

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “ZOOTECNIA”



**“COMPARACIÓN DE DOS COMPUESTOS DE
MICROORGANISMOS EFICACES UTILIZADOS EN EL
COMPOSTAJE DE CADÁVERES DE POLLO DE
ENGORDE”**

SILVIA MARIANA BARRIOS CASTILLO

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE “ZOOTECNIA”



**“COMPARACIÓN DE DOS COMPUESTOS DE
MICROORGANISMOS EFICACES UTILIZADOS EN EL
COMPOSTAJE DE CADÁVERES DE POLLO DE
ENGORDE”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

SILVIA MARIANA BARRIOS CASTILLO

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“COMPARACIÓN DE DOS COMPUESTOS DE MICROORGANISMOS EFICACES UTILIZADOS EN EL COMPOSTAJE DE CADÁVERES DE POLLO DE ENGORDE”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	MSc Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I:	Lic. Zoot. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Mercedes de los Ángeles Marroquín Godoy
VOCAL V:	Br. Jean Paul Rivera Bustamante

ASESORES

Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana
MSc. Karen Judith Hernández Cabrera
M.A. Carlos Enrique Corzantes Cruz

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por darme la sabiduría, fortaleza y oportunidad para concluir con esta meta.

A MI MADRE:

Por su gran esfuerzo y apoyo incondicional en todo momento, para lograr este sueño.

A MI ABUELITA:

Por su amor, consejos, cuidados y ejemplo.

A MI TÍO:

Abidan Escobar por ser como un padre, amigo y gran apoyo para salir adelante.

A MI PAPÁ:

Por el apoyo brindado en el transcurso de mi carrera.

A MIS HERMANOS:

José Mariano, Danilo Alberto, Rafael Fernando, Juan Miguel y Luis Armando con mucho cariño.

A MIS TÍOS Y PRIMOS:

Con especial cariño.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme dado la oportunidad de formarme en la carrera de Licenciada en Zootecnia.

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Por darme los conocimientos básicos necesarios.

A LA AVÍCOLA VILLALOBOS

Por brindarme su apoyo durante la realización de esta investigación.

A MIS ASESORES

Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana, MSc. Karen Judith Hernández, M.A. Enrique Corzantes, por el tiempo dedicado en esta investigación.

A MIS CATEDRÁTICOS

Por todo lo aprendido a lo largo de mi Carrera.

A

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de mi tesis.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.	1
II.	HIPÓTESIS.	3
III.	OBJETIVOS.	4
	3.1 General.	4
	3.2 Específico.	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.	5
	4.1 Manejo de la mortalidad producida en la industria avícola guatemalteca.	5
	4.2 Legislación nacional e internacional que regulan la producción de desechos avícolas.....	5
	4.2.1 Acuerdos internacionales.	6
	4.2.2 Leyes nacionales, decretos, resoluciones.	6
	4.3 Compostaje a partir de mortalidad.	6
	4.4 Etapas del compostaje.	7
	4.4.1 Mesófilo.	7
	4.4.2 Termófilo.	7
	4.4.3 De enfriamiento.	7
	4.4.4 De maduración.	7
	4.5 Factores que influyen en el proceso de compostaje.	8
	4.5.1 Área superficial de exposición.	8
	4.5.2 Aireación o disponibilidad de oxígeno.	8
	4.5.3 Relación Carbono: Nitrógeno.	8
	4.5.4 Humedad.	8
	4.5.5 Temperatura de la pila de compostaje.	9
	4.5.6 Temperatura exterior.	9
	4.6 Importancia de la utilización de microorganismos.	9
	4.7 Beneficios que aporta la utilización de microorganismos eficaces en la elaboración de compostaje.	10

4.8	Pincipales microorganismos utilizados.	10
4.8.1	Bacterias fotosintéticas.	10
4.8.2	Bacterias acido lácticas.	10
4.8.3	Levaduras.	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.	12
5.1	Materiales.	12
5.2	Manejo del experimento.	12
5.2.1	Área de compostaje.	13
5.2.2	Preparación e inoculación de microorganismos eficientes.	13
5.2.3	Pasos de llenado de la compostera.	14
5.2.4	Manejo de la compostera.	14
5.2.5	Toma de muestras.	14
5.2.6	Análisis físico, químicos.	15
5.2.7	Análisis microbiológicos.	15
5.2.8	Análisis estadístico.	15
5.2.9	Análisis económico.	16
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	17
6.1	Fósforo.	17
6.2	Potasio.	18
6.3	Calcio.	18
6.4	Zinc.	19
6.5	Magnesio.	20
6.6	Hierro.	21
6.7	Manganeso.	21
6.8	Valor fertilizante.	22
6.9	pH.	23
6.10	Características físicas a los 60 días.	24
6.11	Calidad microbiológica.	24
6.12	Determinación de costos.	25

VII. CONCLUSIONES.	26
VIII. RECOMENDACIONES.	27
IX. RESUMEN.	28
ABSTRACT.	29
X. BIBLIOGRAFÍA.	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Leyes y reglamentos sobre evaluación de impactos ambientales.	6
Tabla No. 2	Diferencias entre la elaboración de compostaje utilizando microorganismos eficaces y un proceso tradicional.	10
Tabla No. 3	Resultados de la prueba de student para fósforo obtenido en ambos tratamientos.	17
Tabla No. 4	Resultados de la prueba de student para potasio obtenido en ambos tratamientos.	18
Tabla No. 5	Resultados de la prueba de student para calcio obtenido en ambos tratamientos.	19
Tabla No. 6	Resultados de la prueba de student para zinc obtenido en ambos tratamientos.	20
Tabla No. 7	Resultados de la prueba de student para magnesio obtenido en ambos tratamientos.	20
Tabla No. 8	Resultados de la prueba de student para hierro obtenido en ambos tratamientos.	22
Tabla No. 9	Resultados de la prueba de student para manganeso obtenido en ambos tratamientos.	22
Tabla No. 10	De composición nutrimental.	22
Tabla No. 11.	Calidad microbiológica de las muestras	25
Tabla No. 12.	Costos de producción	25

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1 Comportamiento del pH durante el proceso tratamiento uno .	23
Gráfica No. 2 Comportamiento del pH durante el proceso tratamiento dos .	24

I. INTRODUCCIÓN

Las explotaciones avícolas de Guatemala se encuentran distribuidas en diferentes áreas geográficas del país, para el año 2007 se reportó un total de 862 granjas, de las cuales 402 están orientadas a la producción de pollo de engorde, con una densidad poblacional de 8,320,000 aves (FAO 2007) (7).

Las labores y obligaciones del sector avícola con relación al medio ambiente, están reglamentadas por normas nacionales e internacionales; por ejemplo el Decreto Ley 1753/94 y Decreto Ley 2150/95; norman las licencias ambientales: requisitos, condiciones u obligaciones para prevenir, mitigar y corregir los efectos ambientales para la construcción, desarrollo y operación de la industria (6).

Los avicultores que no cumplan con las normas que regulan el manejo de los desechos producidos, pueden ser sancionados con multas y procesos administrativos y penales.

Esto conlleva a proponer alternativas para el manejo adecuado de los residuos avícolas, evitando que se conviertan en una fuente de contaminación para el medio ambiente.

El compostaje es un proceso que permite eliminar los animales muertos en una forma inmediata y segura debido a que no lleva asociado ningún peligro de contaminación de las aguas subterráneas o superficiales (1,2).

Se ha demostrado que al inocular bacterias en el proceso de compostaje se obtienen algunos beneficios como: aceleración de la descomposición de la materia orgánica, inhibe la proliferación de mosca, reduce la presencia de malos olores que se generan durante el proceso.

El objetivo del presente trabajo de investigación está orientado a aportar

información sobre la utilización de microorganismos eficaces en la elaboración de compostaje de cadáveres de pollo de engorde (2).

II. HIPÓTESIS

- La adición de dos compuestos a base de microorganismos eficaces en el compostaje de cadáveres de pollo de engorde, presentan los mismos efectos significativos en términos de Fósforo (%), Potasio (%), Calcio (%), Magnesio (%), Zinc (ppm), Hierro (ppm), Manganeseo (ppm), pH, Salmonella (UFC/gr) E. coli (UFC/gr).

III. OBJETIVOS

3.1 General

- Aportar información sobre la utilización de microorganismos eficaces en la elaboración del compostaje de cadáveres de pollo de engorde.

3.2 Específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de dos compuestos de microorganismos eficaces en el compostaje de cadáveres de pollo de engorde, en términos de:
 - Fósforo (%), Potasio (%), Calcio (%), Magnesio (%), Zinc (ppm), Hierro (ppm), Manganeso (ppm).
 - Presencia de Salmonella (UFC/g.) E. coli (UFC/g).
 - pH.
- Determinar los costos de producción del compostaje.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Manejo de la mortalidad producida en la industria avícola guatemalteca.

Actualmente la mayoría de las granjas avícolas eliminan la mortalidad producida diariamente, dentro del mismo establecimiento, esta práctica la realizan mediante diferentes métodos existentes como: incineración, fosa séptica o sistema de tratamiento químico, utilizando el mecanismo más conveniente, que no produzca contaminación al medio ambiente, ni residuos que afecten la salud humana o animal.

Sin embargo, las leyes que regulan la producción de desechos avícolas establecen la implementación de un sistema de gestión ambiental enfocado a procesos de producción sostenibles orientados a una producción más eficaz y eficiente como el compostaje a partir de mortalidad de las aves (11).

4.2 Legislación nacional e internacional que regulan la producción de desechos avícolas.

La evaluación de impacto ambiental (EIA) es un recurso fundamental para la gestión ambiental. Los países de Centroamérica disponen de leyes de ambiente que incluyen, con diversos grados de énfasis, el requisito de la EIA, cuyo nombre cambia de país a país licencia ambiental, permiso ambiental, viabilidad ambiental, aprobación ambiental, autorización ambiental entre otros (12). A la vez, cada país ha creado una autoridad ambiental responsable de tramitar el proceso y de conformar un instrumento de aprobación de la EIA.

En materia ambiental internacional, la región de Centroamérica colabora en varios convenios y declaraciones internacionales, entre las que destacan:

4.2.1 Acuerdos internacionales.

- Convención sobre la Diversidad Biológica, Rio de Janeiro, 5 de junio de 1992.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Nueva York, 9 de mayo de 1992.
- Protocolo de Kyoto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Kyoto, 11 de diciembre de 1997.
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. Washington, 3 de marzo de 1973, enmendada en Bonn, 22 de junio de 1979.
- Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono. Viena, 22 de marzo de 1985 (12).

4.2.2 Leyes nacionales, decretos, resoluciones.

Como ya se ha mencionado, todos los países de Centroamérica cuentan con leyes, decretos, resoluciones en materia ambiental que regulan la evaluación de impacto ambiental. La legislación guatemalteca relacionada con el medio ambiente está establecida en la Constitución Política de la República de Guatemala (12).

Tabla No. 1

Leyes y Reglamentos sobre evaluación de impactos ambientales.

País	Ley Reglamento	Ley Reglamento
Guatemala	Decreto 68-86 Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente.	Reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental (AG-431-2007)

Fuente: Guía avícola, instrumento de gestión ambiental 2009.

4.3 Compostaje a partir de mortalidad.

Proceso mediante el cual la actividad aeróbica, termófila, energía pasiva del sol y del aire e intervención de bacterias, hongos y levaduras, convierte cadáveres, pollinaza, cascarilla de arroz en una biomasa o abono orgánico (16).

4.4 Etapas del compostaje:

El proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de temperatura:

4.4.1 Mesófila.

La mezcla de materia orgánica inicialmente se encuentra a temperatura ambiente, conforme se van reproduciendo estos microorganismos va aumentando la temperatura y producción de ácidos orgánicos que hacen bajar el pH. Los mesófilos presentan temperaturas óptimas a los 30-40°C.

4.4.2 Termófila.

Los microorganismos termófilos se desarrollan en condiciones de temperatura de 50-75°C.

4.4.3 De enfriamiento.

Cuando la temperatura es menor de 60°C reaparecen hongos termófilos que invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.

4.4.4 De maduración.

Es un período que requiere cierto tiempo a temperatura ambiente, durante el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus (16).

4.5 Factores que influyen en el proceso de compostaje:

Este se basa en una actividad de microorganismos, para que estos puedan vivir y descomponer la materia orgánica es importante tener en cuenta los principales factores que influyen en el proceso (10).

4.5.1 Área superficial de exposición.

El tamaño de los residuos orgánicos tiene influencia en el proceso de compostaje. Se persigue aumentar el área superficial de exposición del material a compostar a través del desmenuzado del mismo.

4.5.2 Aireación o disponibilidad de oxígeno.

Este es un factor fundamental ya que una descomposición eficiente solo se da cuando hay suficiente disponibilidad de oxígeno.

4.5.3 Relación Carbono: Nitrógeno.

El Carbono y el Nitrógeno son dos elementos fundamentales en el compostaje. El primero es utilizado por los microorganismos como fuente energética a través de su oxidación y el segundo para la síntesis protéica. El proceso de descomposición se torna lento cuando no hay suficiente disponibilidad de nitrógeno pero un exceso de éste también puede ocasionar la formación de amoníaco con su correspondiente mal olor.

4.5.4 Humedad.

Es necesario que las pilas de compostaje presenten un adecuado nivel de humedad ya que los microorganismos solo pueden utilizar las moléculas orgánicas cuando éstas están disueltas en agua. Así el contenido de humedad debe situarse entre el 40-60 %. Tampoco es conveniente un exceso de humedad ya que dificultaría la necesaria aireación y puede ocasionar un arrastre y pérdida de los nutrientes (10).

4.5.5 Temperatura de la pila de compostaje.

Los microorganismos generan calor según van descomponiendo el material orgánico de tal forma que dentro de la pila de compostaje se pueden alcanzar temperaturas de 60 a 70 °C. Este efecto es deseable porque con altas temperaturas se consigue destruir agentes patógenos y semillas de malas hierbas favoreciéndose por tanto la higienización del compost.

4.5.6 Temperatura exterior:

La descomposición de la materia orgánica se ve reducida durante los meses de invierno en los climas fríos.

4.6 Importancia de la utilización de microorganismos eficaces.

Estos tienen el objetivo de disminuir el tiempo de la descomposición de la materia orgánica, obteniendo un material microbiológico y nutricionalmente adecuado.

Además los microorganismos promueven la transformación aeróbica de compuestos orgánicos evitando que se liberen generadores de malos olores, adicionalmente evita la proliferación de vectores como: moscas o palomillas.

También incrementa la eficiencia de la materia orgánica como fertilizante, ya que durante el proceso de fermentación se liberan y sintetizan sustancias y compuestos como: aminoácidos, enzimas, vitaminas, minerales etc; que al ser incorporados al suelo a través del abono orgánico, mejoran sus características físicas y químicas (15).

4.7 Beneficios que aporta la utilización de microorganismos eficaces en la elaboración de compostaje.

Tabla No. 2

Diferencias entre la elaboración de compostaje utilizando microorganismos eficaces y un proceso tradicional

Compostaje con microorganismos eficaces	Compost tradicional (sin m.o)
Menor tiempo de descomposición (1 a 2 meses).	Mayor tiempo de descomposición (3 a 6 meses).
No hay presencia de malos olores y moscas.	Presencia de malos olores y moscas.
Producto final con mayor contenido de nutrientes.	Menor contenido nutricional.
Mayor contenido de bacterias aerobias.	Menor contenido de bacterias aerobias.

Fuente: Manual para la elaboración de compostaje bases conceptuales y procedimientos. OPS/HEP/HES/URU.2007.

4.8 Principales microorganismos utilizados:

A continuación se describen algunos de los principales tipos de microorganismos presentes en elaboración del compost y su acción (14).

4.8.1 Bacterias fotosintéticas.

Las bacterias fotosintéticas o fototróficas son bacterias que para crecer obtienen su energía de la luz mediante fotosíntesis.

4.8.2 Bacterias ácido lácticas.

Estas son las encargadas de la producción de ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras.

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir hongos patógenos como el fusarium, este es el causante del debilitamiento de los cultivos exponiéndolos a enfermedades y plagas.

El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos y controla la diseminación de fusarium, mejorando el medio donde se desarrollan los cultivos.

4.8.3 Levaduras.

Estas sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas y materia orgánica (14).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la Ciudad Universitaria Zona 12, dentro de una zona de vida bosque húmedo subtropical templado a una altitud promedio de 1,551.5 msnm, con una temperatura que oscila entre 20 a 26°C, y una precipitación pluvial que va de 1,100-1,345 mm/año(5).

5.1 Materiales

- 12 Cajones
- Microorganismos eficaces
- Aves muertas (5 semanas de edad)
- Cascarilla de arroz
- Pollinaza
- Agua
- Melaza
- Cubetas
- Palas
- Carretilla
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes

5.2 Manejo del experimento.

La presente investigación se realizó con colaboración de una explotación avícola de ciclo completo, encargada de producir pollo de engorde; la cual proporcionó la materia prima (cadáveres, pollinaza y cascarilla de arroz) para el

desarrollo de la misma; la mortalidad fue colectada en dos granjas, ubicadas en el área de la meseta central; con promedio de 38 días de edad.

La estructura necesaria para el proceso de compostaje fue montada en la Granja Experimental de La Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; realizando el llenado de los cajones en un día con el fin de mantener las mismas condiciones ambientales.

5.2.1 Área de compostaje.

El área de compostaje, constó de una galera de 3 m. de ancho y 4 m. de largo, donde fueron colocados 12 cajones, cada uno con las siguientes medidas: 50 cm de ancho, 1m. de largo y 75 cm de alto. La orientación de los mismos fue de este a oeste con el objetivo de mantener las mismas condiciones ambientales en ambos tratamientos.

5.2.2 Preparación e inoculación de microorganismos eficaces.

La solución se preparó a base de microorganismos eficaces, melaza y agua, posteriormente se aplicó por inmersión de los cadáveres de las aves. Preparando cada tratamiento de la siguiente forma:

En el tratamiento uno se utilizó una solución madre comercial que tenía una concentración de $5 \cdot 10^{12}$ bacterias/litro; fue un producto líquido miscible en agua que debió manejarse con rangos de temperatura de 4-35°C. La preparación del producto fue la siguiente: 1 litro. de microorganismos eficaces, 1 litro. de melaza y 19 litro. de agua dejándolo reposar por 48 hrs para la proliferación de las bacterias.

En el tratamiento dos, se utilizó una solución madre comercial que tenía una concentración de $5 \cdot 10^6$ bacterias y $5 \cdot 10^2$ de levaduras/litro; fue un producto líquido miscible en agua que debió manejarse con rangos de temperatura de 15-35°C. La preparación del producto fue la siguiente: 1 litro. de microorganismos eficaces se activó con 1 litro. de melaza y 19 litro. de agua dejándolo reposar por 48 hrs para la proliferación de las bacterias.

5.2.3 Pasos de llenado de la compostera:

Paso I: Se coloca una capa de pollinaza de 15 cm de grosor.

Paso II: Sobre la primera capa de pollinaza, se coloca otra de cascarilla de arroz limpia (sin usar) de 5 cm de grosor.

Paso III: Sobre la capa de cascarilla de arroz, se deposita la capa de cadáveres de 15 cm de grosor aproximadamente la cual consta de 10 pollos; colocando en cada cajón un total de dos capas de cadáveres, cuidando que estos quedaran separados 5 cm de las paredes del compartimiento y bien esparcidos.

Paso IV: Posteriormente se cubre la capa de cadáveres de pollo, con una capa de 10 cm de pollinaza y 5 cm de cascarilla de arroz (sin usar).

Paso V: Luego se pone otra capa de cadáveres y se repite el procedimiento hasta llegar a una altura de 60 cm (8,9).

5.2.4 Manejo de la compostera.

Después que se llenaron los compartimientos se dejaron en reposo; realizando el primer volteo a los 30 días, con el objetivo de homogenizar la biomasa, efectuando un muestreo aleatorio de cada repetición por tratamiento; donde se determinó que fue necesario un riego en todo el proceso. El último volteo fue a los 60 días; antes de tomar las muestras finales para su análisis posterior.

5.2.5 Toma de muestras.

A los 30 días se empezó a controlar el pH y la humedad de los tratamientos en estudio. A los 60 días se realizó un muestreo final en el que se analizó química y microbiológicamente ambos tratamientos con sus respectivas repeticiones; para ello se mezcló la biomasa en donde se tomaron pequeñas proporciones aleatoriamente para formar una muestra de 2 lb de cada repetición perteneciente a

su respectivo tratamiento, ésta se introdujo en una bolsa plástica llevando la muestra al laboratorio donde fue analizada.

5.2.6 Análisis físicos, químicos.

Los análisis para determinar la calidad de P (%), K (%), Ca (%), Mg (%), Na (%), Zn (ppm), Fe (ppm), Mn (ppm) fueron efectuados en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. Previo al muestreo se homogenizó la biomasa tomándose 1kg de muestra de cada tratamiento con su respectiva repetición.

5.2.7 Análisis Microbiológico.

Se realizó mediante siembra líquida, en medio agar nutritivo con tres diluciones (10:1, 10:2, 10:3,) para cada tratamiento. La primera dilución se preparó mezclando un gramo de la muestra en nueve ml de agua destilada.

El conteo se hizo 24 horas después de haber efectuado la siembra, para determinar la presencia de E. coli y Salmonella. Este análisis se realizó a los 60 días del proceso.

5.2.8 Análisis Estadístico

Todos los datos obtenidos fueron evaluados por medio de una prueba de hipótesis para dos tratamientos independientes (T de Student), con variable cuantitativa continua.

Estadístico de prueba: T de Student

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}}$$

Donde:

T_c = Valor calculado de Student

\bar{X}_1 = Media del tratamiento uno

\bar{X}_2 = Media del tratamiento dos

$S_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$ = Error estándar de la diferencia de las medias

5.2.9 Análisis Económico

La evaluación económica se realizó determinando los costos de cada 100 lb. (45.45 kg.) de compostaje producido, en el que se tomaron en cuenta los costos fijos y variables de cada tratamiento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Fósforo:

Se observa que en ambos tratamientos no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) en el contenido de fósforo total, extraído a los 60 días; habiéndose analizado por medio de la prueba de hipótesis para dos tratamientos independientes (T de Student) cuyo resultado se observa en la tabla No. 3.

Como se aprecia en dicha tabla, a pesar de no encontrarse diferencia, el contenido más bajo de fósforo entre tratamientos fue de 0.89% (T2) lo que se considera adecuado, ya que los resultados son similares al estudio realizado por Oliva P. E. 2010, en Costa Rica (3) quien elaboró un compostaje a base de cadáveres de pollo, el cual contenía 1% de fósforo. Al comparar los resultados anteriores con el producto S. O. S (*Sarandí S.A. 2,012) que es un compostaje elaborado a base de mortalidad de cerdo y otros agregados como: tierra negra, piedra poma y cerdaza (datos obtenidos en venta comercial); el contenido de fósforo de este producto fue de 0.26 % bastante inferior a lo obtenido en este estudio, posiblemente debido a la diferencia en la materia prima que se utilizó en el proceso.

Tabla No.3
Resultados de la prueba de T de Student para Fósforo
obtenido de ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Fósforo (%)	0.92	0.89	0.2766

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

* Sarandi, S.A. 2012. Informe nutricional, Guatemala. Sarandi, S.A. (comunicación personal).

6.2 Potasio:

Este elemento tuvo un comportamiento bastante similar al del fósforo, observándose que no hubo diferencia estadística significativa ($P > 0.05$). También se aprecia que el menor contenido de potasio fue de 2.36% (T1) lo que se asemeja a los resultados obtenidos por Lucero E. 2010, quien evaluó la adición de microorganismos en la descomposición de gallinaza pura, la cual fue de 2.55% (9).

Tabla No. 4
Resultado de la prueba de T de Student para Calcio
obtenido de ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Potasio (%)	2.36	2.41	0.8522

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.3 Calcio:

Se observa en la tabla No. 5 que sí hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre ambos tratamientos, donde se evaluó el contenido de calcio a los 60 días. La presencia de este elemento fue mayor en el tratamiento uno (T1), comparado con el tratamiento dos (T2).

La diferencia en el contenido de tal elemento es debido a que los microorganismos utilizados en el tratamiento dos, fueron más eficientes para disolver el hueso de los cadáveres; se comprobó por medio de un muestreo aleatorio donde se tomaron 100 g. de muestra de cada repetición por tratamiento, determinando que el tratamiento uno, el 35% del material muestreado corresponde a hueso, mientras que el tratamiento dos únicamente al 5%.

En este experimento el contenido más bajo de calcio fue de 1.77% (T2), siendo estos valores inferiores en comparación a lo encontrado por Oliva. 2010, el cual presenta un valor de 2.44 % (10).

Tabla No. 5
Resultado de la prueba de T de Student para Calcio
obtenido de ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Calcio (%)	2.33	1.77	0.0025

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.4 Zinc:

No se encontró diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. El contenido de zinc más bajo en el estudio fue de 391.67 ppm (T2) lo que supera el valor encontrado por Aguirre H. 2011, Guatemala. Donde evaluó la composición nutrimental de la gallinaza sin ningún aditivo, la cual fue de 345 ppm (3).

Tabla No. 6
Resultado de la prueba de T de Student para el Zinc
obtenido de ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Zinc (ppm)	404.17	391.67	0.7071

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.5 Magnesio:

Sí hubo diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), al realizar la prueba para dos tratamientos independientes (T de student).

Al igual que el calcio es un elemento que constituye el hueso, ya que la presencia de este ayuda a regular los niveles de calcio. Se observó en el experimento que la concentración más baja de magnesio fue de 0.56 % (T2) lo cual se considera inferior a lo obtenido por Aguirre. 2011, en el que se obtuvo 0.78 % de dicho elemento (3).

Tabla No. 7
Resultado de la prueba de T de Student para el Magnesio
obtenido de ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Magnesio (%)	0.73	0.56	0.0079

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.6 Hierro

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, como se observa en la tabla No.7 el contenido de hierro más bajo en el estudio fue de 804.17 ppm (T2) dato superior a lo obtenido por Lucero E. 2010, quien utilizó microorganismos eficientes en la descomposición de gallinaza, obteniendo 435 ppm de este elemento. Sin embargo comparado con el producto S. O. S. (*Sarandí S.A. 2012) el contenido de este, fue de 2,300 ppm evidentemente superior a lo obtenido en el estudio, debido a que una de las materias primas utilizadas en la elaboración del mismo, es la cerdaza fuente que posee un alto contenido de hierro, ya que este elemento es adicionado a la dieta del cerdo en sus diversas fases productivas (4).

Tabla No. 8
Resultado de la prueba de T de Student para el Potasio
obtenido en ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Hierro (ppm)	958.33	804.17	0.1088

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.7 Manganeso

Si hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) con respecto a los dos tratamientos comparados, observándose mayor contenido de este elemento en el tratamiento dos. Este es un elemento que al igual que magnesio trabaja de manera conjunta con el calcio en la formación y mantenimiento de los huesos. El menor contenido de manganeso en la investigación fue de 514.17 ppm (T2) superando a lo encontrado por Aguirre. 2011, que fue de 420 ppm (3).

* Sarandi, S.A. 2012. Informe nutricional, Guatemala. Sarandi, S.A. (comunicación personal).

Tabla No. 9
Resultado de la prueba de T de Student para el Magnesio
obtenido en ambos tratamientos

Variable	Promedio por Tratamiento		Probabilidad
	Azobacterias y cianobacterias (T1)	Ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras (T2)	
Manganeso (ppm)	598.33	514.17	0.0261

Fuente: Análisis de laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía.

Nota: Variables con valor de probabilidad menor de 0.05, indican diferencia significativa entre tratamientos.

6.8 Valor Fertilizante

Como se puede observar en la tabla No. 10 en términos de concentración de nutrientes obtenidos en el siguiente estudio; el tratamiento uno (T1), es muy similar a las concentraciones obtenidas en la gallinaza; seguido del tratamiento dos (T2); y de menor concentración en comparación con los abonos orgánicos mencionados, le sigue el producto comercial S.O.S.

Tabla No. 10
Tabla de composición nutrimental

Material	%				Ppm		
	P2O5	K2O	CaO	MgO	Fe	Mn	Zn
Compostaje a base de cadáveres de pollo (T1)	2.11	2.83	3.26	1.23	958.33	598.33	404.17
Compostaje a base de cadáveres de pollo (T2)	2.04	2.89	2.47	0.94	804.17	514.17	391.67
Abono orgánico S.O.S	0.6	0.2	2.3	0.3	2,300	95	289.5
Gallinaza	2.29	3.06	3.41	1.29	435	420	345

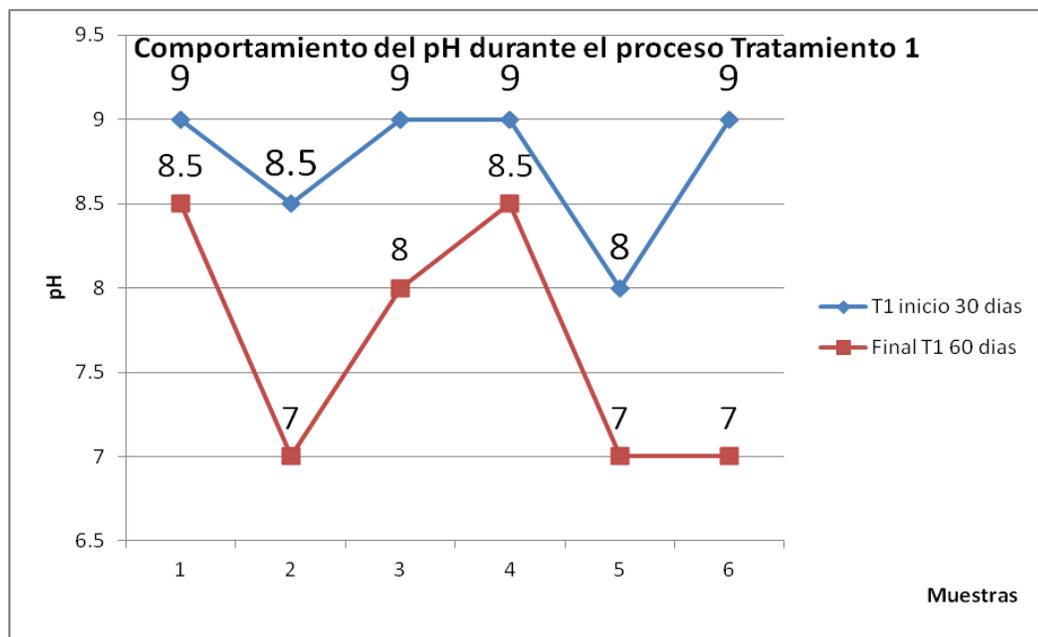
Fuente: (T1, T2), Fuente Propia, 2013; (S.O.S), Sarandí S.A, 2012; (Gallinaza pura) Aguirre, 2010.

Esto se debe a que las materias primas utilizadas para elaborar los abonos orgánicos difieren en su composición.

6.9 pH

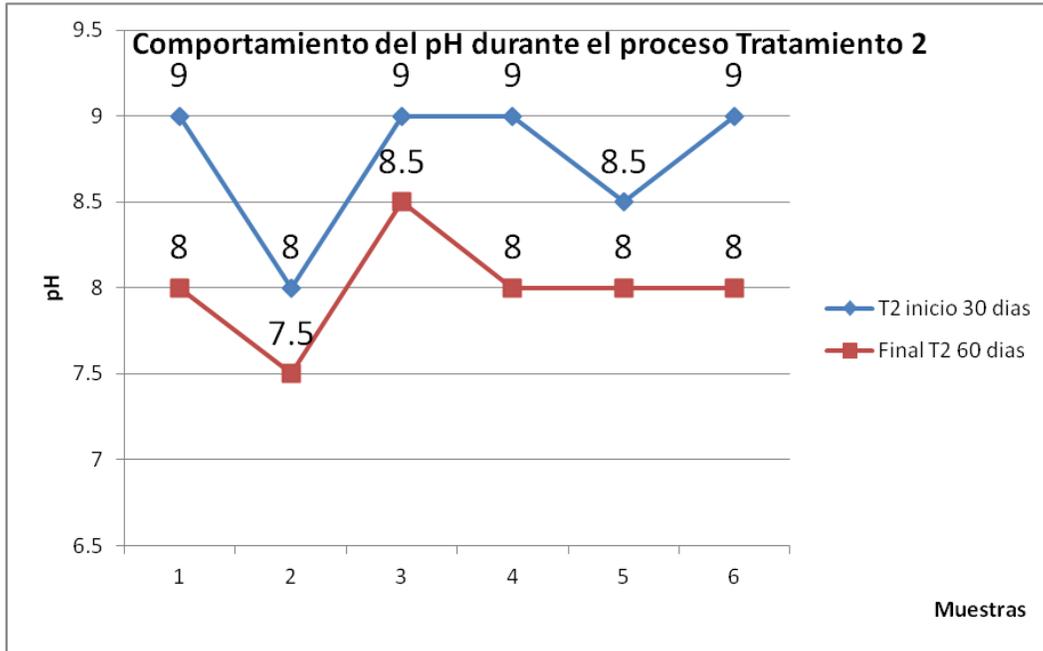
No hubo diferencia significativa entre tratamientos. Obsérvese en la gráfica No. 1 que los valores de pH tienden a ser básicos (pH 9) a los 30 días lo cual se atribuye al efecto de la descomposición de los cadáveres y liberación de amoníaco (NH_3) por parte de la pollinaza. Este parámetro llegó a estabilizarse a los 60 días, obteniendo un pH 7.7 en promedio.

Gráfica No. 1 Comportamiento del pH durante el proceso.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica No. 2 Comportamiento del pH durante el proceso.



Fuente: Elaboración propia.

6.10 Características físicas a los 60 días:

Se observó que a los 60 días después de haber realizado el compostaje ambos tratamientos presentaron las siguientes características: El tratamiento dos presentó una descomposición de huesos mayor que el tratamiento uno; en ambos tratamientos no existía presencia de malos olores, y el pH se había estabilizado.

6.11 Calidad microbiológica:

Mediante un análisis microbiológico se determinó que a los 60 días, el producto no presentó patógenos en un 100%. Según la norma de la calidad de un compost (FDA, 2000); clasifica el compostaje según sus características microbiológicas el cual debe tener una densidad de coliformes fecales menores a 1000 UFC/g además no debe haber presencia de Salmonella sp.

En comparación con los resultados obtenidos podemos decir que según la norma citada es un compostaje clase “A” el cual está destinado para la fertilización de hortalizas o café especialmente (8).

Tabla No. 11 Calidad microbiológica de las muestras.

TRATAMIENTO	T.D.D.	COLIFORMES	SALMONELLA
Azobacterias cianobacterias	Y 60 días	Negativo	Negativo
acido lácticas, fotosintéticas y levaduras	60 días	Negativo	Negativo

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

T.D.D.: Tiempo de descomposición

U.F.C.: Unidades formadoras de colonias

6.12 Determinación de costos:

Se puede observar a detalle los costos de producción, en la tabla No. 13 y 14 de anexos. Se aprecia que los costos de materia prima variaron únicamente en el valor de la solución de microorganismos utilizados. El precio de cada 100 lb. (45.45 kg.) de compostaje producido tiene un valor de Q. 143.21. Al final se encontró una diferencia de Q. 18.75 a favor del tratamiento uno T (1).

Tabla No. 12 Costos de Producción

	(T1) Costo Q.	(T2) Costo Q.	Costo total Q.
Costos Variables	387.02	412.02	799.04
Costos Fijos	148.34	198.34	346.68
Totalde CostosdeProducción	535.36	610.36	1,145.72
Costos de Producción	133.84	152.59	143.215

Fuente: Elaboración propia.

Se asume que el costo de producción aumentó debido a que el volumen producido fue poco. El 70% de los costos son variables y el 30% restante corresponde a los costos fijos.

VII. CONCLUSIONES

1. El pH se estabilizó a 7.7 en promedio a los 60 días, obteniendo efectos similares en ambos tratamientos; este fue un indicador de que el proceso de descomposición llegó a su final; por lo que se acepta la hipótesis planteada.
2. Se rechaza la hipótesis para las variables Ca, Mn y Mg ya que entre tratamientos estos elementos presentaron diferencia estadística significativa.
3. El tratamiento que presentó mejor calidad nutrimental en todos los elementos analizados, fue el tratamiento uno.
4. La solución de microorganismos eficientes utilizada en el tratamiento dos fue más agresiva para degradar el hueso de los cadáveres de pollo.
5. No existió presencia de malos olores en ambos tratamientos. Sin embargo las condiciones de degradación de los cadáveres del tratamiento dos alcanzó 95% a los 60 días.
6. Se determinó que el costo de cada 100 lb. (45.45 kg.) de producto producido tiene un valor de Q. 143.22 precio que no compite con abonos orgánicos comercializados actualmente.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar la solución aplicada en el tratamiento dos (bacterias ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras) para eficientizar el proceso de degradación de los cadáveres obteniendo un producto final más descompuesto.
2. Se recomienda evaluar las dosis de aplicación y el tiempo de degradación de la solución aplicada en el tratamiento uno (azobacterias y cianobacterias) para eficientizar el proceso de degradación, ya que en términos de calidad este fue superior a los resultados obtenidos en el tratamiento dos.
3. Realizar un estudio financiero para saber qué volumen de producto hay que elaborar para llegar a un punto de equilibrio.

XI. RESUMEN

El compostaje a partir de mortalidad de pollo es un proceso mediante el cual, la actividad aeróbica, termófila, energía pasiva del sol y del aire e intervención de bacterias, hongos y levaduras, convierte cadáveres, pollinaza, cascarilla de arroz en una biomasa o abono orgánico.

Se ha demostrado que al inocular bacterias en el proceso de compostaje, se obtienen mejores resultados, ya que aporta algunos beneficios como: aceleración de la descomposición de la materia orgánica, inhibe la proliferación de mosca, reduce la presencia de malos olores que se generan durante el proceso.

El objetivo de este estudio fue orientado a aportar información sobre la utilización de microorganismos eficaces en la elaboración de compostaje de cadáveres de pollo.

El estudio se realizó durante los meses de diciembre y enero con una duración aproximada de 60 días.

En cuanto a los resultados obtenidos, se comprobó que el compostaje en el que se utilizó la solución a base de cianobacterias y azotobacterias mantuvo la calidad nutrimental de la biomasa en términos de Fósforo (%), Potasio (%), Calcio (%), Magnesio (%), Zinc (ppm), Hierro (ppm), Manganeso (ppm), Sin embargo las condiciones de degradación de los cadáveres donde se utilizó solución a base de bacterias ácido lácticas, fotosintéticas y levaduras fue más agresiva llegando a un 95% a los 60 días.

Además en ambos tratamientos no existió presencia de malos olores; obteniendo como resultado un compostaje clase "A" según sus características microbiológicas, el cual presentó ausencia de UFC/ g de *E. coli* y *Salmonella sp.*

ABSTRACT

Composting from mortality of chicken is a process whereby the aerobic activity, termofila, passive energy of the sun and the air and intervention of bacteria, fungi and yeasts, converts carcasses, chicken dung, rice husk in a biomass or organic fertilizer.

It has been shown that the inoculated bacteria in the composting process, best results are obtained, as it provides some benefits such as: acceleration of the decomposition of organic matter, inhibits the proliferation of fly, reduces the presence of odors that are generated during the process.

The purpose of this study was aimed to provide information on the use of effective microorganisms in the elaboration of composting of dead chicken.

The study was conducted during the months of December and January lasting approximately of 60 days.

In terms of the results obtained, it was found that the composting in the that solution was used to base of cyanobacteria and azotobacterias maintained the nutrient quality of the biomass in terms of phosphorus (%), potassium (%), calcium (%), magnesium (%), zinc (ppm), iron (ppm), manganese (ppm). However the conditions of degradation of the corpses was used where solution based on lactic acid bacteria, photosynthetic and yeast was more aggressive reaching 95% at 60 days.

In addition in both treatments there was no presence of odors; obtaining as a result a composting class "A" according to their microbiological characteristics, which presented absence of CFU/g of *E. coli* and *Salmonella* sp.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Altamirano, M; Cabrera, C. 2000. Estudio comparativo para la elaboración de compost por técnica manual (en línea). Consultado 06 ene.2011. Disponible en www.scielo.org.pe/pdf/v9n17/a10v9n17.pdf-
2. Asociación Colombiana de Porcicultores- Fondo Nacional de la Porcicultura. 2009. Compost de mortalidad (en línea). Consultado 06 ene. 2011. Disponible en www.carder.gov.co/docmisionales/CARTILLA%2_misionales/CARTILLA%2_misionales/CARTILLA%2COMPOST.pdf
3. Aguirre, H. 2001.Efecto de la gallinaza deshidratada utilizada en el cultivo de café, Universidad San Carlos de Guatemala 55p. (en línea). Consultado 15 ene. 2013. Disponible en ww.biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2013.pdf
4. Campabadal, C; Navarro, HA. 2000. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. México, Asociación Americana de Soya (ASA), United Soybean Board (USB). 279 p.
5. Cruz S., JR. E la. 1982. Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. 42p.
6. Duque, Carlos. 2008. Seminario internacional de gestión integral de residuos sólidos peligrosos (en línea). Consultado 06 ene. 2011. Disponible en www.bvsde.paho.org/bvscad/acodal/xxviii.pff-
7. FAO (Food and Agriculture Administration, IT). 2007. Distribución geográfica de la avicultura en Guatemala (en línea). Consultado 02ene. 2013. Disponible en www.rl.fao.org/es/.../guat.htm-
8. FDA (Food and Drug Administrations, IT). 2000 Calidad de un compost (en línea). Consultado 18 feb. 2013. Disponible en www.lombricultura.cl/lombri cultura.cl/userfiles/file/biblioteca/normas/Norma%20calidad%20COMPOST.pdf-
9. Lucero, E. 2010. Ensayo sobre el efecto de la adición de microorganismos en la descomposición de gallinaza pura, Gremial de Técnicos Avícolas (GRETAVI) y la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI), Jornada Avícola sobre el manejo de excretas de aves. s.p.

10. Oliva, P. 2010. Ensayo sobre la elaboración de compostaje de pollo de engorde, Gremial de Técnicos Avícolas (GRETAVI) y la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI), Jornada Avícola sobre el manejo de excretas de aves. Consultado 15 ene. 2013.
11. Palomino, N. 1994. Manejo Técnico de Desechos En la Industria Avícola (en línea). Consultado 02 ene. 2011. Disponible en www.wpsa-aeca.es/.../manejo_desechos_industria_avicola_palomino.pdf
12. Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en Perú (APROLAB). 2007. Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces (en línea). Consultado 02 ene. 2011 Disponible en www.em-la.com/...de.../manual_para_elaboracion_de_compost.pdf:
13. Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA). 2004. Reporte Nacional de Manejo de Residuos en Guatemala (en línea). Consultado 02 ene. 2011. Disponible en www.ccad.ws/proarca/p.../RESIDUOS_ORGANICOS_GUA.pdf
14. Ricaurte Galindo, SL. 2005. Compostaje en granjas Avícolas (en línea). Consultado 07 ene.2011. Disponible en www.veterinaria.org/revistas7redvet/n080505.html
15. Sánchez, M. 2009. Implementación del método de compostaje como una alternativa para la laminación y uso adecuado de los desechos avícolas Santa Cruz-Bolivia (en línea). Consultado 02 ene. 2011. Disponible en www.sicsantacruz.com/.../Articulo%20mes%20demes%20marzo%20compostaje.pdf-Bolivia
16. Sánchez Uribe, JS. 2008. Manejo de mortalidad de placentas y amputaciones (en línea). Consultado 06 ene 2011. Disponible en www.Kogi.udea.edu.co/.../Sebastian%20Sanchez/manejo-demortalidad%202placentas_y_amputaciones.ppt

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

ESCUELA DE “ZOOTECNIA”

**“COMPARACIÓN DE DOS COMPUESTOS DE MICRORRGANISMO
EFICACES UTILIZADOS EN EL COMPOSTAJE DE CADÁVERES
DE POLLO DE ENGORDE”**

f. _____
Silvia Mariana Barrios Castillo

f. _____
**Li. Zoot. Roberto Ruano Viana
ASESOR PRINCIPAL**

f. _____
**MSc. Karen Judith Hernández
Cabrera
ASESOR**

f. _____
**M.A Carlos Enrique Corzantes
Cruz
ASESOR**

IMPRÍMASE

f. _____
**Msc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO**