

BIODIGESTION DE RESIDUOS VITIVINÍCOLAS MEDIANTE VERMICOMPOSTAJE: RESULTADOS PRELIMINARES

R. NOGALES, R. MELGAR, C. PAGOLA, E. BENÍTEZ

Estación Experimental del Zaidín, CSIC, c/Profesor Albareda, 1, 18008-Granada,
e-mail: mogaes@eez.csic.es.

Abstract. The aim of this study was to bidigest spent pomace and vinasse biosolids, two wastes produced by the winery industry, throughout a vermicomposting process. For this purpose a laboratory experiment was conducted, which wastes alone or mixed rooted vine, were inoculated with earthworms (*Eisenia andrei*) and maintained under controlled conditions for 18 weeks. Earthworm growth was optimal in the different substrates, therefore, the agricultural quality of the both winery wastes improved appreciably. The final products (vermicomposts) had higher humification rate, nutrients contents and pH, lower conductivity and phytotoxic, fulfilling the Spanish guidelines for compost. Therefore, these vermicompost can be used as organic amendments in degraded soils.

Key words: Winery agroindustry, spent pomace, vinasse biosolids, rooted vine, *Eisenia andrei*, vermicomposting, chemical changes, phytotoxicity, amendments, organic substrates.

Resumen. El presente estudio tuvo como objetivo biodigerir orujos vinícolas agotados y lodos de vinazas, dos residuos generados por la agroindustria vitivinícola, mediante el desarrollo de un proceso de vermicompostaje. Para ello se llevó a cabo un experimento de laboratorio, en el cual estos residuos, solos o acondicionado con sarmientos, fueron inoculados con lombrices de la especie *Eisenia andrei*, siendo vermicompostados, bajo condiciones controladas, durante 18 semanas. En todos los substratos ensayados, las lombrices se desarrollaron óptimamente, lo que provocó la mejora de la calidad agrícola de los ambos residuos vitivinícolas. Los productos finales obtenidos (vermicomposts) presentaron mayores niveles de humificación, nutrientes y pH y menor conductividad y fitotoxicidad, cumpliendo con las especificaciones que contempla nuestra legislación sobre composts, por lo que pueden ser utilizados sin problemas como enmiendas orgánicas en suelos degradados.

Palabras clave: Orujos vinícolas agotados, lodos de vinaza, sarmiento, *Eisenia andrei*, vermicompostaje, cambios químicos, fototoxicidad, enmiendas, abonos y sustratos orgánicos.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de residuos con un alto contenido en materia orgánica estabilizada se considera una estrategia eficaz para

mitigar los procesos de erosión y degradación de los suelos (Lal y Stewart, 1992). Sin embargo, la escasez de recursos orgánicos tradicionales en nuestro país, como estiércoles u otros de origen agrogranade-

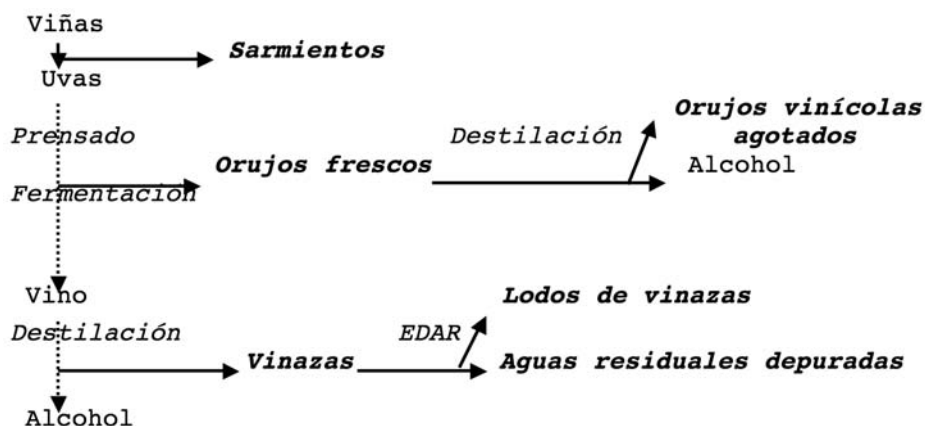


FIGURA 1: Residuos (en negrita) generados por la agroindustria vitivinícola y alcohólica.

ro, ha obligado a buscar otras fuentes alternativas que puedan ser utilizadas como enmiendas orgánicas del suelo. Dentro de ellas suscita un gran interés los residuos generados por el sector agroindustrial, entre las que puede tener una especial relevancia los procedentes del sector vitivinícola y alcohólico. En España, tercer productor mundial de vino, se estima que la producción de residuos sólidos orgánicos por esta actividad supera el millón de Tm y la de residuos líquidos los 18 millones de Hl. Los principales residuos de esta agroindustria son el sarmiento y el orujo de uva o fresco, el cual, mayoritariamente, es utilizado para la obtención de alcoholes. La destilación del alcohol genera dos nuevos residuos, uno sólido de naturaleza lignocelulósica “orujo vinícola agotado” y un residuo líquido ácido y de baja viscosidad denominado “vinazas”. La alta carga contaminante de las vinazas ha forzado su depuración, tras la cual se obtiene un efluente líquido no contaminante y un residuo orgánico denominado “lodo de vinazas” (Fig. 1). La presencia de sustancias fitotóxicas en los orujos vinícolas agotados y lodos de vinazas (Lu y Foo, 1999, Negro *et al.*, 2003) impediría su aplicación directa al suelo,

obligando a su previa biotransformación y maduración. Para ello, el proceso de vermicompostaje constituye una ecotecnología apropiada para este fin, ya que su efectividad para obtener enmiendas orgánicas maduras ha sido comprobada con un gran número de residuos urbanos, agrícolas e industriales (Albanell *et al.*, 1988; Elvira *et al.*, 1998; Benítez *et al.*, 1999, 2002).

En relación a esta cuestión, el presente estudio plantea la posibilidad de biodigerir los orujos vinícolas agotados y lodos de vinazas mediante el desarrollo de un proceso de vermicompostaje. La viabilidad del proceso fue evaluada mediante la valoración periódica del crecimiento de las lombrices inoculadas y los cambios químicos y fitotóxicos experimentados en los diferentes sustratos ensayados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron lombrices cliteladas y no cliteladas de la especie *Eisenia andrei* (Bouché, 1972). Los orujos agotados vinícolas fueron suministrados por la Empresa Movialsa (Campo de Criptana-Ciudad Real), los lodos de vinazas por FCC (Depuradora de vinazas de Tomelloso-Ciudad Real) y los sarmientos por la

TABLA 1: Pesos iniciales de los residuos ensayados y biomasa y número de lombrices inoculadas.

	Residuos		Lombrices	
	P. húmedo (g)	P. seco (g)	Biomasa (g)	Número
OV	164	151,6	7,6	20
LVS	164	92,4	4,6	9
E	225	146,6	7,3	29

OV: Orujo agotado, LVS: lodos de vinazas y sarmientos (2:1), E: Estiércol.

Empresa González Byass (Jerez- Cádiz).

Se ensayaron 3 tratamientos constituidos por los siguientes sustratos orgánicos: i) orujo vinícola agotado (OV), ii) lodos de vinazas mezclados con sarmientos a una relación en peso húmedo 2:1 (LVS), iii) estiércol ovino-caprino fresco (E) utilizado como control. Los recipientes para el desarrollo del proceso de vermicompostaje fueron potes cilíndricos de PVC (12 cm diámetro, 10 cm altura). En ellos se introdujo una fina esponja circular ajustada al fondo y sobre ella cada uno de los sustratos ensayados de cada tratamiento. Sobre cada sustrato se colocó una capa de aclimatación constituida por vermicompost maduro, lugar en el cual se inoculó una biomasa de lombrices equivalente al 5% del peso seco de cada uno de los sustratos ensayados. La tabla 1 recoge los pesos secos y húmedos de cada uno de los sustratos así como el número y biomasa inicial de lombrices inoculadas en ellos. Una vez inoculados los potes se humedecieron hasta un 85% de humedad y se llevaron a una cámara oscura de incubación ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$). Se efectuaron 3 repeticiones por tratamiento. La humedad de los sustratos se mantuvo alrededor del 80% durante el periodo experimental. Cada 2 semanas y durante un periodo de 18 se determinó el número de lombrices, biomasa y grado de desarrollo sexual. Finalmente, se realizó el análisis químico y fitotóxico, tanto de los sustratos iniciales como de los productos obtenidos al final del proceso de

vermicompostaje según metodología descrita por Jackson (1970), MAPA (1984) y Zucconi *et al.* (1981). Los datos fueron evaluados estadísticamente realizando análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa STATGRAPHICS Plus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todos los sustratos ensayados no se observó mortalidad en las lombrices inoculadas. El peso medio de las lombrices inoculadas y su biomasa total aumentó gradualmente alcanzando su máximo a la cuarta semana del inicio del experimento (Fig. 2). Durante este periodo inicial, la tasa media de crecimiento de las lombrices inoculadas fue similar entre los diferentes sustratos ensayados, siendo mayor en el sustrato de estiércol ($15,31\pm 0,71$ mg lombriz⁻¹ día⁻¹) y menor en el sustrato constituido por lodos de vinazas y sarmiento ($9,09\pm 0,15$ mg lombriz⁻¹ día⁻¹). Estas tasas fueron similares o superiores a las observadas en otros estudios de laboratorio utilizando diferentes tipos de sustratos orgánicos, como lodos de lácteos (Elvira *et al.*, 1998), biosólidos residuales (Benitez *et al.*, 1999), residuos de olivar (Nogales *et al.*, 1999) y residuos vegetales (Haimi & Huhta, 1990). La nula mortalidad de lombrices observada y las tasas de crecimiento registradas evidenciarían la idoneidad tanto del orujo agotado vinícola como de la mezcla lodos de vinaza y sarmiento para ser utilizados en procesos

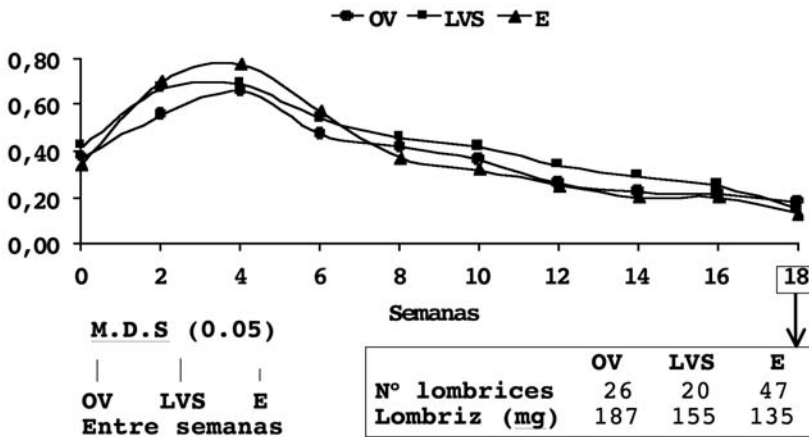


FIGURA 2: Evolución de la biomasa de lombrices durante el proceso de vermicompostaje a escala laboratorio. Valores medios de tres repeticiones.

de vermicompostaje. En la cuarta semana el 100% de las lombrices inoculadas habían alcanzado su madurez sexual, lo que dio lugar a una elevada producción de cápsulas, particularmente entre la cuarta y décima semana. El posterior aumento del número de lombrices en cada sustrato y la disminución de los recursos nutricionales contenidos en ellos provocó una gradual reducción significativa del peso de todas las lombrices, por lo que al final del experimento presentaron tamaños muy pequeños, con pesos medios muy bajos y sin clitelo (Fig. 2). Ello implicaría que los diferentes sustratos ensayados habían sido ya biodigeridos y, por tal motivo, sería necesario adicionar más sustrato orgánico con objeto de mantener el crecimiento y desarrollo reproductivo de las lombrices contenidas en ellos.

La acción combinada de las lombrices y microorganismos provocó un descenso significativo del contenido del carbono orgánico en todos los sustratos ensayados (Tabla 2). Porcentualmente, hubo un mayor descenso en la mezcla lodo de vinazas y sarmiento que en el orujo vinícola agotado. La fracción humificada (CET y AH) aumentó significativamente en todos los sustratos ensayados, aunque de forma más acusada en

la mezcla lodo de vinazas y sarmiento. Comparativamente frente a los sustratos iniciales, los productos finales tuvieron mayor pH y menor conductividad y presentaron niveles más elevados de nitrógeno, fósforo y micronutrientes. En cambio la concentración de potasio disminuyó acusadamente en el orujo vinícola agotado, efecto que no tuvo lugar en el sustrato de estiércol. La fitotoxicidad, medida como índice de germinación en semillas de *Lepidium sativum*, L. fue inicialmente muy elevada en el orujo agotado y estiércol fresco. El proceso de vermicompostaje se mostró muy eficaz para reducir esa fitotoxicidad, ya que los productos finales, excepto en el estiércol, presentaron índices de germinación superiores al 60%. Zucconi *et al.* (1981) y Riffaldi *et al.* (1986) consideran que valores de índices de germinación de *Lepidium sativum*, L superiores al 60% indicarían ausencia de fitotoxicidad en los residuos orgánicos. El aumento de las sustancias húmicas y los descensos de la relación C/N y de la fitotoxicidad observado en los productos finales implicaría que la materia orgánica de ellos presenta una mayor estabilidad, calidad y madurez que la de los sustratos iniciales (Henry y Harridon, 1996,

TABLA 2: Análisis químico y fitotóxico de los substratos iniciales y productos finales. Valores medios de tres repeticiones.

pH	Orujo vinícola		Lodo vinaza		Estiércol	
	I	F	I	F	I	F
	4,14	8,0*	7,4	7,4	7,3	7,8*
CE	2,3*	1,1	6,9*	1,0	4,5*	1,8
COT g/kg	540*	395*	552*	345	466*	276
NKT g/kg	14,1	20,7*	25,2	26,8	14,6	20,6*
CET g/kg	5,4	15,1	6,2	50,8	11,30	36,5
AH g/kg	0,22	4,5	0,33	12,3	5,32	13,8
C/N	38*	19	22*	13	32*	13
P₂O₅ g/kg	2	5,2*	5,9	13,4*	4,37	9,55
K₂O g/kg	21,4*	16,04	9,12	8,76	8,23	10,1*
Fe mg/kg	429	3087*	1091	6733*	1971	6221*
Mn mg/kg	7	68*	20	149*	73	185*
Cu mg/kg	20	40*	100	171*	31	56*
Zn mg/kg	13	114*	57	209*	33	142*
IG %	1,5	81*	63	78*	0,2	54*

IG: Índice de germinación. *indica una diferencia significativa ($P>0.05$) entre el sustrato inicial y el producto final.

Benitez *et al.*, 2002), y por tal motivo, podrían ser utilizados como enmiendas orgánicas en agricultura, sin riesgo para el normal desarrollo de los cultivos.

CONCLUSIONES

Los resultados expuestos en el presente estudio ponen de manifiesto que los orujos agotados y los lodos de vinazas, residuos procedentes de la agroindustria vitivinícola y alcoholera, pueden ser utilizados como substratos en procesos de vermicompostaje. Los productos finales obtenidos a escala laboratorio, cumplen con las especificaciones que contempla la legislación de España sobre contenidos mínimos en principios

activos exigibles en composts (BOE, 1998), además de presentar una escasa fitotoxicidad. Por tal motivo, pueden ser utilizados como enmiendas orgánicas en la agricultura tradicional y bajo cubierta, así como para la recuperación de suelos degradados.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por la CICYT a través del proyecto REN2003-04693 y por la Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía a través de una acción coordinada. Los autores agradecen a la Empresa Movialsa el orujo agotado suministrado y a Fomento Construcciones y Contratas el

lodo de vinazas proporcionado, y a ambas su interés por el desarrollo del proyecto de investigación.

REFERENCIAS

- Albanell, E., Plaxats, J., Cabrero, T. (1988): Chemical changes during vermicomposting of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biol. Fert. Soils*, 18, 266-9.
- Benítez, E., Nogales, R., Elvira, C., Masciandaro, G., Ceccanti, B. (1999): Enzyme activities as indicators of the stabilization of sewage sludges composting with *Eisenia foetida*. *Biores. Technol.*, 67, 297-303.
- Benítez, E., Sainz, H., Melgar, R., Nogales, R. (2002): Vermicomposting of a lignocellulosic by-product from olive oil industry: a pilot scale study. *Waste Manag. Res.*, 20, 134-142.
- BOE (1998): Orden de 28 de mayo de 1998 sobre fertilizantes y afines. BOE num 131 del 6 de junio de 1998.
- Elvira, C., Sampedro, L., Benítez, E., Nogales, R. (1998): Vermicomposting of sludges from paper mill and dairy industries with *Eisenia andrei*: A pilot scale study. *Biores. Technol.*, 63, 211-218.
- Haimi, J., Huhta, V. (1990): Growth and reproduction of the compost-living earthworm *Eisenia andrei* and *E. fetida*. *Revue D'Ecologie Biol. Sol*, 27: 415-21.
- Henry, C. L., Harridon, R.B. (1996): Carbon fractions in compost and compost maturity test. En: *Soil organic matter: Analysis and interpretation*. Fr. R. Magdoff *et al.*, ed., SSSA Special Publication No 46, 51-67. SSSA, Madison, USA.
- Jackson, M.L. (1970): Análisis químico de suelos. Ed. Omega, Barcelona, 662 p.
- Lal, R. y Stewart, B.A. (1992): Soil restoration. Springer-Verlag, New York, 456 p.
- Lu, Y., Foo, Y.L. (1999): The polyphenol constituents of grape pomace. *Food Chem.*, 65, 1-8.
- M.A.P.A. (1986): Metodos oficiales de analisis. Tomo III. Plantas, productos organicos, fertilizantes, suelos, agua, productos fitosanitarios y fertilizantes organicos. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid.
- Negro, C., Tommasi, L., Miceli, A. (2003): Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. *Biores. Technol.*, 87,4 41-44.
- Riffaldi, R., Levi-Minzi, R., Pera, A., De Bertoldi, M. (1986): Evaluation of compost maturity by means of chemical and microbial analysis. *Waste Manag. Res.*, 4, 387-396.
- Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A., De Bertoldi, M. (1981): Biological evaluation of compost maturity. *Biocycle*, 22, 27-29.