

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL N.O. DE PATAGONIA

*Mazzarino, M.J.; Laos, F.; Satti, P.; Roselli, L., Moyano, S., Tognetti, C. y V. Labud
Grupo de Suelos del CRUB (Univ. Nac. Comahue) con el apoyo técnico de SURBASA
Quintral 1250 (8400) Bariloche. E-mail: suelos@crub.uncoma.edu.ar*

Sistemas de compostaje:

Desde el año 1994, el Grupo de Suelos del CRUB conduce experiencias de compostaje de residuos orgánicos en el NO de Patagonia, específicamente con eviscerados de pescado, biosólidos (lodos cloacales) y residuos orgánicos urbanos (fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos).

También se han realizado experiencias de aplicación directa de biosólidos y de residuos colectados bajo jaulas de cría de truchas.

Los sistemas de compostaje utilizados son:

1) pilas estáticas en reactores sin aireación forzada: para el caso de eviscerado de pescado, utilizando aserrín y viruta de madera como agente estructurante en una relación 3:1 (en peso).

Se utilizan reactores de PVC de 220 L, con una malla metálica a 10 cm de la base y un tubo perforado ubicado verticalmente para facilitar la aireación. Los lixiviados son recogidos en la base del reactor y se utilizan para rehumedecer la mezcla. Los reactores están instalados en un tinglado bajo techo.

2) hileras con volteos al aire libre: para el caso de biosólidos, utilizando viruta de madera y chips de poda como agente estructurante en una relación 1:1, 1:1,5 y 1:2 (en volumen). Las menores relaciones son utilizadas en verano y las mayores en invierno (bajas temperaturas y altas precipitaciones en forma de nieve o lluvia). Durante el periodo invernal, se utiliza una mayor proporción de chips de poda que de viruta y las hileras son cubiertas eventualmente con plástico. El tamaño de las hileras es 10-15 m de largo, 3-4 m de ancho y 1,6 m de altura.

3) pilas estáticas al aire libre: para el caso de residuos orgánicos urbanos (ROU). El material es apilado sobre una base de tubos perforados ubicados horizontalmente y cubiertos con viruta o paja. Los residuos son utilizados sin picar y sin agente estructurante. El tamaño de las pilas es de 3 m de largo, 3 m de ancho y 1,6 m de altura. Una vez completada la etapa

termofílica, se realizan dos tipos de experiencias: maduración con volteos esporádicos o en camas de lombrices.

Las pilas son protegidas en invierno con una estructura cubierta de plástico, sin contacto directo con la pila.

Las experiencias con residuos de pescado en reactores son realizadas en un predio del CRUB; las de biosólidos fueron inicialmente realizadas en el CRUB y desde diciembre de 1997 en la Planta de Compostaje de Lodos Cloacales de Bariloche construida por SURBASA en un predio de 2 ha en las afueras de la ciudad, procesando aproximadamente 350-400 m³ mensuales de biosólidos. El compostaje de ROU se lleva a cabo en la Planta Piloto de Villa La Angostura manejada por SURBASA y procesa aproximadamente 100-150 m³ mensuales.

Los compost de biosólidos se comercializan bajo el nombre de "Vitaplanta" (Registro SENASA No 13.283). Los de ROU se están registrando actualmente en el SENASA, y en el caso de los de eviscerados de pescado se pretende desarrollar un emprendimiento en conjunto con productores de trucha.

Las experiencias de compostaje de biosólidos han servido de base para las conducidas actualmente por Aguas de Corrientes S.A., Coopeagua (Rada Tilly, Chubut) y Obras Sanitarias SE (Mar del Plata).

Normas utilizadas:

En todos los casos, se contemplan normas internacionales respecto a limitaciones de metales pesados, patógenos y atracción de vectores, específicamente las correspondientes a la EPA (Fed. Reg. 40, C.F.R. Part 503, 1993) y a la Unión Europea (Council Directive 86/278/EEC).

En el caso de patógenos y atracción de vectores, se utilizan las normas de la EPA para productos Clase A, es decir, durante la etapa termofílica las temperaturas deben ser (55oC durante 15 días con al menos 5 volteos en el caso de hileras con volteos, y (55oC durante 3 días consecutivos en pilas estáticas.

Las pilas/hileras que no cumplimentan dichas temperaturas, son descartadas y reutilizadas como parte de la mezcla con material fresco. Al finalizar el período de maduración, el material es tamizado por malla de 0,5 cm y se analiza el contenido de coliformes fecales, que debe ser < 1.000 NMP/g de materia seca antes de ser embolsado o vendido a granel. En el caso de los biosólidos se han realizado mediciones de Ascaris (helminetos) en varias oportunidades, no habiéndose encontrado hasta el momento huevos viables.

Estas mediciones son realizadas por el Laboratorio de Parasitología del CRUB.

Las mediciones de elementos pesados se realizan en biosólidos previo al compostaje y en el caso de los ROU, en muestras compuestas de composts maduros en laboratorios del INVAP. Los elementos analizados son Cd, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn, As, Se y Hg. Los resultados obtenidos hasta el momento, demuestran que estos elementos se encuentran muy por debajo de los límites establecidos a nivel internacional.

En base a las experiencias realizadas en Bariloche y con el apoyo de profesionales de la Unión Europea, el SENASA-Area Fertilizantes (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agro-Alimentaria) ha propuesto un decreto reglamentario que regula provisoriamente la utilización de compost de biosólidos y de residuos orgánicos urbanos, como anexo a la Ley de Fertilizantes y Enmiendas Orgánicas (N° 20.466). Este decreto regula los límites de elementos pesados de acuerdo a las directivas de la Unión Europea y la reducción de patógenos de acuerdo a las normas establecidas por la EPA para productos Clase A(1).

Índices de madurez

Además de cumplimentar con los requerimientos de reducción de patógenos y límites de elementos pesados, un aspecto fundamental es establecer la madurez del compost, ya que productos inmaduros pueden contener sustancias fitotóxicas o inducir inmovilización de nutrientes del suelo. A pesar de la importancia del tema y de la numerosa bibliografía al respecto, no existen normas internacionales que regulen este tipo de índices(2)(3).

La mayor parte de los índices se basan en análisis biológicos y bioquímicos laboriosos y caros, lo que limita su utilización a laboratorios especializados, por ejemplo, mineralización de N, tasa de respiración (consumo de O₂ o liberación de CO₂), actividad enzimática (fosfatasas, dehidrogenasas, etc), biomasa microbiana, contenido de ATP, etc. Los análisis químicos y físico-químicos más comunes incluyen pH, conductividad eléctrica, amonio, C y N total o solubles en agua, capacidad de intercambio catiónico y ácidos grasos volátiles. Con excepción de estos últimos, son análisis más sencillos y económicos, que pueden ser efectuados en laboratorios estándar de suelos, aguas o tejido vegetal. Uno de los índices más utilizados ha sido (y es) la relación C total /N total, estableciéndose, en general, que en un compost maduro esta relación debe ser < 20. Sin embargo, este índice es muy afectado por el material original, así por ej., en el caso de biosólidos esta relación es muy inferior a 20 en el material sin compostar y tiende a aumentar durante el proceso de compostaje.

En nuestro caso en particular, y en base al análisis de diferentes métodos sugeridos a nivel mundial, el índice más sencillo aplicable a todos los materiales con los que hemos trabajado, es la relación C soluble en agua/ N total, que debe ser (0,7 (4). El C soluble en agua es un

indicador de la cantidad de material fácilmente biodegradable y su reducción durante el proceso de compostaje en relación al contenido de N total, indica el grado de estabilización de la materia orgánica.

Calidad del producto final

Otro aspecto importante es la calidad del producto final en cuanto al contenido de materia orgánica, nutrientes, pH, humedad y conductividad eléctrica. Este aspecto tampoco es regulado a nivel internacional, con excepción de algunas normas de países en particular, y atenta contra la producción de enmiendas de alto valor(3).

Una característica fundamental de los compost es su utilización como enmiendas orgánicas, o sea, como mejoradores del contenido de materia orgánica de los suelos, cuya pérdida es la principal causa de la disminución de la fertilidad de los suelos productivos, de la erosión y, como consecuencia, de la desertificación. La calidad de los compost está afectada por el material original (grado de digestión, contenido original de nutrientes, etc.) y por el sistema de compostaje (procesos de larga duración que conducen a sobremaduración). En nuestro caso, los compost de pescado, biosólidos y ROU contienen cantidades muy diferentes de nutrientes y esencialmente de materia orgánica (Tabla 1). Esto se repite en una amplia gama de productos a la venta en el mercado nacional, todos rotulados por igual como enmiendas orgánicas o mejoradores de suelos. Si bien el rótulo especifica las características del producto en cuanto a contenido de nutrientes, materia orgánica, etc., difícilmente el consumidor está capacitado para entenderlos. La clasificación de los productos por su valor como enmiendas con un rótulo especial que permita al consumidor distinguir por calidad es una necesidad que facilitaría una mayor aceptación y estimularía el reciclaje de residuos utilizando sistemas más eficientes de compostaje o la mezcla de materiales de diferente calidad (blending) a fin de asegurar productos más uniformes.

Otro aspecto que requiere mayor experimentación en cuanto a la calidad del producto final es el relacionado al vermicompostaje. A nivel de consumo, se considera que el producto obtenido es más aceptado por su aspecto visual y, a nivel científico, se sugiere mayor calidad que la obtenida por compostaje, debido al aumento de actividad biológica del suelo. El vermicompostaje no está incluido dentro de los sistemas recomendados por la EPA para reducción de patógenos, si bien algunos trabajos están indicando que produce un efecto similar al compostaje(5). Hemos realizado experiencias con residuos orgánicos urbanos y lombrices californianas en la Planta Piloto de Villa La Angostura cumplimentando previamente con una etapa termofílica en pilas estáticas, a fin de responder a los requerimientos de la EPA y del decreto provisorio del SENASA ya mencionado. Los resultados obtenidos indican que, si bien no se observan diferencias significativas en el contenido de nutrientes y materia orgánica, el vermicompost induce mayor actividad biológica en el suelo que el compost,

específicamente mayor actividad respiratoria y mineralización de N, así como también una mayor biomasa microbiana. Esto determina mayor rendimiento de ryegrass en invernáculo (15-20%) respecto al compost común. Estos resultados estarían indicando que para especificar la calidad del producto final, no alcanzaría con rotular solamente el contenido de nutrientes y materia orgánica, sino que también debería incluirse la actividad biológica, que incluye parámetros de laboriosa y cara determinación. Por otro lado y a nivel de producción, las ventajas del vermicompostaje deberían ser evaluadas con un análisis ajustado de costos, comparando si los precios obtenidos por el producto en el mercado, y/o la mayor aceptación del consumidor justifican el costo de mantenimiento de camas de lombrices y la mayor superficie requerida por este tipo de proceso.

Tabla 1. Características de compost de diferente origen obtenidos en el NO de Patagonia.

	Compost pescado	Compost biosólidos	Compost ROU
pH	6.4	6.5	9.2
Conductividad mS cm ⁻¹	0.19	1.2	0.8
Contenidos totales (g kg⁻¹)			
C orgánico (COT)	480	230	112
Nitrógeno Kjeldahl	27	19	9
Fósforo	16	14	5
Potasio	9.0	4.8	5.0
Calcio	20	15	-
Índices madurez (g kg⁻¹)			
C sol. agua (CSA)	18	7	3
COT/ NT	18	12	12
CSA/ NT	0.7	0.4	0.4
Metales pesados (mg kg⁻¹)			
Cadmio	<0.5	<10	0.6
Cromo	<10	20-30	10
Cobre	13	40-85	256
Níquel	0.6	15-20	19
Plomo	0.6	53-59	104
Mercurio	-	<7	<1.5
Zinc	160	80-330	99
Selenio	-	<15	0.2
Arsénico	-	4	<0.2

Conclusiones

Las experiencias realizadas por el Grupo de Suelos del CRUB han permitido:

1. Determinar las condiciones más adecuadas para el compostaje de residuos orgánicos de diferente origen en el NO de la Patagonia y establecer índices sencillos y confiables de madurez de compost
2. La transferencia directa de los resultados a empresas locales y nacionales
3. El establecimiento de regulaciones sobre uso agrícola de biosólidos y residuos orgánicos urbanos a nivel municipal y nacional, esta última provisoria.

Se considera que la falta de regulaciones nacionales definitivas y el establecimiento de normas de calidad de producto final, en cuanto a su valor real como enmiendas orgánicas, atenta contra la difusión del reciclaje de residuos orgánicos.

Referencias citadas en el texto

- (1) Muñoz Ratto, E. 1999. Proyecto de reglamentación para la valorización agrícola de los biosólidos. En: Disposición de Biosólidos. AIDIS, Argentina, International Water Association.
- (2) Gies, G. 1997. Developing compost standards in Europe. *BioCycle* 38 (10):82-83.
- (3) Cooperband, L. 2000. Sustainable use of by-products in land management. En: Land Application of Agricultural, Industrial, and Municipal By-Products. (Ed) Bartels, J.M. & W.A. Dick. SSSA Book Series N° 6, Madison, WI. USA. pp. 215-235.
- (4) Hue, N.V. and Liu, J. 1995. Predicting compost stability. *Compost Sci. & Util.* 3:8-15.
- (5) Dominguez, J.; Edwards, C.A. and S. Subler. 1997. A comparison of vermicomposting and composting. *BioCycle* 4:57-59.

Referencias del Grupo de Suelos del CRUB relacionadas con el texto:

- Laos, F.; Mazzarino, M.J.; Satti, P.; Roselli, L. y G. Costa. 1996. Liberación de nutrientes de residuos orgánicos derivados de actividad piscícola y urbana en la Región Andino-Patagónica, Argentina. *Ciencia del Suelo* 14: 24-29.
- Mazzarino, M.J.; Walter, I.; Costa, G.; Laos, F.; Roselli, L. y P. Satti. 1997. Plant response to fish farming wastes and inorganic fertilization in volcanic soils. *Journal of Environ. Quality* 26: 522-528.
- Mazzarino, M.J. 1997. Potencial agrícola del residuo orgánico. Experiencia en la región Andino-Patagónica. *Empresa y Medio Ambiente* 4:66-69.

- Mazzarino, M.J.; Laos, F.; Satti, P. and S. Moyano. 1998. Agronomic and environmental aspects of utilization of organic residues in soils of the Andean-Patagonian Region. *Soil Science and Plant Nutrition* 44: 105-113.
- Laos, F.; Mazzarino, M.J.; Walter, I. and L. Roselli. 1998. Composting of fish waste with wood by-products and testing compost quality as a soil amendment: Experiences in the Patagonia Region of Argentina. *Compost Sci. and Utilization* 6: 59-66.
- Mazzarino, M.J. 1998. Ventajas y limitaciones del uso agrícola de residuos orgánicos con énfasis en biosólidos. 1998. *Actas XVI Congr. Argentino de la Ciencia del Suelo*, Carlos Paz, Cba. p. 403-411.
- Mazzarino, M.J.; S. Hang y J. Ares. 1999. Contaminación de suelos por uso de residuos orgánicos y agroquímicos: ¿cuál es nuestro nivel actual de conocimiento y que normas y actitudes deberíamos aplicar?. *XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*. Pucón, Chile. 17 pp.
- Mazzarino, M.J. and F. Laos. 2000. Composting biosolids in Patagonia. *BioCycle* 41 (4): 83-85.
- Laos, F.; Satti, P.; Walter, I.; Mazzarino, M.J. and S. Moyano. 2000. Nutrient availability of composted and noncomposted residues in a Patagonian Xeric Mollisol. *Biol. Fertility of Soils* 3: 462-469.
- Laos, F.; Mazzarino, M.J.; Satti, F.; Roselli, L; Moyano, S.; Ruival, M. y L. Moller-Poulsen. 2000. Planta de compostaje de biosólidos: Investigación y desarrollo en Bariloche, Argentina. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental* 50:86-89.
- Tognetti, C.; Mazzarino, M.J., Laos, F. y L. Roselli. 2000. Caracterización y liberación de nutrientes de composts y vermicomposts de residuos sólidos urbanos en la Región Andino-Patagónica. *XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Mar del Plata, BsAs. 4 pp.