

**Optimización de la compostera tipo tambor
giratorio horizontal del Centro de
Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano**

María de los Angeles García Mayén

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2013

ZAMORANO
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Optimización de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Ambiente y desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

María de los Angeles García Mayén

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2013

Optimización de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano

Presentado por:

María de los Angeles García Mayén

Aprobado:

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesora Principal

Laura Suazo, Ph.D.
Directora
Departamento de Ambiente y
Desarrollo

Gerardo Murillo, Ing.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Alfredo Reyes, M.Sc
Asesor

Optimización de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano

María de Los Angeles García Mayén

Resumen: El aumento de la producción avícola a nivel mundial tiene como consecuencia un incremento en los desechos producidos. El compostaje es una alternativa eficiente para el manejo de desechos orgánicos por razones de bioseguridad y la posibilidad de generar ingresos extra. Con este estudio se buscó la optimización del proceso de compostaje del tambor giratorio horizontal del Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano (CIEAZ). Se evaluaron dos tratamientos: 1) aves muertas como fuente de nitrógeno y viruta como fuente de carbono y 2) utilización de inóculo con 227 kilogramos de concentrado de descarte y 227 kilogramos de compost. Las variables evaluadas fueron la relación carbono nitrógeno (C:N), la temperatura, los volteos y la humedad. Para alcanzar una relación de 30:1, se mezcló una parte en peso de mortalidad con dos partes en peso de viruta. Se determinó que ocho volteos diarios son suficientes para la oxigenación. La temperatura promedio del tratamiento con inóculo (50.5 °C) y fue mayor que el tratamiento sin inóculo (45.1 °C). La temperatura del ambiente y la mortalidad no tuvieron ningún efecto sobre la temperatura del compost. Ambos tratamientos alcanzaron la temperatura máxima ideal de 50-60°C, eliminando los microorganismos patógenos. En el tratamiento con inóculo el aumento de temperatura fue constante y se alcanzaron los 50 °C en menor tiempo, 16 días con inóculo y 23 sin inóculo. El ingreso constante del material orgánico dentro del tambor giratorio horizontal, impide llegar a la etapa de maduración del compost.

Palabras clave: Relación carbono nitrógeno, inóculo, tambor giratorio horizontal.

Abstract: The increase of the global poultry production also boosts the amount of waste produced by this industry. Composting is an efficient organic waste management alternative regarding biosecurity and the possibility of generating additional income. The objective of this study was to optimize composting process of the horizontal rotating drum located in the Zamorano's Poultry Research and Education Center (CIEAZ). Two treatments were evaluated: 1) dead birds as a nitrogen source and woodchips as a carbon source 2) usage of inoculum with 227 kg discard concentrate and 227 kg of compost. The variables evaluated were the carbon to nitrogen ratio (C:N) , temperature, turns and humidity. One part of mortality was mixed with two parts by of woodchips by weight to reach a 30:1 ratio. It was determined that eight daily turns are enough for oxygenation. The average temperature of treatment with inoculum (50.5 ° C) was higher than treatment without inoculum (45.1 ° C). Room temperature and mortality had no effect on the compost temperature. Both treatments reached the ideal maximum temperature of 50-60°C, ensuring the elimination of pathogenic microorganisms. In treatment with inoculum the temperature rise was constant and reached 50 ° C in less time, 16 days with inoculum and 23 days without inoculum. The steady organic material input to the horizontal rotating drum, prevents the compost from reaching the maturation stage.

Keywords: Carbon-nitrogen ratio, horizontal rotating drum, inoculum.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros y figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES	10
5. RECOMENDACIONES	11
6. LITERATURA CITADA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Análisis de materia seca, porcentaje de carbono, nitrógeno y relación carbono nitrógeno de los materiales utilizados en la mezcla para el compost de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del CIEAZ.....	5
2. Temperatura promedio (°C) de la compostera de tipo tambor giratorio horizontal, tratamiento con y sin inóculo.....	7
3. Rangos de temperatura para la eliminación de organismos patógenos.....	9

Figuras	Página
1. Comportamiento de la temperatura de la compostera a través del tiempo, tratamiento con inóculo y sin inóculo.....	8

1. INTRODUCCIÓN

La producción avícola ha tomado auge a nivel mundial. Por ser una fuente de proteína animal con precios relativamente bajos (Parzanese sf). La producción mundial de carne de pollo aumentó 27.5 millones de toneladas entre 2000 y 2010. Lo cual equivale a una tasa promedio de crecimiento anual de casi 4% (El Sitio Avícola 2012).

El aumento en la producción avícola incrementa la generación de residuos. La mortalidad avícola puede constituir una gran fuente de contaminación y diseminación de las enfermedades avícolas como New Castle y Gumboro, cuando no es manejada de forma adecuada. El manejo de las aves muertas es esencial para controlar la propagación de enfermedades. Las regulaciones actuales ofrecen una variedad de métodos para manejar los desechos avícolas siendo los más populares los incineradores, el entierro sanitario, la fosa séptica y el compostaje, entre otros. Cada uno de los métodos tiene sus ventajas y desventajas (Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz 2013). Por ejemplo, los hornos, el entierro sanitario y las fosas funcionan bien para manejar los desechos de las granjas, sin embargo, existe un rechazo social debido a los peligros potenciales y reales ocasionados en la salud y el medio ambiente (Márquez y Urquiaga 2005). Adicionalmente, gran parte de los avicultores poseen pequeñas y medianas empresas y la mayoría de ellos no cuentan con asesoría profesional sobre el manejo de desechos. Esta carencia de información los obliga a tomar decisiones inmediatas y equivocadas que no incluyen el impacto negativo que pueden generar en el ambiente (Pérez y Calle 2009).

El Centro de Investigación y Enseñanza Avícola Zamorano (CIEAZ) se ha dedicado a generar información sobre mejores dietas para gallinas de postura y pollos de engorde, comparación de líneas genéticas y rendimiento en términos de postura y carne. La producción anual en el CIEAZ es de aproximadamente 40800 pollos de engorde, 2500 pollas de levante y 1700 gallinas de postura. Con mortalidad de 4%, 2% y 15% según el orden correspondiente. Representando un total de aproximadamente de 2000 aves muertas. Suponiendo que pesan en promedio cuatro libras sería un total de aproximadamente 8000 libras de material compostable.

El CIEAZ se ha enfocado en la búsqueda de mejores alternativas para el manejo de los desechos orgánicos de la producción aviar, específicamente al manejo de la mortalidad. Inicialmente se trabajaba con un horno que funcionó bien para manejar los desechos pero presentó problemas técnicos y de manejo, por lo cual se cambió al sistema de compostaje por medio del uso de un tambor giratorio horizontal.

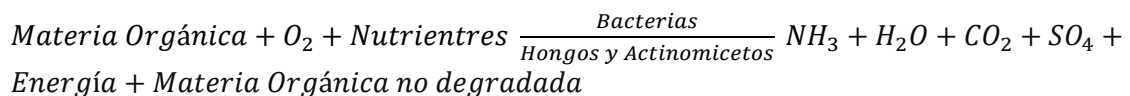
El tambor giratorio horizontal está diseñado para proveer un ambiente favorable para el proceso de compostaje, ya que acelera el proceso de descomposición y minimiza el

tiempo de manejo. En general, el tambor giratorio horizontal hace que el proceso de compostaje sea más fácil para el productor.

Esta tecnología presenta la oportunidad de generar un estudio en donde se optimice el proceso de compostaje. Así mismo, este tipo de actividades de parte de la industria avícola demuestran una actitud de mayor compromiso con el ambiente. El CIEAZ es un centro piloto que sirve de ejemplo para los productores de la zona, con la promoción de este tipo de iniciativas podría generar cambios en la forma en que los desechos son manejados en los alrededores de Zamorano.

En la actualidad el compostaje se ha vuelto una de las alternativas más eficientes para el manejo de los desechos orgánicos ya que mejora la bioseguridad de las granjas y su resultado es un producto útil y de alto valor económico.

El compostaje es un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos en presencia de oxígeno. Obteniéndose un producto final, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Haug 1993). La ecuación bioquímica del proceso del compostaje se puede expresar de la siguiente manera:



(Stoffella y Kahn 2001)

Los microorganismos son los encargados de la descomposición de la materia orgánica. Los que tienen más importancia para el proceso del compostaje son:

- Las bacterias, son las responsables de la descomposición de las proteínas, los lípidos y las grasas, así como de gran parte de la generación de energía calórica producida que conduce al incremento de temperatura en el material inicial (Marquez y Urquiaga 2005).
- Los hongos en comparación a las bacterias tienen un requerimiento de nitrógeno menor (Haug 1993). Los hongos se encuentran presentes en todo el proceso de compostaje pero se encargan especialmente de degradar celulosa y hemicelulosa (Stoffella y Kahn 2001).
- Los actinomicetos son muy parecidos a los hongos, estos son importantes especialmente para degradar materiales con alto contenido de celulosa como la viruta. Los actinomicetos emanan un olor característico a tierra mojada que sirve como indicador para saber si el proceso se está realizando en óptimas condiciones. (Stoffella y Kahn 2001).

En el proceso de descomposición aeróbico ocurren cuatro etapas, la primera de ellas es la etapa de latencia que inicia al depositar el material hasta que se registran los incrementos

de la temperatura en relación a la temperatura inicial del material y del ambiente (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud s.f). En la etapa mesofílica se da una gran actividad de bacterias mesofílicas. Estas bacterias utilizan gran parte del carbono como fuente de energía expulsando CO₂ y generando calor. La generación de calor incrementa la temperatura del compost lo que da paso a la tercera fase, en la cual la materia orgánica alcanza altas temperaturas a través de las reacciones bioquímicas de la oxidación llevadas a cabo por los organismos termofílicos. Los residuos orgánicos facilitan que se retenga el calor liberado en las reacciones de la respiración y se puedan alcanzar temperaturas de 60 a 70 °C. En la fase final, conocida como maduración se descomponen los materiales duros como la viruta, el compost se estabiliza, se encuentra a temperatura ambiente, el consumo de oxígeno desciende y desaparece la fitotoxicidad (Alvarez de la Puente 2013).

El carbono provee una fuente de energía primaria y el nitrógeno es crítico para el crecimiento microbiano, para tener una buena descomposición de los materiales y que estos se conviertan en compost es esencial tener una relación carbono nitrógeno adecuada (Stoffella y Kahn, 2001). Las cantidades de nitrógeno requeridas por las unidades de carbono varían dependiendo de los microorganismos, pero en general, los microorganismos emplean 30 partes en peso de carbono por cada parte de nitrógeno (Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, 2002).

Las bacterias, los hongos y los actinomicetos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica necesitan oxígeno para trabajar. La pila de compost debe tener suficientes poros para permitir la entrada de aire. Mientras se lleve a cabo el proceso de descomposición los materiales de la pila se van compactando lo que provoca una reducción del oxígeno disponible para los microorganismos que causa una anaerobiosis lo que da como resultados malos olores, moscas y sus larvas. Se debe voltear, o remover la mezcla para que este se oxigene (Cuadros 2008).

Como ya se mencionó, el proceso del compost está dividido en cuatro etapas, cada etapa necesita condiciones diferentes y varía su tiempo de finalización. El tiempo es limitado por lo que en el presente estudio se analizará hasta el final de la etapa termofílica. Para que esta etapa finalice es necesario dejar de depositar material. Por ser una granja de producción no se puede parar de depositar los animales muertos y la unidad no cuenta con otro espacio para depositarlos por lo que la temperatura no dejará de variar lo que impide que el compost llegue a su etapa de maduración. Para fines del estudio se dejara de depositar animales hasta que baje la temperatura pero en situaciones futuras tendrá que calcularse la cosecha y trasladarlo a otro espacio para que pase a la fase de maduración.

El estudio se realizó con la finalidad de generar información para la optimización el uso del tambor giratorio horizontal del CIAEZ, se establecieron parámetros importantes que deben ser controlados en el proceso de descomposición, como: frecuencia óptima de volteo, la relación carbono nitrógeno adecuada, el riego y la temperatura. Además un objetivo de suma importancia para el estudio fue determinar los efectos del inóculo sobre la velocidad del proceso de descomposición y la correlación entre la temperatura ambiente y la mortalidad con el proceso.

En Resumen los objetivos del estudio incluyen:

- Establecer los parámetros que deben ser considerados en el proceso de compostaje: Relación Carbono-nitrógeno, volteos, humedad y temperatura.
- Determinar los efectos del inóculo sobre el proceso de descomposición.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano ubicado a 30 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras. Se utilizó un tambor giratorio horizontal de marca DrumDevil™ de acero y materiales estructurales que gira sobre los soportes y es accionado por un motor eléctrico de tres caballos de fuerza.

Para dar inicio al estudio fue necesario vaciar y limpiar el tambor giratorio. Se evaluaron dos tratamientos, el primero consistió en agregar aves muertas como fuente de nitrógeno y viruta como fuente de carbono. El segundo tratamiento fue inoculado con 227 kilogramos de concentrado de descarte y 227 kilogramos de compost. En el primer tratamiento se depositaron aves durante 81 días, para el segundo tratamiento se depositaron aves durante 99 días.

Relación (C:N). La relación C:N inicial que se utilizó para un óptimo proceso de compostaje fue de 30:1. Para ello fue necesario determinar la cantidad en peso de la fuente de carbono (viruta) que se necesita agregar por cada unidad de peso de fuente de nitrógeno (pollos), se utilizó la fórmula 1:

$$X = \frac{(30 * Nn) - Cn * MSn}{Cc - (30 * Nc) * MSc} \quad [1]$$

(Fórmula 1 para determinar la relación carbono -nitrógeno)

Dónde:

X= cantidad en peso de fuente de C por una parte en peso de fuente de N

Nn = % de N de la fuente de N

Cn = % de C de la fuente de N

Cc = % de C de la fuente de C

Nc = % de N de la fuente de C

MSn = % de materia seca de N

MSc = % de materia seca de C

(Restrepo 2007).

No fue posible medir la relación C:N de los pollos por lo que se utilizó la información de Wortmann y Shapiro (2012) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de materia seca, porcentaje de carbono, nitrógeno y relación carbono nitrógeno de los materiales utilizados en la mezcla para el compost de la compostera tipo tambor giratorio horizontal del CIEAZ.

Material	Materia seca	N	C	C:N
	------(%)-----			
Mortalidad	20	13.00	39.00	3:1
Viruta	80	0.23	48.76	212:1

Para registrar el peso de los pollos que se ingresaban a la compostera, se instalaron tableros en cada galpón donde se anotó el peso de los pollos muertos en gramos. El peso de la fuente de carbono fue medido una báscula digital utilizando un balde plástico.

Volteos. La oxigenación en el proceso de compostaje es muy importante, por lo tanto se probó con 30, 16 y 8 volteos diarios para evaluar la eficiencia de cada uno y determinar cuál de ellos es el óptimo.

Humedad. Se regó la compostera con 1 litro de agua diario, para mantener la humedad del compost.

Temperatura. Una temperatura entre 50 a 60 °C indica que los microorganismos están trabajando correctamente (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación 2012). Es importante alcanzar esta temperatura para la disminución y eliminación de carga microbiana patógena presente en el material (Bautista, 2009). Temperaturas por encima de 70 °C ocasionan volatilización del nitrógeno. Para medir la eficiencia del proceso de descomposición, se tomó la temperatura interna con un termómetro de mercurio. Este fue adherido a una vara para medir la temperatura a 50 cm de profundidad. La cantidad de material orgánico tenía aproximadamente un metro de profundidad. La temperatura se tomó diariamente por un periodo de 91 días para el tratamiento sin inóculo y 99 días para el tratamiento con inóculo. Adicionalmente se tomaron datos de la temperatura del ambiente, para evaluar el posible efecto sobre la temperatura de la compostera.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con dos tratamientos: sin inóculo (n=91) y con inóculo (n=99), cada día represento una repetición. Los tratamientos fueron analizados por medio de un análisis de varianza y una separación de medias Duncan al 95% de confiabilidad ($P \leq 0.05$). El efecto de la temperatura del ambiente y la mortalidad sobre la temperatura de la compostera, se analizó utilizando un análisis de correlación de Pearson ($P \leq 0.05$). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con dos tratamientos: sin inóculo (n=91) y con inóculo (n=98), cada día representaba una repetición. Los tratamientos fueron analizados por medio de un análisis de varianza y una separación de medias Duncan al 95% de confiabilidad ($P \leq 0.05$). El efecto de la temperatura del ambiente y la mortalidad sobre la temperatura de la compostera, se analizó utilizando un análisis de correlación de Pearson ($P \leq 0.05$). Para ambos análisis se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS®, 2010)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación C:N. Al mejorar la relación carbono-nitrógeno se hizo más eficiente el proceso de descomposición. Para alcanzar una relación C:N de aproximadamente 30:1, se debe mezclar una parte en peso de mortalidad con dos partes en peso de viruta.

Volteos. Se comprobó que realizar 16 y 30 volteos diarios retarda el proceso de descomposición, ya que el constante movimiento hace que los microorganismos no puedan multiplicarse. Por lo tanto, se determinó que ocho volteos diarios, cuatro por la mañana y cuatro por la tarde, hacen que el proceso de oxigenación sea más eficiente.

Humedad. Se observó que no es necesario aplicar riego al compost ya que el cuerpo del pollo está conformado por aproximadamente 80% de agua. Al aplicarle agua se generó un medio óptimo para las larvas de mosca.

Temperatura. Se determinó diferencia significativa en la temperatura promedio entre el tratamiento con inóculo y sin inóculo (Cuadro 2). El inóculo contribuyó a la proliferación rápida de microorganismos lo cual generó que la temperatura se elevara rápidamente.

Cuadro 2. Temperatura promedio (°C) de la compostera de tipo tambor giratorio horizontal en el CIEAZ, tratamiento con y sin inóculo.

Tratamiento	Temperatura Promedio Compost (°C)
Sin inóculo	45.1b§
Con inóculo	50.5 ^a
Coefficiente de Variación	17.8
Probabilidad	<.0001

§Datos con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

La temperatura ambiente promedio durante el tratamiento sin inóculo fue de 24.6 C° y de 23.5 °C para los meses del tratamiento con inóculo. Los primeros meses del año donde no se aplicó inóculo fueron más calientes que los meses donde sí se aplicó. Sin embargo, se analizó la correlación entre la temperatura ambiente y la temperatura de la compostera y no se encontró relación ($P=0.3823$). La temperatura ambiental no afectó la temperatura interna del tambor giratorio horizontal.

La mortalidad no tiene correlación con la temperatura interna del tambor giratorio horizontal ($P=0.12$), esto significa que el proceso de descomposición es independiente de la cantidad de material que sea colocado. Sin embargo, en el primer tratamiento hasta que

fueron depositados aproximadamente 136 kg de pollos la temperatura comenzó a elevarse, fue diferente para en tratamiento inoculado ya que se inició el tratamiento con un volumen más alto que el primero.

Ambos tratamientos alcanzaron la temperatura ideal, de 50 a 60 °C (Figura 1). Sin embargo, el tratamiento con inóculo tuvo un comportamiento más constante y alcanzó una temperatura de 50 °C en un menor tiempo (día 16) en comparación con el tratamiento sin inóculo (día 23).

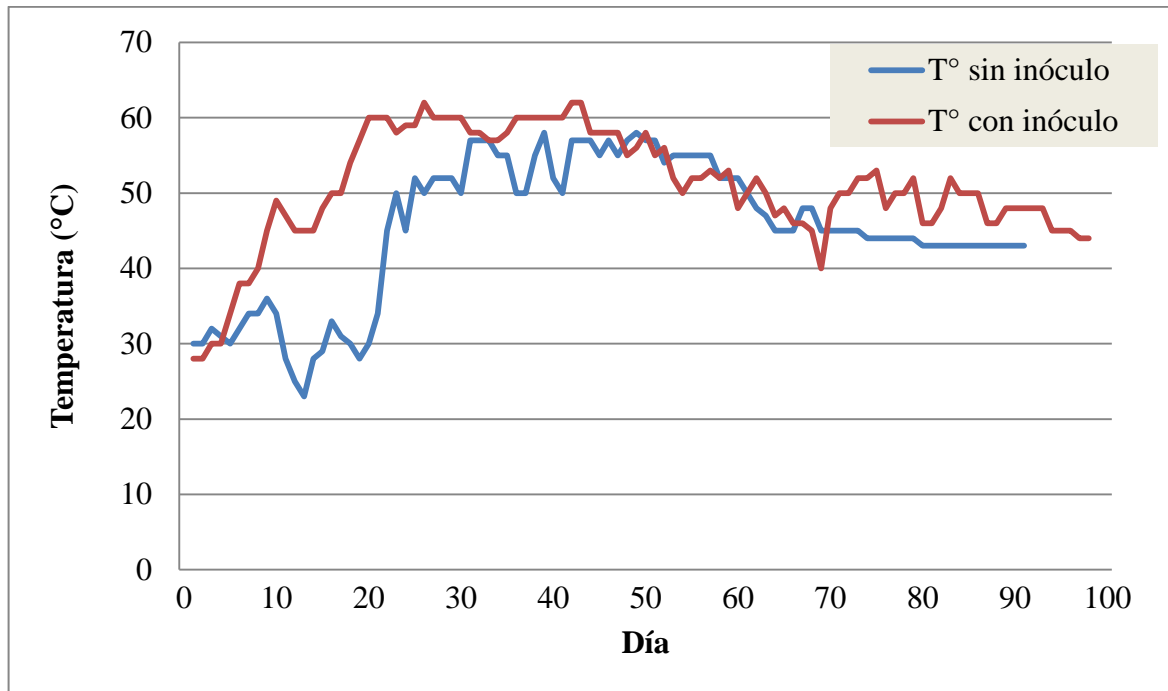


Figura 1. Comportamiento de la temperatura de la compostera a través del tiempo, tratamiento con inóculo y sin inóculo.

El tratamiento con inóculo alcanzó temperaturas de 60 °C por lo tanto este tratamiento en comparación al que no está inoculado es más eficiente. Ya que con el tratamiento que tiene inóculo los patógenos serán eliminados más rápido y serán eliminadas más especies de patógenos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Rangos de temperatura y tiempo para la eliminación de organismos patógenos. (Polprasert 2007).

Organismo Patógeno	55°C	60°C
<i>Salmonella typhosa</i>	30min	20min
<i>Salmonella</i> sp	60min	15-20min
<i>Shigella</i> sp	60min	¥
<i>E.coli</i>	60min	15-20min
<i>Streptococcus pyogens</i>	10min	¥
<i>Mycobacterium diptheriae</i>	45min	¥
<i>Endoamoeba histolytica</i>	1sec	¥
<i>Trichinella spiralis</i>	¥	1sec

¥ No hay datos del tiempo de eliminación del patógeno a esta temperatura.

4. CONCLUSIONES

- Es necesario aplicar dos unidades en peso de viruta por cada unidad en peso de mortalidad para alcanzar un relación C:N de 30:1.
- La aireación de la compostera es de suma importancia, sin embargo, un volteo continuo evita que se propicien las condiciones adecuadas para los microorganismos.
- Ocho volteos diarios fue suficiente para crear las condiciones ideales para los microorganismos, adicionalmente, ayudó a la homogenización del material orgánico.
- No es necesario aplicar riego al compost ya que el cuerpo del pollo está conformado por aproximadamente 80% de agua, al aplicarle agua genera un medio óptimo para las larvas de moscas.
- Para iniciar el proceso de compostaje en el tambor giratorio horizontal es necesario tener un volumen alto de material ya la falta del mismo tiene como consecuencia que las bacterias se reproduzcan lento.
- Los dos tratamientos funcionan bien ya que alcanzan las temperaturas adecuadas (50-60 °C)
- El tambor giratorio horizontal es un buen método para manejar los desechos de una granja de producción aviar, sin embargo, por ser una granja que está en constante producción es necesario depositar a diario pollos, lo que impide que el compost llegue a su etapa de maduración.
- Al proveer mejores condiciones el proceso de descomposición se desarrollo de mejor forma que en el manejo que se daba anteriormente. Al aplicar inóculo, el proceso de compostaje se aceleró, los microorganismos proliferaron más rápido y en mayores cantidades. Este dato se comprobó con el aumento de temperatura.

5. RECOMENDACIONES

- Cambiar la compostera a un EcoDrum®, tecnología que funciona de forma parecida al tambor giratorio horizontal pero la diferencia es que el EcoDrum funciona como un tornillo sin fin que empuja el compost y lo tiene separado por segmentos. El EcoDrum® permite que las cuatro fases del compost se realicen dentro del tambor y se obtenga un producto final.
- Inocular siempre el compost con compost terminado y concentrado en una proporción de 1 a 1, para mejorar el desempeño de los microorganismos.
- Dar ocho vueltas diarias a la compostera cuatro durante la mañana y cuatro durante la tarde.
- Tomar en cuenta la gallinaza para que entre al proceso de descomposición como otra fuente de nitrógeno.

6. LITERATURA CITADA

Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior. 2002. Guía de lombricultura; Lombricultura de alternativa de producción.(en línea). consultado 16 de septiembre de 2013. Disponible en:

<http://es.scribd.com/doc/4031482/47/Plan-de-Negocios>

Álvarez de la Puente, J. 2013. Manual de compostaje para Agricultura Ecológica. Consejería de Agricultura y Pesca. Andalucía, España. 48 p.

Bautista, G. 2009. Evaluación en 3 microambientes diferentes de la termorresistencia de una Cepa de *Salmonella* spp aislada de compost. Tesis microbiólogo industrial. Bogotá, Colombia, Pontificia Universidad Javeriana. 81 p.

Cuadros, S. 2008. Compostaje y Biometanización. En línea. Consultado el 2 de octubre de 2013. Disponible en:

http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:45732/componente45730.pdf

El Sitio Avícola, 2012. Tendencias Avícolas Mundiales 2012, La avicultura incrementa su cuota en la producción mundial de carne (en línea). consultado 16 de septiembre de 2013. Disponible en

<http://www.elsitioavicola.com/articles/2204/tendencias-avacolas-mundiales-2012-la-avicultura-incrementa-su-cuota-en-la-produccion-mundial-de-carne>

Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz, 2013. Buenas prácticas para el manejo, uso, transporte y eliminación de la cama usada y mortalidad avícola. Dirección de Sanidad Agroalimentaria. Santa Cruz, Bolivia. 16 p.

Haug, R. 1993. The Practical Handbook of compost Engineering. Lewis Publishers. England. 752 p.

Mármol, M. y L. Gómez. 2013. Compostaje de las Aves Muertas en Granja Comercial (en línea). Consultado el 2 de octubre de 2013. Disponible en: [http://www.industriavicola.com/pdf/produccion/Boletin_No._2_\(Produccion\).pdf](http://www.industriavicola.com/pdf/produccion/Boletin_No._2_(Produccion).pdf)

Marqués, M. y R. Urquiaga. 2005. Manual del buen compostador. Madrid, España, Grupo de Acción Para el Medio Ambiente. 16 p.

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la salud, 2012. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Presidencia de la republica oficina de planeamiento y presupuesto unidad de desarrollo municipal. (en línea). Consultado el 16 de septiembre de 2013. Disponible en: <http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf>

Parzanese, M. sf. Tecnologías para la Industria Alimentaria, procesamiento de subproductos avícolas (en línea). consultado 16 de septiembre de 2013. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_18_Subproductos_avicolas.pdf

Pérez, M y Villegas, R. 2009. Procedimientos para el manejo de residuos orgánicos avícolas. Tesis zootecnista. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia, 71 p.

Polprasert, C. 2007. Organic waste recycling technology and management (en línea) Consultado el 25 de octubre de 2013. Disponible en: http://books.google.hn/books?id=owycqJMjoZoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false

Restrepo, J. 2007. Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Managua, Nicaragua. Editorial SIMAS. 260 p.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación y Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. 2012. Elaboración de Composta. Texcoco, México, Torres. 8 p.

Statistical Analysis System (SAS). 2010. SAS User's Guide: Atatistics. SAS Institute Inc.

Stoffella, P, y B. Kahn. 2001. Compost utilization in horticultural cropping systems. Lewis Publisher. New York, Washington D.C. 414 p.

Wortmann, C y Shapiro, C. 2012. Composting Manure and Other Organic Materials. (en línea) Consultado el 25 de octubre de 2013. <http://www.ianrpubs.unl.edu/live/g1315/build/g1315.pdf>