASPO, Rindenprodukte für den Gartenbau*. Thalacker Verlag Braunschweig, pp. 13-18.
- ZÖTTL, H. 1989. "Wachstum aus Abfall, Rinde und ihre ökonomische Aufbereitung zu nützlichen Produkten", *Holz aktuell* 7: 84-93.