

Producción de un compostaje a partir de desechos de uva

José Ferrer, Douglas Mujica, Gisela Páez

*Laboratorio de Fermentaciones Industriales. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.
Maracaibo - Venezuela*

Resumen

Se realizó la producción de un abono orgánico, a partir de desecho generado en el procesamiento de la uva, en la producción de vino (escobajo de uva). Para tal efecto se implementó un proceso de biodegradación aeróbica (compostaje) del escobajo de la uva recién prensada, sola y con adición de gallinaza como activadora de la biotransformación. La modificación del material original se siguió con la medición de los parámetros indicadores de un proceso eficiente: temperatura, pH, porcentaje de humedad, densidad y relación carbono-nitrógeno. Los resultados mostraron que la gallinaza no es indispensable para lograr un compostaje eficiente con este tipo de desecho. Además las características físicas y organolépticas del producto obtenido aireado con y sin gallinaza, evidencian un compostaje óptimo. Por otro lado el pH alcanzado cercano a la neutralidad le confiere características adecuadas para ser usado como acondicionador de suelos para cultivos.

Palabras claves: Uva, desecho, compostaje, fertilizante.

Composting from grape pomace

Abstract

An Organic fertilizer was obtained from wastes generated in the wine production process. An aerobic biodegradation process (composting) of recently pressed grape's waste, with or without an activating biotransformation hen dropping was implemented to that effect. The modification of the original material was followed by the parameter's measurement indicating an efficient process: temperature, pH, moisture content, density, and carbon/nitrogen ratio.

The results showed that the hen dropping is not an essential additive to get an efficient compost with this type of waste. On the one hand, the physical and organoleptic characteristics of the product obtained with or without the hen dropping demonstrate an optimum compost. On the other hand, the obtained pH, almost neutral, characterizes it as a soil fertilizer.

Key words: Grape, waste, composting, fertilizer, compost.

Introducción

Exhaustivas investigaciones han demostrado que muchos desechos orgánicos biodegradables pueden ser compostados, ofreciendo un método conveniente y económico.

El compostaje se puede considerar como un recurso de tratamiento de desechos orgánicos,

que presentan riesgo de emisión al medio ambiente.

Entre los desechos que se consideran con potencialidad de ser sometidos a este proceso se encuentran: desechos de tomate, residuos de corcho, desperdicios de tenería de lodos vegetales, cáscara de olivo, bagazo de caña de azúcar, pulpa de café, pulpa de uva, etc. El tomate es una

de las cosechas más importantes de la horticultura en Italia, representando una generación de 180.000 Tm de desechos al año^[1]. Los experimentos en compostaje se llevaron a cabo con mezclas de paja de trigo y agua de desecho de plantas de tomate concentrado. La mezcla (6:4) fue arreglada en camellones de 2.5 Tm con una altura de 1.5 m. La aireación se realizó por volteo cada tres días durante las primeras dos semanas y a partir de la semana once por el resto del tiempo hasta la estabilización. Los resultados obtenidos muestran un producto final adecuado como fertilizante.

Con respecto al residuo de corcho, los experimentos involucran un sistema de compostaje en hileras con aireación forzada usando una mezcla de polvo de corcho con lodo residual. El producto resultó no tóxico y con buenos resultados cuando se aplicó a maíz, lográndose incremento en peso en proporción a la dosis de material compostado mezclado con el suelo^[11].

Otro residuo de la transformación industrial de productos de la agricultura es la cáscara de olivo. En casi todas las plantas que existen en Italia, el compostaje se lleva a cabo por el método de pilas aireadas por volteo. Sin embargo, existe otro método utilizando la inoculación masiva con microorganismos altamente celulolíticos y formadores de compuestos húmicos. El material fresco se inocula con cultivos puros de bacterias, actinomicetos y hongos en fermentadores grandes^[11].

Para la región toscana en Italia, representa un problema de colocación los lodos de tenerías vegetales. Este lodo es de una naturaleza altamente contaminante y por lo tanto requiere un tratamiento seguro para convertirlo en un material inocuo antes de su emisión al ambiente. El lodo de tenería contiene sulfuros, compuestos crómicos, diferentes tipos de ácidos, polifenoles y detergentes, nocivos al medio ambiente. En un estudio de investigación biológica dirigida a la estabilización del lodo de tenería, recuperándolo como fertilizante, realizado en un centro de investigación en Leathercountey de la región toscana, indicó un contenido de nitrógeno adecuado para usar en la agricultura, después de la estabilización y deshumidificación parcial^[11].

En Brasil se han realizado estudios de conversión de bagazo de caña de azúcar en abono orgánico^[2]. Los aditivos aceleradores del proceso que se usaron fueron: estiércol de ave (gallinaza), harina de soya desgrasada y úrea.

La estabilización fue establecida a los noventa días. La pila que contenía gallinaza descompuso adecuadamente la hemicelulosa y celulosa, incrementándose el nitrógeno y las cenizas, al compararlo con la pila que contenía úrea y harina de soya desgrasada. Las concentraciones de lignina no se alteraron significativamente, pero sin embargo, se reportan incrementos en las cosechas de caña de azúcar al usar este abono.

En Venezuela, la pulpa de café ha sido sometida a métodos de compostaje aeróbico natural y forzada, sin aditivos^[3]. Los resultados demuestran que el producto presenta características físico - químicas adecuadas, para su uso como abono orgánico.

La pulpa de uva ha sido motivo del desarrollo de investigaciones en compostaje en diferentes países: Francia^[4,5,6], Alemania^[7], España^[8,9,10], Yugoslavia^[11], Argentina^[12] e Israel^[13,14].

Los aspectos principales de las investigaciones tienen relación con la caracterización físico - química y microbiológica durante el compostaje^[4,5,6,14], su influencia sobre organismos patógenos^[7,14,15]; así como la extractabilidad de metales pesados de desechos de uva^[9,8]. Por otro lado se ha estudiado su uso como abono en la producción de aceitunas^[16] y en alimentación animal^[17].

Shuval y otros^[15] reportan un estudio, a escala de campo, del control de microorganismos entéricos mediante compostaje termofílico aeróbico de lodo de aguas residuales y desechos agroindustriales (desechos de uva en la producción de vinos y corteza de álamo). Las pilas alcanzaron una temperatura de 55°C y las concentraciones de los organismos indicadores bacterianos, coliformes fecales, *Streptococcus fecales* y *Salmonellas*, fueron reducidas a niveles aceptables. La relación carbono - nitrógeno (C/N) promedio de la mezcla fue reducida desde 25 a 17. El producto final resultó ser efectivo como fertilizante de

suelos en experimentos de crecimiento de plantas.

A nivel de laboratorio se ha simulado el compostaje industrial de desecho de uva, usando un reactor sin control de temperatura y con aireación discontinua^[5]. Durante los primeros 12 días, la temperatura interior del reactor alcanzó los 60°C y el pH aumentó de 6.8 a 9,0 y la relación C/N decreció en un 10.5%.

La inoculación bacteriana celulolítica y lignolítica en la iniciación del compostaje de pulpa de uva, resulta ser innecesaria ya que dicha pulpa contiene suficiente mezcla heterogénea de microorganismos para realizar un compostaje adecuado^[6].

El objetivo del trabajo es estudiar el efecto de la gallinaza (estiércol de pollo) como activador del proceso de bioconversión aeróbica del desecho de uva, generado en la producción de vino, para la producción de abono orgánico.

Metodología

El desecho de uva, correspondiente a la variedad Colombar, fue tomada del Centro Vitícola del Estado Zulia.

Las pilas formadas con 400 kg de desecho, aproximadamente, se diseñaron de base circular con un diámetro de 1,30 m y una altura de 0.8 m. La identificación de las pilas se estableció de la siguiente manera:

- No. 1: Sin ningún tipo de aditivo y removida durante el proceso de compostaje, sirviendo como control para el ensayo con aireación.
- No. 2: Contiene un 10% de gallinaza y aireación.
- No. 3: Sin ningún tipo de aditivo y sin aireación, sirviendo como control para el ensayo sin aireación.
- No. 4: Contiene un 10% de gallinaza y sin aireación.

Se siguió la variación de la temperatura a lo largo del proceso, midiéndose en cada una de las pilas a diferentes profundidades y en diferentes puntos con un termómetro de campo, tipo reloj alrededor de las 7 am diariamente.

carbono Hereaus^[3], al comienzo y al final del proceso.

El porcentaje de nitrógeno se determinó utilizando el método micro-Kjeldahl recomendado por la A.O.A.C.^[3], al comienzo y al final del proceso.

El potencial de hidrógeno (pH) se determinó de la siguiente manera: triturar 5 g. de desecho de uva y diluir en 50 ml de agua destilada, introduciendo luego el electrodo para realizar la medida.

Este se determinó los días: 1, 3, 7, 9, 14, 22, 24 y 25.

Se utilizó la técnica del peso constante para determinar el porcentaje de humedad a una temperatura de 100°C y 4 horas de secado. Las medidas se realizaron los días: 1, 3, 10 y 25.

Se determinó la densidad usando la técnica del volumen desplazado por una masa determinada de material.^[5]

Resultados y Discusión

La tabla 1 muestra los valores correspondientes a la composición química de la uva recién prensada. En dicha tabla se puede observar un contenido alto de humedad (73.56%), pero adecuado para garantizar un proceso eficiente en el consumo de oxígeno^[13]. Sin embargo, este contenido de humedad representa un costo alto de transporte, al considerar las alternativas económicas del proceso en estudio. Trabajos realizados en diferentes tipos de desechos y materiales or-

Tabla 1
Caracterización química del desecho de uva recién prensada

Densidad (gr/cc)	1.25
pH	3.56
% Humedad	73.56
% Carbono	46.60
% Nitrógeno	1.73

gánicos dan valores de humedad que varían entre 46.7 y 99.4%, para desechos urbanos y lodos de tenería vegetal^[1], estiércol de vaca y orujo de uva^[18], lodo activado^[9] y pulpa de café^[3]. En la tabla 2 se reportan valores de porcentaje de humedad durante el proceso de compostaje para las pilas de desecho de uva.

La densidad de este material es 1.25 g/cc, lo que conlleva a establecer una planta de 4.8m³ de capacidad para procesar 6 Tn métricas de desecho de uva anual. Por otro lado, las diferentes densidades determinadas a lo largo del proceso de compostaje para cada ensayo (ver tabla 3), llevan a estimar el porcentaje de pérdida de peso por cc (ver tabla 4), esto se debe a evaporación de agua, pérdida de carbono como CO₂ y nitrógeno como amoníaco, debido a las condiciones ambientales.

El pH del desecho es de 3.56, siendo este valor adecuado para el desarrollo de hongos en ambiente aeróbico en un compostaje eficiente. A lo largo del proceso se observó un incremento del mismo hasta alcanzar un pH alcalino de 7.8 (ver tabla 5), lo cual demuestra que hubo pérdida de ácidos orgánicos y liberación de amoníaco por efecto de la descomposición microbiana^[5]. Para este tipo de material se observó un incremento brusco en las pilas que se le adicionó gallinaza, ya que ésta permite una mayor acción microbiana en la masa de compostaje. Gudrum Bagstam^[19] reporta valores de pH para un material compostado de corteza de árbol alrededor de 4.5 al inicio y 6.7 al final del proceso.

De Bertoldi M., y otros^[1] reportan valores de pH cercanos a la neutralidad para diferentes

Tabla 2
Variación del porcentaje de humedad durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	73.56	73.56	73.52	71.66
3	69.15	64.83	66.30	65.20
10	50.08	32.73	32.93	34.91
25	22.52	18.84	29.63	18.08

Tabla 3
Variación de la densidad (g/cc) durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	1.25	1.25	1.22	1.22
7	1.00	1.00	0.83	0.83
10	0.80	0.79	0.80	0.80
20	0.74	0.77	0.77	0.76
25	0.71	0.77	0.76	0.76

Tabla 4
Porcentaje de pérdida de peso durante el proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	----	----	2.4	2.4
7	25.0	25.0	33.6	33.6
10	36.0	36.8	36.0	36.0
20	40.8	38.4	38.4	39.2
26	43.2	38.4	39.2	39.2

Tabla 5
Potencial de hidrógeno (pH) durante el Proceso de Compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
1	3.56	3.56	3.18	3.18
3	4.19	7.07	3.19	4.30
9	4.73	8.80	4.84	7.42
22	8.20	8.54	4.29	8.05
24	7.68	8.56	4.43	7.55
25	7.94	8.42	5.23	7.95

Tabla 6
Porcentaje de Carbono, nitrógeno y relación Carbono/nitrógeno para todos los ensayos, al final del proceso

Pilas	% Nitrógeno	% Carbono	C/N
1	2.14	37.72	17.62
2	2.17	29.45	13.57
3	2.47	33.29	13.47
4	2.42	33.80	13.96

tipos de materiales orgánicos composteados los cuales oscilan entre 5.0 y 7.7 aproximadamente.

El porcentaje de carbono observado para el desecho de uva recién prensada fue de 46.60 (ver tabla 1). En la tabla 6 se reporta el valor correspondiente al porcentaje de carbono al final del proceso de compostaje, para cada ensayo, indicando una disminución a valores hasta de 29.45%, para la pila 2. Esta disminución se debe a que las dos terceras partes del carbono consumidos por el microorganismo son transformados a anhídrido carbónico (CO₂), el cual se desprende, mientras que la otra tercera parte se combina con el hidrógeno en el sistema vital de la célula [20]. De Bertoldi y otros [11] muestran valores de porcentaje de carbono para un compost de tenería de lodos vegetales al inicio de 43.7 y 40.2 al final. Sin embargo, Shuval y colaboradores [15] para el caso de lodos de aguas residuales y desechos agroindustriales, reportan una reducción en la relación C/N promedio de 25 al comienzo del proceso hasta 17 al final del proceso.

De la tabla 1 se observa que el porcentaje de nitrógeno al inicio del compostaje es de 1.73

y que este aumento para todos las pilas al final del proceso en 24, 43 y 43% respectivamente. (Ver tabla 6). Este aumento se debe a que los microorganismos necesitan de nitrógeno para sintetizar el protoplasma celular y al morir incrementa la concentración de nitrógeno reciclable durante el proceso [3]. De Bertoldi y otros [11] reportan valores de nitrógeno para diferentes tipos de materiales orgánicos entre 1.5 al inicio y 2.5 al final del proceso.

Con respecto a la relación (C/N) se ve que la muestra original tiene una relación de 26.99:1 (ver tabla 1), lo que indica que está en el rango óptimo para un compostaje eficiente.

Esta relación disminuyó apreciablemente al final del proceso en 35.50, 50 y 48% respectivamente (ver tabla 6), esto se debe al descenso en el porcentaje de carbono y al incremento del porcentaje de nitrógeno a lo largo del proceso.

Breidenback, A.W. [20] deduce que la relación (C/N) cercana a 25:1 y 35:1 es la relación óptima inicial de un compostaje y una relación final óptima de 10:1 a 15:1.

En la tabla 7 se observan las características físicas y organolépticas del producto obtenido

Tabla 7
Características físicas y organolépticas del producto obtenido

Pilas	Forma	Color	Olor
1	Amorfa	NEGRO con Manchas Blancas	Tierra Húmeda
2	Amorfa	NEGRO con Manchas Blancas	Tierra Húmeda
3	Original	NEGRO	Desagradable
4	Original	NEGRO	Desagradable

Tabla 8
Variación de la Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) durante el proceso de compostaje

Días	Pila 1	Pila 2	Pila 3	Pila 4
2	32.47	33.70	33.70	32.22
5	37.28	35.84	38.20	36.91
7	42.73	41.05	38.72	39.00
9	46.98	52.34	42.22	42.47
11	47.78	54.07	43.00	45.86
13	40.00	46.00	44.00	45.00
15	38.64	45.24	45.00	46.00
16	41.66	49.62	45.00	46.11
18	35.06	41.79	44.44	45.33
20	32.00	38.00	44.75	45.00
22	27.77	39.11	44.75	45.55
23	28.33	26.48	44.13	34.30
24	22.00	21.85	43.15	45.62
25	22.00	21.54	44.19	45.62

en cada uno de los ensayos, los resultados obtenidos de las pilas 1 y 2, mostrando forma amorfa, color negro con manchas blancas y olor a tierra húmeda evidencian un compostaje óptimo. Las manchas blancas se deben al desarrollo del micelio de hongos termófilos, los cuales son característicos de este tipo de proceso de biodegradación aeróbica ^[20].

Con respecto a la temperatura se puede observar que fue mayor en las pilas que fueron volteadas o removidas, lo que indica que la fermentación es más eficaz mientras más se airea; también se puede ver que en las pilas donde se le adicionó gallinaza se obtuvo las mayores temperaturas, 54.07°C para la pila 2 y

46.00°C para la pila 4, durante los días intermedios del proceso (ver tabla 8). Breindenback, A.W. ^[20] objeta que la temperatura es uno de los parámetros más importantes en el proceso de compostaje, ya que se correlaciona directamente con la actividad bioquímica en el material compostado, debido a que el calor de reacción involucrado en los procesos de anabolismo y catabolismo celular redundan en un incremento de la temperatura del material compostado.

Las altas temperaturas alcanzadas durante los procesos de compostaje, representan una garantía en el control de microorganismos patógenos ^[3,5,7,12,14,15].

Conclusiones

i.- Los parámetros indicadores de un compostaje eficiente, pH, temperatura, relación carbono-nitrógeno y humedad, para el desecho de uva recién prensada, se localizan dentro de límites adecuados.

ii.- La gallinaza (activador del proceso de compostaje) no es indispensable para lograr un compostaje eficiente en este tipo de material orgánico.

iii.- Las características físicas y organolépticas del producto obtenido, material amorfo, color negro con manchas blancas y olor de tierra húmeda, evidencian un compostaje óptimo.

iv.- El alto contenido de humedad conlleva a la ubicación de la planta de procesamiento en los alrededores del centro de producción del desecho, de igual manera que la reducción del peso del material al final del proceso, no provoca dificultades en su distribución.

v.- El pH alcanzado por el abono orgánico producido, cercano a la neutralidad, le confiere características adecuadas para ser usado como acondicionador de suelos para cultivos.

vi.- La disminución de la relación C/N indica que se realizó una biodegradación aeróbica del desecho de uva original.

Referencias Bibliográficas

1. De Bertoldi M., Vallini G., Pera A., and Zucconi F. Comparison of three windrow compost systems. *Biocycle* 23 (2) 45-50, 1982
2. Raul J.H., Castro Gómez and K. Park. Conversion of cane Bagasse to compost and its chemical characteristics. *Biotechnol & Bioeng. Sump. N. 8: 24 - 26*, 1989.
3. Costa P., Luis, Escalera B., Antonio, Fernández H. Mervin. Composting de la pulpa de café venezolano. Universidad del Zulia. Facultad de Ingeniería, Maracaibo, 1980.
4. Faure, D., Deschamps, A. Physico-Chemical and microbiological aspects in composting of grape pulps. *Biological Wastes*. 34(3), 251 - 258, 1990.
5. Faure, D. and Deschamps, Am. Evaluation of the suitability of grape skins for composting, *J. Int. des Sciences de la Vigne et du Vin*, 24(1), 1 - 12, 1990.
6. Faure, D. The effect of bacterial inoculation on the initiation of composting of grape pulps. *Bioresource Technology*. 37(3), 235 - 238, 1991.
7. Dittmer, U.; Budde, K.; Stindt, A. and Weltzien, Hc. The influence of the compost extracts on different plant pathogens gesunde - pflanzen. 42(7), 219 - 235, 1990.
8. Còsta, F.; Moreno, J.I.; Hernández; Lax, A.; Cegarra, J. and Roig, A., Mineralization of organic materials in a calcareous soil *Biological Wastes*. 28(3), 189-201, 1989.
9. García, C.; Hernández T. and Costa, F. The influence of composting and maturation processes on the heavy -metal extractability from some organic wastes *Biological waste*, 31(4), 291 - 301, 1990.
10. García, C. Hernández, T and Costa, F. Characterization of humic acids form uncomposted sewage sludge by degradative and non-degradative techniques. *Bioresource Technology*, 41(1) 53 - 57, 1992.
11. Stojanovic, S.; Stojavljevic, T.; Vucurevic, N.; Vukicvranjes, M. and Mandic, A. Nutritive and feeding value of dried grape pomace in feeding fattening cattle. *Stocarstvo*. 43(7) 313-319, 1989.
12. Del Toro, Utilización del orujo de uva para el control de nemátodos en ajo. *Rev. de la Fac. de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo*. 24(2), 25-34, 1988.
13. Inbar, Y.; Chen, Y. ; Hadar, Y. and Verdonek, O. Composting of Agricultural waste for their use as container media: simulation of the composting process *Biological Waste* 26(4), 247-259, 1988.
14. Mandelbaum, R.; Hadar, Y. and Chen, Y. Compostig of Agricultural waste for their use as container media: effect of heat treatments on suppression of *Pythium Aphanidermatum* and microbial Activitres in substrates

- containing compost. *Biological Waste* 26(4), 261-274, 1988.
15. Shuval, H.; Jodice, R.; Consiglio, M.; Spaggiarri, G. and Spigoni, C. Control of enteric micro-organism by aerobic-thermophilic co-composting of waste water sludge and agro-industry wastes. *Water science and technology*. 24(2), 401-405, 1991.
 16. Tattini, M.; Bertoni, P.; Traversi, M. L. and Nappi, P. Waste material as potting media in olive pot production. *Acta Horticulturae* . N° 286, 121-124, 1990.
 17. Vaccarino, C.; Curto, R B. Lo.; Tripodo, N. and Lo-Curto, R B. Grape marc as a source of feedstuff after chemical treatments and fermentation with fungi. *Bioresource Technology*. 40(1), 35-41, 1992.
 18. Inbar, Y. ; Chen, Y. and Hadar, Y. Carbon-13, CPMAS NMR and F T I R spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of solid wastes from wineries. *Soil Science*. 152(4), 272 - 282, 1991.
 19. Gudrum Bagstam. Composting in biological reclamation of solid wastes. Rodale Press, Emma Us. P.A. Cap. 64 - 82. 1982.
 20. Breidenback, A.W. et. al. Composting of Municipal Solid wastes in the Unites States, U.S. Environmental Protection Agency 47 (1971).

Recibido el 09 de Julio de 1992

En forma revisada el 02 de Julio de 1993