

EFFECTO DE LAS TÉCNICAS DE ELABORACIÓN BIODINÁMICA Y MICROORGANISMOS EFICACES (EM) EN LA CALIDAD DEL COMPOST EN CONDICIONES DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA DEL INTA MENDOZA - ARGENTINA

Juan Villanueva Reategui

RESUMEN

Ante el incremento de la generación de residuos agroindustriales y su valoración como alternativa para ser utilizado como abono orgánico, atreves de la elaboración del compost aplicando nuevas tecnologías para la obtención de un producto de calidad. Trazándome el objetivo en la tesis estudiar el proceso del compostaje en el tratamiento de los insumos agroindustriales mediante la incorporación de preparados biodinámicos y los microorganismos eficaces. Se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza – INTA, donde se evaluó las características físicas, químicas y microbiológicas, para lo cual se utilizó el diseño experimental Completamente Randomizado, el ensayo contempla tres tratamientos: Convencional, biodinámico y microorganismos eficaces (EM), con tres repeticiones cada uno. El análisis estadístico se efectuó a través del análisis de varianza, y las diferencias entre medias de los tratamientos se determinaron por la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Se puede concluir que la inoculación de los preparados biodinámicos y microorganismos eficaces (EM-1) no tiene efecto en el proceso de compostaje. La aplicación de estos preparados no alteraron las propiedades físicas, químicas y biológicas respecto del tratamiento convencional bajo las condiciones de experimentación. Recomendándose utilizar el producto en los cultivos orgánicos por ser un producto de calidad.

Palabras clave: compostaje, compost, biodinámica.

EFFECT OF BIODYNAMIC PRODUCTION TECHNIQUES AND EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM) IN THE QUALITY OF THE COMPOST IN CONDITIONS OF AGRICULTURAL EXPERIMENTAL STATION OF INTA MENDOZA - ARGENTINA

ABSTRACT

Before the increase of agro-industrial waste generation and its value as an alternative to be used as organic fertilizer, through the preparation of compost applying new technologies to obtain a quality product. The objective in the thesis is to study the process of compost in the treatment of agro-industrial supplies through the incorporation of biodynamic preparations and effective microorganisms. It took place at the Agricultural Experimental Station Mendoza- INTA, where physical, chemical and microbiological characteristics were evaluated, and completely randomized experimental design was used. The test includes three treatments: conventional, biodynamic and effective microorganisms (EM), with three replicates each one. The statistical analysis was carried out through the analysis of variance, and the differences among treatment means were determined by Turkey test ($P < 0.05$). it is possible to conclude that the inoculation of biodynamic preparations and effective microorganisms (EM-1) has no effect on the composting process. The application of these preparations did not alter physical, chemical and biologic properties with respect to the conventional treatment under the experimentation conditions. The recommendation is to use this product in organic crops for being a quality product.

Keywords: compostaje, compost, biodinámica.

Revisado: 14.05.15

Aceptado para publicación: 17.09.15

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la actividad agrícola mundial ha mostrado su inclinación hacia el desarrollo de una agricultura más acorde, con prácticas que respeten la naturaleza, que no comprometa la salud de los productores y consumidores, que sea socialmente justa y rentable Benzing⁽¹⁾. La agricultura orgánica es una alternativa para caminar hacia el logro de estos fines, incorporando enmiendas orgánicas considerando como base de una producción exitosa Gliessman⁽²⁾.

Dentro de éstas, se destaca en los últimos años, la difusión de la viticultura biodinámica adoptada por diversas bodegas del mundo, con experiencias recientes a nivel local. Algunas firmas del rubro vitivinícola han adoptado estas prácticas en sus cultivos comerciales, obteniendo vinos con reconocimiento mundial. Estos sistemas orgánicos implican incorporar tecnologías de manejo de fertilización como la aplicación de abonos orgánicos procesados, entre ellos el compost y humus de lombriz.

El incremento en la población mundial, asociado a una mayor demanda de alimentos, ha provocado un uso intensivo de los recursos naturales Benzing⁽¹⁾. Esto ha producido impactos negativos en el ambiente y ha afectado la sostenibilidad de los sistemas productivos. La tendencia global del manejo de los sistemas productivos demanda conocimientos básicos de los recursos tales como el manejo de las enmiendas agrícolas aplicadas al suelo.

Para la elaboración de abonos orgánicos estabilizados se utilizan residuos de las industrias olivícolas y vitivinícolas como también de la actividad agropecuaria. Esto provoca variabilidad en el contenido de nutrientes y población microbiana de las enmiendas finales. Por estas razones es necesario buscar tecnologías apropiadas que permitan conocer y mejorar la calidad de las enmiendas orgánicas producidas en Argentina, que influirá directamente en la calidad y altos rendimientos de los cultivos y por ende en el beneficio económico de la zona.

La no existencia de normas reguladoras para la producción de abonos orgánicos hacen que estas se produzcan sin control y sin garantía de calidad. No obstante sus usos, presentan muchas ventajas, y es una alternativa para la mejora de suelos; pero se desconoce el aporte de nutrientes, la calidad del compost desde el punto de vista de no ser portador de elementos contaminantes, microorganismos patógenos, que en vez de hacer bien a los cultivos, son fuentes contaminantes muy fuertes.

Actualmente los estudios sobre la utilización de abonos orgánicos en los cultivos son limitados, no hay información sobre las fuentes y están enfocadas en aspectos de inocuidad (metales pesados, patógenos humanos, contenido de materias extrañas peligrosas, etc.), más que en la calidad del material usado como fertilizante, la calidad del abono regula el mercado y las normativas privadas. Debido a las exigencias de los mercados, hay necesidad de disminuir la cantidad de productos químicos aplicados a los cultivos, esto obliga a buscar fuentes alternativas de abonamiento como las enmiendas orgánicas; por lo que en los últimos años el uso de enmiendas orgánicas se ha incrementado en el país.

En términos generales el proceso de compostaje es un proceso dirigido y controlado de mineralización y pre-humificación de la materia orgánica, a través de un conjunto de técnicas que permiten el manejo de las variables del proceso. Finalmente se obtendrá un producto con ciertas características físicas, químicas y biológicas conocido como compost.

Para mejorar la calidad y acelerar el tiempo de elaboración del compost se recomienda la inoculación de una mezcla de microorganismos eficaces (EM-1). En un proceso de fermentación aeróbica natural, la inoculación de EM-1, promueve la descomposición acelerada de la materia orgánica (cuatro a seis semanas) y la liberación de sustancias benéficas como nutrientes, vitaminas, aminoácidos, hormonas, enzimas y antibióticos naturales que pueden ser absorbidos directamente por las plantas Thompson⁽³⁾.

Por otro lado, la agricultura biodinámica es una forma de agricultura orgánica que incluye el uso de preparados de productos vegetales y animales fermentados de una manera especial. Estos preparados pueden usarse directamente en cultivos y durante el proceso de compostaje. El empleo de estos preparados acelera el proceso de reciclaje y genera un producto de mayor calidad Carpenter-Boggs et al.⁽⁴⁾.

Durante el proceso de compostaje es necesario el control de algunos parámetros de calidad. Desde el inicio del proceso de compostaje debe monitorearse la temperatura y humedad. Temperaturas entre 35 -66°C son normales y las superiores a 50° corresponden a la etapa termófila del proceso. Además estas temperaturas altas permiten, eliminar patógenos y semillas de malezas y favorecer la actividad microbiana Mirabelli⁽⁵⁾. El contenido de humedad adecuado para el proceso debe encontrarse en un rango de 40 a 65% Hartz⁽⁶⁾. Al final del proceso de compostaje, el compost terminado debe adecuarse a las ciertas

condiciones de estabilidad diagnóstica a través de diversos parámetros físicos, químicos y biológicos Norma IRAM⁽⁷⁾.

El objetivo de la investigación fue conocer los efectos de las técnicas biodinámicas y EM-1 en la calidad del compost; la hipótesis propuesta fue: "Si se aplican las técnicas de elaboración biodinámica y EM-1 previo y durante el proceso de compostaje, se logrará una aceleración de la transformación del material orgánico optimizando su composición física, química y biológica en la calidad del compost".

MATERIAL Y MÉTODOS

El nivel de investigación empleado en este estudio fue experimental porque se manipuló la variable independiente: aplicación de preparados biodinámicos y microorganismos eficaces (EM) en la elaboración de compost, y se midió la variable dependiente: calidad del compost a través de la caracterización física, química y biológica; comparado con el testigo: convencional. El ensayo contempla la implementación y evaluación de tres tratamientos: Convencional, biodinámico y microorganismos eficaces (EM), con tres repeticiones de cada uno. El diseño experimental fue de Completamente Randomizado, donde cada unidad experimental estaba compuesta por una pila de compost de 2.00 m de ancho por 6.00 m de largo y 1.20 m de alto y con un peso de tres Tm.

El análisis estadístico se efectuó a través del análisis de varianza, y las diferencias entre medias de los tratamientos se determinaron por la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Todos los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat profesional 2010.

Modelo aditivo Lineal que le corresponde al diseño es como sigue: $Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta a evaluar: según aplicación de tres métodos de elaboración del compost: Tradicional, biodinámicos y Microorganismos Eficaces, en la calidad del compost por la actividad microbiana.

U = Media general de la población.

T_i = Efecto de los tratamientos: Tradicional, Biodinámica y Microorganismos Eficaces

E_{ij} = Error experimental o residual

Muestreo: Cada catorce días se extrajo seis submuestras de cada pila a una profundidad de 40 cm, formando una muestra de 1.5 kg. En el labo-

ratorio, la muestra fue acondicionada para los análisis químicos y biológicos.

Sitio experimental: El área experimental estuvo ubicado en la Estación Experimental Agropecuaria Mendoza INTA (Lat. 33° 00' 38" y Long. 68° 50' 59", Altura 921 m.s.n.m.), Luján de Cuyo, Mendoza.

Tratamientos: Inoculación de los preparados biodinámicos y microorganismos eficaces. Una vez que las pilas fueron terminadas se procedió a la inoculación de preparados biodinámicos, según las indicaciones del proveedor The Josephine Porter Institute. Se inocularon estos preparados biodinámicos en seis hoyos equidistantes realizados en la pila con un instrumento especial. Los hoyos se encontraban en la parte superior y lateral de la pila. Los preparados sólidos (502, 503, 504, 505 y 506) se aplicaron con tierra en un bolo humedecido y el líquido (507) se asperjó por encima de toda la pila. Finalmente se cubre cada uno de los hoyos con aproximadamente 1kg de tierra.

RESULTADOS

El proceso de compostaje transcurre mediante tres etapas en función de la temperatura (1° mesófila, 2° termófila y 3° maduración). En este ensayo pudimos detectar dos de esas etapas. La etapa termófila, dada por temperaturas mayores a 50°C, fue desde el día siete al día 105. En esta etapa la temperatura se estabilizó en el día 49 cuando se regularon los riegos y volteos.

Durante el proceso de compostaje el contenido de materia orgánica disminuyó. Entre el día siete al 91 disminuyó notoriamente y posterior a esa fecha se mantuvo estable.

Durante los primeros 49 días, el contenido de fósforo total se mantiene entre 4 y 6% mientras que a los 63 días se observó un descenso brusco y manteniéndose constante posteriormente. En condiciones edáficas, es sabido que el pH condiciona las formas de fósforo presente en el medio, a pH 8.5 o superiores a 9 se forma PO_4H_2Na . Esta forma de fosfato es más soluble que las otras formas de sales de fosfato. Por lo que el descenso de fósforo total encontrado el día 63 podría estar dado porque el día 49 el pH fue superior a 8.5 y esa alcalinidad favoreció la solubilidad del fosfato.

El potasio total se mantuvo en un rango entre 2 y 3.5 % durante el proceso de compostaje sin mostrar diferencias notorias. Este resultado y un incremento de microorganismos nitrificadores (datos no mostrados) podrían indicarnos que el

incremento de la salinidad está dado por un aumento de nitratos.

Respecto de los parámetros biológicos la actividad microbiana total (AMT) disminuyó a través del tiempo de compostaje de manera similar a la descomposición y mineralización de la materia orgánica. La mayor actividad se registró en los primeros días 35 con los valores máximos en el día veintiuno.

Tabla 1.

Comparación entre parámetros físicos, químicos y biológicos al inicio y final del proceso de compostaje.

Parámetros		C	BD	EM-1
pH	Inicial	7.2±0.37	6.8±0.21	8.0±0.32
	Final	7.8±0.39	7.9±0.26	7.4±0.10
C.E.	Inicial	15±2.4	15±2.4	15±1.0
	Final	18.7±1.0	18.8±0.58	20.2±2.1
M.O.	Inicial	79±2.00	78±0.69	71±7.2
	Final	51±1.47	50±4.12	49±3.0
C/N	Inicial	21.3±1.2	21.6±0.36	21.1±1.2
	Final	13.5±0.45	13.8±0.49	12.5±0.52
N	Inicial	2.5±0.18	2.4±0.02	2.2±0.19
	Final	2.4±0.03	2.3±0.18	2.4±0.09
P	Inicial	6.1±1.92	5.1±1.2	3.9±0.66
	Final	1.3±0.54	2.5±2.5	0.9±0.32
K	Inicial	3.4±1.18	2.7±0.19	2.3±0.21
	Final	2.6±0.3	2.7±0.13	2.5±0.7
AMT	Inicial	70±3.187	9±6.25	63±5.33
	Final	12.6±0.7	11.4±5.2	11.1±0.7
Hongos	Inicial	5.5±0.06	5.4±0.41	5.1±0.8
	Final	4.3±0.52	4.3±0.21	4.4±0.22
Bacterias	Inicial	9.2±0.24	9±0.24	8.9±0.28
	Final	6.5±0.17	6.6±0.28	6.3±0.05

DISCUSIÓN

La etapa de maduración comenzó a partir del 105 a 147 días, con temperaturas de 44 a 36° C. La evolución de la temperatura durante el proceso de compostaje mostró una disminución a través del tiempo, descenso observado también por Velasco-Velasco et al. (4). El rango de temperatura, entre 35 a 65° C, fue considerado normales según lo reportado por Mirabelli (5).

A partir de los 49 días y al final del proceso se homogenizó la humedad por los riegos manuales y volteos, mencionado anteriormente. El rango de contenido de humedad alcanzó valores de 42.40 a 45.90%. Estos valores se encuentran en el rango óptimo (40 – 60%) según lo que reportaron algunos autores Dalzell et al. (9); Sánchez-Monedero et al. (10); Velasco-Velasco et al. (8); Norma IRAM (7).

A partir de los 63 días hasta finalizar el experimento, los valores variables de conductividad eléctrica entre los días siete y 63 (13.34 y 18.50 dS/m) la salinidad de las pilas se incrementó de 14.87 a 19.2 dS/m (valores promedios de los tres tratamientos del día 63 y día 147. Estos valores fueron mayores a los encontrados en ensayo anterior Ferrari et al. (11) y otros autores como Velasco-Velasco et al. (8). Este incremento podría estar dado por la presencia de cationes (ej. Potasio) o por algún producto de la mineralización (ej. Nitratos). Los nitratos no son fijados sobre la zona de intercambio y se encontrarían en su totalidad en la solución Lemaire et al. (10).

El incremento inicial de pH hasta valores superiores de 8.5, que podría deberse a la pérdida de ácidos orgánicos a través de la volatilización (dada por las altas temperaturas), a la descomposición microbiana y a liberación de amoníaco Ferrer et al. (13). Después el pH disminuyó y se ajustó a valores cercanos a la neutralidad, indicando que el compost se ha estabilizado y es apto para el uso agrícola.

El descenso paulatino fue casi idéntico a la mineralización de la materia orgánica ya que el contenido de nitrógeno total se mantuvo estable durante el proceso. Finalmente la relación C/N fue menor a quince y coincidiendo con la Norma IRAM (7).

Respecto de los parámetros biológicos la actividad microbiana total (AMT) disminuyó a través del tiempo de compostaje de manera similar a la descomposición y mineralización de la materia orgánica. La mayor actividad se registró en los primeros días 35 con los valores máximos en el día 21. Este periodo coincide con primera etapa termófila. A mayor temperatura mayor producción de CO2 Velasco-Velasco et al. (8).

Las poblaciones de hongos y bacterias fueron más abundantes en los primeros 35 días coincidiendo también con la etapa termófila. Ambos grupos microbianos disminuyeron hasta el día 77 del proceso de compostaje, pero del día 91 los hongos comenzaron a incrementar su población coincidiendo con el momento en que el pH descendió. Similar comportamiento fue detectado en ensayos anteriores Ferrari et al. (11) confirmando que los hongos prefieren ambientes no alcalinos. La dinámica descendente de la población de bacterias está relacionado positivamente con la AMT (R2=0.75) coincidiendo con Santamaria-Romero et al. (14).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Benzing, A. 2001. Fertilización Orgánica. Manual Técnico, Coedición FUNDAGRO - PS. Quito 80 p.
2. Gliessman S. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turri Alva. Costa Rica.
3. Thompson, L. 1994. El suelo y su fertilidad. 3er. Ed. Reverte.
4. Carpenter-BOGGS L., Reganold J., Kennedy A. 2000. Effects of biodynamic preparations on compost development. Biological agriculture and horticulture 17: 313-318.
5. Mirabelli E. 2008. El compostaje proyectado a la lombricultura. Edit. Hermisferio sur. BB.AA. 330 P.
6. Hartz, T.K., F.J. Costa Y W.L. Schrader. 1996. Suitability of composted green waste for horticultural uses. Hort Science 31: 961-964.
7. Norma Iram 2011. EPA -environmental Protection Agency Composting Basic Informatio. www.epa.gov/epawaste/conservation/composting/index.htm
8. Velasco-Velasco J., Figuero-Sandoval B., Ferrera-Cerrato R. 2004. CO₂ y dinámica de poblaciones microbianas en composta de estiércol y paja con aireación. Terra Latino américa Instituto de Recursos Naturales.
9. Dalzell, H.W, Biddlestone; Gray, K. R; Thuraijan, K. 1987. Soil, management compost production and use in tropical and subtropical environments. Bulletin 56. FAO. 137p.
10. Sánchez-Monedero, M.A., Roig, A., Paredes C., Y. Bernal M.P. (2001). Nitrogen transformations during organic waste composting by the Rutgers systems and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. Bioresource Technology 78, 301-308.
11. Ferrari F., Bonada M., Montoya M., Martínez L., Uliarte E.M. 2013. Efecto de los preparados biodinámicos en la elaboración de compost a partir de estiércol animal y desechos agroindustriales. V Conferencia internacional sobre análisis del ciclo de vida (CILCA) 24-27 de marzo. FCA, UNC. Lujan de Cuyo-Mendoza.
12. Lemaire F., Dartigues A., Riviere L., Charpentier S. 2005. Cultivos en macetas y contenedores: Principios agronómicos y aplicaciones. Ed. Mundi-prensa. Madrid.
13. Ferrer J., Paez G., Chirinos M., 1994. Bioproceso aeróbico de la pulpa de café. Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad de Zulia 17: 67-74.
14. Santamaria-Romero S., Ferrera-Cerrato J., Alvarez-Suarez A., Galvis-Spola A. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. Agro Ciencia 35:377-384 Montecillo México.