

USO DE COMPOSTS DE RESIDUOS URBANOS EN REFORESTACIÓN

Rafael López¹, J. M^a Álvarez², Felipe Sancho², Engracia Madejón¹

INTRODUCCIÓN

Nuestra sociedad genera actualmente una gran cantidad y variedad de residuos de diversos orígenes, algunos de ellos con una producción ascendente, y cuya acumulación puede crear diversos problemas ambientales. En Andalucía, la cantidad de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) producidos en 1998 fue de 3.147.394 Tm, la de biosólidos de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR) fue en 1995 de 105.000 toneladas de materia fresca. Por el momento, el destino de la mayor parte de estos residuos ha sido la incineración y los vertederos. Diversas normas legislativas, tanto a nivel de la Unión Europea (Directiva 1999/31/CE) como de España (Plan Nacional de Residuos Urbanos, Plan Nacional de Lodos de Depuradora) establecen estrategias para reducir los residuos biodegradables destinados a vertederos: a partir del año 2006, el 50% de la fracción orgánica de los RSU y el 20 % de los biosólidos deben ser tratados mediante compostaje.

Este escenario demandó una investigación aplicada sobre procesos de tratamiento de estos residuos para su aprovechamiento, que generasen a la vez beneficios sociales, ambientales y económicos. Por iniciativa de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía se promovió el proyecto LIFE00ENV/E/000543 "Procesos de co-compostaje y aplicación de sus productos en paisajismo, reforestación, cultivos forestales y agrícolas en Andalucía" (2001-2003) con la colaboración de diversos socios del sector municipal, académico y empresarial. Los objetivos de este proyecto son 1) desarrollar el compostaje conjunto de RSU, biosólidos de EDAR y biomasa vegetal de poda, 2) definir las condiciones óptimas de aplicación de los compost obtenidos, 3) evaluar técnica y económicamente el compostaje y diversos usos de los composts, 4) diseñar un apero distribuidor de compost y 5) difundir los resultados entre los profesionales y posibles usuarios. En el marco de este proyecto se han realizado numerosos ensayos cubriendo muy diversas posibilidades de uso de los composts. Este trabajo recoge los resultados de la aplicación de los composts en reforestación con especies mediterráneas. Más información sobre este proyecto se puede encontrar en http://www.cma.junta-andalucia.es/planesmed/life/ind_proyectolife.html.

MATERIALES Y MÉTODOS

Producción de los composts

Se elaboraron tres tipos de compost (A, B, C) combinando la fracción orgánica de RSU (FORSU), biosólidos de EDAR y restos de poda de parques y jardines, en las proporciones en volumen que se indican en la tabla 1. El método empleado fue el de pilas volteadas cada 10-15 días. Previamente a la mezcla de materias primas se astillaron los restos de poda obteniéndose fragmentos entre 2 y 15 cm. Con las mezclas se conformaron pilas de 5.5 metros de anchura en la base y 2.5 metros de altura. La

¹ Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC, España

² EGMASA, Empresa de Gestión Medioambiental, Junta de Andalucía, España

fase activa del compostaje se prolongó durante dos meses en los que se realizaron medidas semanales de la temperatura (datos no mostrados). Después de un período de maduración de un mes, se realizó un cribado por tamiz de 24 mm. Los composts se analizaron siguiendo los Métodos Oficiales de Análisis del Ministerio de Agricultura para productos orgánicos fertilizantes. Los nutrientes (salvo N) y metales se determinaron por ICP-OES después de digestión con agua regia en microondas. Muestras de control del programa MARSEP de WEPAL (Houba *et al.*, 1996) fueron analizadas con cada grupo de muestras como control de calidad de los análisis.

Ensayos

Se han realizado tres ensayos de reforestación con especies mediterráneas: algarrobo (*Ceratonia siliqua*), encina (*Quercus ilex*) y alcornoque (*Quercus suber*). Los ensayos con algarrobo y encina se realizaron en parcelas vecinas situadas en la Dehesa de Montifarti (Jerez, Cádiz, SO España), en ladera de un 15% de pendiente orientada al Sur, con suelo de horizontes A, A/B y C_{km} de textura franco-arenosa sobre calizas y dolomías y abundante pedregosidad (36% > 2 mm). El ensayo con alcornoque, situado en el paraje Hoyo de D. Pedro (Los Barrios, Cádiz, SO España), se realizó en ladera de 20% de pendiente orientada al Este, sobre suelo de horizontes A y B de textura franco-arenosa sobre areniscas y 35% > 2 mm. Otras características del horizonte superficial del suelo se muestran en la tabla 2. La extensión aproximada de cada parcela fue de 10,000 m². Se realizó una preparación inicial del terreno mediante roza al aire por fajas de 2 m de ancho según curvas de nivel, dejando una entrefaja sin rozar de 1 m de ancho, y un subsolado lineal con tres rejonos por faja separados 90 cm. Se abrieron manualmente hoyos de plantación de 40x40x40 cm, y en el momento de la plantación (finales de enero de 1999) cada compost se mezcló con la tierra del hoyo de plantación en las dosis de 4, 7 y 10 kg/planta (tratamientos A4, A7, A10, B4, B7, B10, C4, C7, C10). Como comparación se establecieron dos tratamientos más: un testigo sin fertilización (T) y un tratamiento con pastilla fertilizante 4-14-14 (48 g/pastilla) de lenta liberación (F). Cada parcela de ensayo se dividió en 10 bloques con todos los tratamientos (11) distribuidos al azar, con 10 árboles por tratamiento y bloque (1,100 árboles por ensayo).

Se realizaron varios controles de supervivencia (octubre 1999, febrero 2002), se midió la altura (inicial y febrero 2002) y el diámetro de la base del tallo (inicial, octubre 1999, febrero 2002).

Análisis estadístico de los resultados

El estudio estadístico se realizó con el paquete SPSS 10.0.6. El contraste de factores se realizó mediante el Modelo Lineal General Univariante y la separación de medias mediante el test de comparaciones múltiples de DUNCAN ($p < 0.05$). Puesto que para diversas variables el efecto del bloque fue significativo, los contrastes para los tratamientos se realizaron sobre los residuos obtenidos del ajuste por el MLG tomando "bloque" como variable independiente. Se eliminaron los valores anómalos y en algún caso, los datos de algún bloque completo. Por estos motivos, la secuencia de valores medios podría no corresponder con las clases de significación indicadas en las tablas.

Tabla 1. Proporciones en volumen de materias primas			
COMPOST	LODOS	FORSU	PODA
A	1	0	3
B	0	1	1.5
C	1	1	2

Tabla 2. Características de los suelos			
		Algarrobo-Encina	Alcornoque
pH		8.0	5.4
Mat. Orgánica	%	3.38	3.38
CaCO ₃	%	44.2	0.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de los composts

En la tabla 3 se muestran las características de los composts utilizados en los ensayos. Los contenidos de nutrientes fueron menores en el composts B, que incluye mayor proporción de FORSU en su composición. Los composts A y C presentaron una pequeña cantidad de impurezas (sobre todo vidrio) procedentes de los RSU. El composts A tuvo un mayor contenido en N y los tipos A y C un pH neutro, menor que en el tipo B, y un mayor contenido de los nutrientes P, K, Ca y Mg que los de tipo B, por los lodos de depuradora. Las relaciones C/N correspondieron a composts maduros y en los que deberá mineralizarse N con rapidez. Los contenidos de metales pesados fueron inferiores a los permitidos por la legislación española (BOE).

Tabla 3. Características de los composts									
Parámetro	Unidad	A	B	C	Parámetro	Unidad	A	B	C
pH		7.09	7.75	6.93	Na	%	0.120	0.220	0.180
C.E.*	dS m ⁻¹	3.38	2.83	3.96	Cu	mg kg ⁻¹	88	170	181
Densidad	g cm ⁻³	0.503	0.455	0.675	Mn	mg kg ⁻¹	282	238	254
Mat.Org.	%	32.6	27.9	24.3	Zn	mg kg ⁻¹	249	262	366
C/N	%	11.9	12.8	10.7	Cr	mg kg ⁻¹	63	88	71
N-kjeldahl	%	1.37	1.09	1.14	Ni	mg kg ⁻¹	27	41	36
P ₂ O ₅	%	2.38	0.98	2.09	Cd	mg kg ⁻¹	0.51	0.46	1.28
K ₂ O	%	0.81	0.59	0.71	Pb	mg kg ⁻¹	74	149	131
CaO	%	14.0	11.9	14.2	Impurezas	%	0.0	9.1	5.2
MgO	%	1.09	0.83	1.06	*medida en extracto 1:5 en peso				

Resultados de los ensayos

En la tabla 4 se muestran los resultados medios referentes al desarrollo de las plantas en el último control efectuado. En el caso de la encina, especie de crecimiento lento, la menor altura correspondió a los tratamientos F, A4 y T y la mayor al tratamiento A10, posiblemente por el aporte de nitrógeno del compost A, aunque las diferencias entre tratamientos fueron pequeñas. Aún menos significativas fueron las diferencias en diámetro, presentándose el mayor diámetro en el tratamiento B10 y ocupando los tratamientos F y T posiciones intermedias entre el resto de tratamientos con compost. Para encina, y al menos en el lapso de tiempo transcurrido, la aplicación de compost (con el gasto económico asociado) no puede ser considerada ventajosa. En el caso del algarrobo, la menor altura y diámetro medios se observaron en los tratamientos F y T, apreciándose un mayor desarrollo en todos los tratamientos con composts, especialmente en los tratamientos A10, C4 y C10 en los que se registraron incrementos significativos respecto a T y F. Estos compost, A y C, son los que entre sus componentes

incluyen lodos de depuradora y presentaron contenidos superiores, sobre todo en N y P, al compost B (tabla 3). En el caso del alcornoque, la situación fue similar a la observada en algarrobo: la mayoría de los tratamientos con compost superaron en altura a T y F y todos superaron en diámetro a T. Los mejores resultados se encontraron para los composts A y C, incluso con las dosis más bajas aunque las dosis intermedias fueron las más favorecedoras. Es posible que por encima de 7 l/planta no se observaran subsiguientes aumentos de tamaño debido al aporte salino o de calcio (por la naturaleza acidófila del algarrobo). Como puede observarse, la aplicación de fertilizantes minerales no ha favorecido en ningún caso un mejor desarrollo que el Testigo.

En cuanto a la supervivencia es difícil obtener una conclusión hasta el momento, debido a las amplias variaciones que se dieron entre los diferentes bloques de cada ensayo. En cualquier caso, los mayores porcentajes han correspondido al Testigo y a los tratamientos en los que se ha dado un mayor desarrollo.

Tabla 4. Desarrollo con compost de especies mediterráneas.

	Encina			Algarrobo			Alcornoque		
	Altura cm	Diámetro mm	S %	Altura cm	Diámetro mm	S %	Altura cm	Diámetro mm	S %
T	27.1 abc	6.46 ab	66	14.9 ab	6.02 a	28	43.1 a	7.8 a	76
F	25.1 a	6.39 ab	52	13.9 a	6.15 a	19	42.9 abc	11.1 bc	69
A4	26.8 ab	6.42 ab	61	23.5 cd	7.28 ab	20	46.0 abc	10.3 bc	69
A7	27.7 abc	6.16 ab	61	16.7 abc	6.48 ab	26	45.9 bc	12.0 c	60
A10	31.7 c	6.89 ab	53	26.3 d	8.31 ab	22	46.4 bc	9.8 bc	65
B4	27.1 abc	6.00 a	72	23.0 bcd	7.73 ab	17	42.1 ab	9.1 ab	70
B7	30.6 bc	6.51 ab	71	19.0 abcd	6.49 ab	25	45.1 abc	10.0 bc	70
B10	28.7 abc	7.25 b	69	21.4 abcd	6.69 ab	29	45.6 abc	10.3 bc	64
C4	29.2 abc	6.94 ab	61	24.8 cd	9.13 b	29	48.7 bc	11.5 bc	68
C7	28.2 abc	6.32 ab	54	21.6 abcd	7.02 ab	22	50.6 c	11.8 c	67
C10	30.3 bc	6.79 ab	61	25.4 d	9.11 b	16	48.3 bc	9.9 bc	62

S: supervivencia

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto LIFE00ENV/E/000543 "Procesos de compostaje y aplicación de sus productos en paisajismo, reforestación, cultivos forestales y agrícolas en Andalucía". Los autores quieren expresar su agradecimiento a Mónica Fábregas y a Mónica Cadenas por su colaboración en la realización de medidas en los ensayos.

Referencias

- Alvarez J.M., Del Campo A., Sancho F.. 2001. Research and technological development of composting processes and its application in the agriculture and forestry fields. *Proc. of the Int. Conf. ORBIT 2001 on Biological Processing of Waste*, Spanish Waste Club & ORBIT Association, Sevilla, Part I, 107-114.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. *Métodos Oficiales de Análisis*, Vol. III, Madrid, 1986.
- Houba V. J. G., Uittenbogaard J. & Pellen P.. 1996. Wageningen evaluating programmes for analytical laboratories (WEPAL), organization and purpose. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27(3&4), 421-431.
- Boletín Oficial del Estado Español. 1998. *BOE 131*, 18069.