

VERIFICACION Y CUANTIFICACION DE MICROORGANISMOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE AEROTERMICO DE RESIDUOS DE PRODUCCION ORGANICA CERTIFICADA¹

Ana Pucha², Raúl Ramos³, Rocío Morales⁴, Vicente Novoa⁵, Fernando Romero⁶

1. INTRODUCCION

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 (González, 2002). La Agricultura Orgánica es una alternativa para caminar hacia el logro de estos fines, incorporando abonos orgánicos considerados como la base de una producción exitosa (Gliessman, 2002).

En la Sierra ecuatoriana la práctica de una agricultura más sostenible ha multiplicado el uso y aplicación de este tipo de abonos a través de la combinación de materiales vegetales y animales provenientes de la misma finca. Las recomendaciones que los productores están utilizando para el uso de éstos abonos están basadas en experiencias de otros países, en cuyos sistemas de producción los resultados han sido sobresalientes (Benzing, 2001), mientras que en las condiciones del productor ecuatoriano no se han logrado resultados satisfactorios, quizá por las condiciones medioambientales y socioeconómicas diferentes de una realidad y otra; además por la calidad del producto final que se está obteniendo con el uso de metodologías inadecuadas en el proceso de elaboración de bioabonos.

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 y que tienen como objetivo la obtención de un producto final de características físico-químicas, biológicas y microbiológicas predeterminadas, conocido como Compost. A este proceso controlado de compostaje lo denominamos *Compostaje aerotérmico* (Szernd y Pravia, 2002). La importancia de los microorganismos en el proceso de compostaje y mineralización es el resultado de tres factores: su *presencia en la biosfera*, consecuencia de la facilidad de propagación de los organismos; su *elevada velocidad metabólica y de crecimiento* y la *gran diversidad fisiológica* que les confiere una capacidad colectiva para degradar todos los compuestos orgánicos naturales que se pongan a su alcance (Szernd y Pravia, 2002).

Al terminar el proceso de compostaje se obtiene un abono orgánico llamado compost que tiene efectos positivos en el suelo tales como: *i)* estimula la diversidad y actividad microbiana, *ii)* mejora la estructura, *iii)* incrementa la estabilidad de los agregados, *iv)* mejora la porosidad total, la penetración del agua, y el crecimiento de las raíces (Pickering *et al.* 1998), *v)* elimina patógenos y semillas de malezas por las altas temperaturas generadas por la

¹ Basado en Trabajo de tesis de pregrado

² Egresada de la Escuela de Ingeniería Agronómica Facultad de Recursos Naturales Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

³ Responsable del Programa de Forestería de la Sierra, EESC-INIAP

⁴ Técnica del Departamento de Protección Vegetal, EESC-INIAP

⁵ Técnico del Departamento de Suelos y Aguas, EESC-INIAP

⁶ Profesor de la Facultad de Recursos Naturales, ESPOCH

actividad microbiana (Eastman *et al.* 2001, Dixon y Walsh 1998, Ingham 1998). Este proceso aeróbico permite obtener un producto final estable en el menor tiempo posible para la incorporación al suelo sin efectos ambientales adversos (Iglesias y Espinal, 1996).

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la población y diversidad microbiana presente durante el proceso de compostaje aerotérmico de tres mezclas de residuos agropecuarios, producidos orgánicamente.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Descripción del sitio

El ensayo se realizó en la finca de producción orgánica “San Antonio” propiedad de Escuelas Radiofónicas Populares del Ecuador “ERPE”, ubicada en el km 3 vía a Guano, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, (2754 msnm de altitud, 78° 40’ W, 01° 38’ S, 13.4 °C de temperatura media anual y 478 mm de precipitación anual).

Descripción del ensayo

Los tratamientos estudiados fueron: *a*) Combinación de estiércol (0 %), hortalizas (40 %), leguminosas (50 %), gramíneas (10 %) = Compost 1 (C1); *b*) Combinación de estiércol (20 %), hortalizas (30 %), leguminosas (30 %), gramíneas (20 %) = Compost 2 (C2); *c*) Combinación de estiércol (40 %), hortalizas (25 %), leguminosas (10 %), gramíneas (25 %) = Compost 3 (C3); *d*) Mezcla de los materiales utilizados en los tratamientos anteriores y suelo fértil en diferentes cantidades, tamaño de la partícula y manejo = Compost agricultor (C4).

Las pilas de compostaje fueron instaladas bajo un cobertizo, para proteger de la lluvia, cada pila tenían una forma trapezoidal de 3 m³ (2 m x 1 m x 1 m). Los residuos agrícolas fueron picados a un tamaño aproximadamente de 1 a 2 cm en una picadora mecánica. Posteriormente se preparó el inóculo en un recipiente de 200 lt en el que se colocaron 5 kg de excretas frescas de aves de corral, 20 kg de estiércol fresco bovino y 5 kg de suelo fértil, todos estos materiales se disolvieron en 200 lt de agua con una agitación constante, luego de 48 horas y una vez formado las pilas se aplicó el inóculo a cada una de ellas con ayuda de una regadera.

El muestreo para el análisis microbiológico se realizó en tres fases del proceso de compostaje: *i*) mesofílica I (40 °C), *ii*) termofílica (60 °C), y *iii*) mesofílica II (40 °C), colectando en cada fase dos submuestras por repetición las que se homogenizaron para formar una muestra compuesta de 200 g de material, debidamente identificadas se transportó a los laboratorios del Departamento Nacional de Protección Vegetal (DNPV) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC) en un culer a temperatura constante de 5 °C. Los análisis de la población y diversidad microbiana se realizaron mediante el uso de medios de cultivo específicos para cada población. En el laboratorio las muestras se conservaron en refrigeración a 5 °C hasta su análisis.

Metodología de toma de datos

- **Determinación de la población microbiana**

Se utilizó el método de diluciones sucesivas propuesto por Morales (2004) para lo cual se pesó 10 g de la muestra compuesta y se colocó en 90 ml de agua destilada estéril, luego se tomó 1 ml de la solución (10^{-1}) y se colocó en un tubo de ensayo con 9 ml de agua destilada estéril (10^{-2}) de esta manera se repitió el proceso hasta llegar a la dilución (10^{-7}). De las diluciones 10^{-5} a 10^{-7} se tomó 1 ml y se realizó siembra profunda en las cajas petri por triplicado para cada dilución, y posteriormente se dispensó aproximadamente 20 ml del medio de cultivo selectivo para las diferentes poblaciones microbianas: agar nutriente (bacterias totales), agar rosa de bengala (hongos totales) y agar caseína (actinomicetes totales).

- **Determinación de grupos funcionales**

Para analizar la presencia de la población de los grupos funcionales solubilizadores de fósforo y degradadores de celulosa, se utilizó el mismo método de la variable anterior en las diluciones 10^{-5} y 10^{-6} , en los medios de cultivo agar ramos-callao y agar extracto de suelo, respectivamente; para el caso de fijadores de nitrógeno de vida libre se utilizó agar watanabe en tubos de ensayo a razón de 6 ml/tubo en los cuales se inoculó 0.2 ml de las diluciones 10^{-2} a 10^{-8} , tres tubos por cada dilución.

Una vez dispensado los medios de cultivo en cajas petri se homogenizaron con movimientos circulares y finalmente fueron selladas con parafilm, para evitar contaminación, e incubadas a temperaturas constantes según el tipo de microorganismo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Medios de cultivo, parámetros de manejo y características de crecimiento de los diferentes grupos de microorganismos.

MICROORGANISMOS	MEDIOS DE CULTIVO	INCUBACIÓN PARÁMETROS		CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO
		TIEMPO (DÍAS)	TEM (°C)	
Población total de hongos	Agar Rosa de Bengala	7	37	Colonias con micelio
Población total de bacterias	Agar Nutritivo	2	37	Colonias de apariencia cremosa en la superficie del micelio.
Población total de actinomicetes	Agar Caseína	2	37	Colonias compactas de diferentes colores, crecen en el fondo del medio.
Fijadores de nitrógeno totales de vida libre (asimbióticos)	Watanabe	10-15	37	Presencia de halo en el medio semisólido, se evidencia cambio de color.
Organismos celulolíticos totales	Agar Extracto de suelo	10-15	30	Colonias con halo de degradación de celulosa en sus alrededores.
Organismos solubilizadores de fósforo totales	Agar Ramos Callao	3	30	Colonias con halo de solubilización de fósforo alrededor.

Fuente: Morales, R. 2004, adoptado de Novo, 2001

La población microbiana se determinó por conteo directo de las colonias en las cajas petri, mientras que la diversidad se determinó por sus características de crecimiento en los diferentes medios. Las variables microbianas se reportaron en términos de unidades formadoras de colonia por gramo de sustrato seco (UFC/ss), el porcentaje de humedad se realizó tomando pequeñas cantidades de muestra recolectada para el análisis microbiológico y se secó en una estufa a 105 °C por 48 horas.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico Infostat de la Universidad de Córdoba–Argentina, el nivel de significancia utilizado para las pruebas estadísticas realizadas fue del 95 %. Además se realizó pruebas de significación Tukey ($p > 0,05$) para tratamientos, fases y compost.

4. RESULTADO ESPERADO

Verificación y cuantificación de microorganismos presentes en el proceso de compostaje aerotermico de tres tipos de mezclas de residuos agropecuarios, producidos orgánicamente en la finca San Antonio.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Alexander, M. 1981. Introducción a la Microbiología del Suelo. AGT. Editor. S: A. 2^{da} ed. México.
2. Benzing, A. 2001. Agricultura Orgánica. Fundamentos para la Región Andina. Neckar Villingen-Schwenningen, AL.
3. Dixon, G R; Walsh, U.F. 1998. Supression of plant pathogens by organic extracts a review. Acta Horticulturae 469: 383 – 390.
4. Eastman, B. 2001. The effectiveness of vermiculture in human pathogen reduction for USEPA biosolids stabilization. Compost – Science – Utilization 9:1, 38 – 49.
5. Gliessman, S. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, C R.).
6. Morales, R. 2004. Estudio de la diversidad microbiana en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabiga*), y cultivos de pastos y arroz (*Oriza sativa*) en dos tipos de suelo del sur de Manabí. Ingeniera Agrónoma. Quito Ecuador. EC Universidad Central del Ecuador. p 31-33.
7. Pickering, J; Kendle, A; Hadley, P. 1998. The suitability of composted green waste as organic mulch: effects on soil moisture retention and surface temperature. Acta Horticulturae 469: 319–324.
8. Sztern, D; Pravia, P. 2002. Manual para la elaboración de compost. Bases Conceptuales y Procedimientos. OPS/HEP/HES/URU/02.99.