UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVICOLA LAS BRISAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

MARCO AURELIO QUEZADA ELIAS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, CHIMALTENANGO.GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMA DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

POR

MARCO AURELIO QUEZADA ELIAS

GUATEMALA, FEBRERO DEL 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

ING M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL PRIMERO	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL SEGUNDO	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M.A. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL CUARTO	P. Agr. Marlon Estuardo González Álvarez
VOCAL QUINTO	Per. Agr. Sergio Wladimir González Paz
SECRETARIO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

GUATEMALA, FEBRERO DEL 2021

Guatemala, febrero del 2021

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorable miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado:

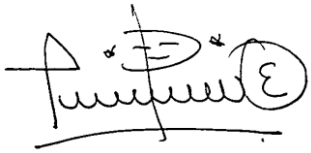
EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, CHIMALTENANGO.GUATEMALA, C.A.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los aspectos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



MARCO AURELIO QUEZADA ELIAS

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la sabiduría y fortaleza para poder lograr este sueño; porque en la vida todo es difícil pero jamás imposible con su ayuda.

A MI PADRE:

Biceldo Albino Quezada Quiroa, que al paso por la vida me dio amor, ejemplo de humildad y perseverancia, ahora que está en el cielo mis triunfos son en su memoria. Te Extraño Padre.

A Mi MADRE:

Hilda Marina Elías Estrada, con profundo amor y agradecimiento por sus sabios consejos, amor y apoyo moral, durante todo este tiempo.

A MIS HERMANOS:

Jorge Augusto, Heber Rene, Herman Biceldo, por demostrarme su apoyo y aprecio incondicional en todo momento.

A MI ESPOSA

Aura Geraldina Vásquez Pamal, gracias por estar en las buenas y en las malas, por alentarme a siempre seguir adelante, por tu amor, comprensión, paciencia y apoyo incondicional, te amo.

A MIS HIJOS:

Elías Gerardo y Marco Mateo, que son mi mayor alegría, todo mi amor y esfuerzos son para ustedes. Los amo.

A MIS CUÑADAS:

Por siempre animarme a seguir adelante y ser parte de este sueño que hoy se hace realidad.

A MI FAMILIA

Por siempre estar ahí apoyándome, dándome consejos.

A MIS AMIGOS

Como recuerdo de las experiencias compartidas, muestra de amistad y por animarme a seguir adelante.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la sabiduría en mi vida.

A GUATEMALA

Mi Patria, el país de la eterna primavera.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudio, alma mater.

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Por los conocimientos y formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI CASA DE ESTUDIOS

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, por brindarme los conocimientos necesarios para superarme y contribuir con el desarrollo del país.

MIS CATEDRÁTICOS

Por su paciencia, esmero y dedicación para educar y formar mejores profesionales.

MI ASESOR

Ing. Agr. Cesar Linneo por su valiosa asesoría y su colaboración en la elaboración del presente documento.

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. Luis Montes por su supervisión profesional y ejecución del presente trabajo de investigación

CMI (Corporación Multi – Inversiones), área pecuaria.

Gracias por apoyarme en todo momento en especial al Lic. Carlos Solórzano y al Ing. Agr. Didier Del Cid.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página

ÍNDICE DE FIGURAS v

ÍNDICE DE CUADROS vi

RESUMEN vii

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GRANJAS AVÍCOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA

1.1 Introducción 1

1.2 Objetivos 2

1.2.1. Objetivo general 2

1.2.2. Objetivo especifico 2

1.3 METODOLOGÍA 3

1.3.1. Fase Gabinete 3

1.3.2. Fase de campo 3

1.3.3. Análisis FODA 4

1.4. RESULTADOS 5

1.4.1. Funciones de cada uno de los puestos administrativos de la granja avícola Las Brisas 5

1.4.2. Matriz de jerarquización para la detectar las problemáticas de la granja Las Brisas 7

1.4.3. Análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la granja avícola Las Brisas. 8

1.5. CONCLUSIONES 10

1.6. BIBLIOGRAFÍA 11

1.7. ANEXOS 12

Página

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN 13
2.2. MARCO TEÓRICO 15
2.2.1. Marco conceptual 15
2.3. MARCO REFERENCIAL 38
2.3.1. Ubicación de la granja avícola Las Brisas 38
2.3.2. Zona de vida 38
2.3.3. Clima 39
2.3.4. Suelos 39
2.4. OBJETIVOS 40
2.4.1. Objetivo general 40
2.4.2. Objetivos específicos 40
2.5. HIPOTESIS 40
2.6. METODOLOGÍA 41
2.6.2. Material y equipo 41
2.6.3. Calidad del abono orgánico (compost) 41
2.6.4. Factores que afectan la descomposición de las aves muertas 41
2.6.5. Descripción de las instalaciones 41
2.6.6. Procedimiento de llenado de camas o composteras 42
2.6.7. Descripción de los tratamientos 44
2.6.8. Manejo del experimental 44
2.6.9. Variables de respuesta 44

Página

2.6.10. Análisis de la información 45
2.7. RESULTADO Y DISCUSIÓN 46
2.7.1. Calidad de abono orgánico (compost) Nitrógeno total (NT) 46
2.7.2. Relación carbono/nitrógeno (C/N) 48
2.7.3. Etapas de descomposición que sufren los cadáveres conforme el paso del tiempo (pH) 51
2.7.4. Costos de la elaboración del proceso de abono orgánico (Compost) 56
2.8. CONCLUSIONES 58
2.9. RECOMENDACIÓN 59
2.10. BIBLIOGRAFÍA 60

CAPÍTULO III

SERVICIOS EN LA GRANJA AVICOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A

3.1. PRESENTACIÓN 62
3.2. **SERVICIO 1**. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERTIRRIEGO POR GOTEO TOMANDO COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR) DE LA GRANJA AVÍVOLA LAS BRISAS 63
3.2.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR) 63
3.2.2. Fertirriego 64
3.2.3. Riego por goteo 64
3.2.4. MARCO REFERENCIAL 64
3.2.5. OBJETIVOS 65
3.2.6. METODOLOGÍA 65
3.2.7. RESULTADOS 67

Página

3.3. **SERVICIO 2.** POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, UTILIZANDO SELKO pH Y CLORO (HIPOCLORITO DE SODIO AL 8.4 %).....69

3.3.1 ANTECEDENTES 69

3.3.2. OBJETIVO.....70

3.3.3. METODOLOGÍA.....70

3.3.4. RESULTADOS 71

3.3.5. EVALUACIÓN.....72

3.4. **SERVICIO 3**. CAPACITACIÓN SOBRE EL USO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL AVÍCOLA PARA EL PERSONAL DE LA GRANJA 73

3.4.1. ANTECEDENTES 73

3.4.2. OBJETIVO.....73

3.4.3. METODOLOGÍA.....73

3.4.4. RESULTADOS 75

3.4.5. EVALUACIÓN.....76

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Organigrama de la granja avícola Las Brisas. 5
Figura 2. Sistema rectangular de cama (reactores). 28
Figura 3. Mapa satelital de granja avícola Las Brisas, Chimaltenango. 38
Figura 4. Instalaciones de las camas o composteras en la granja avícola Las Brisas. 42
Figura 5. Colocación de las capas de compostaje. 43
Figura 6. Comparación de la calidad del abono orgánico en nitrógeno total de cada una de las muestras. 48
Figura 7. Comparación de la calidad del abono orgánico de la relación carbono/nitrógeno (C/N) l de cada una de las muestras. 50
Figura 8. pH del análisis de calidad de abono orgánico de cada uno de las muestras. 51
Figura 9. Temperatura en los días de descomposición. 52
Figura 10. Humedad de los tratamientos evaluados. 53
Figura 11. Altura de los tratamientos evaluados. 54
Figura 12. Comportamiento del peso. 55
Figura 13. Mapa satelital de granja avícola Las Brisas, Chimaltenango. 64
Figura 14. Componentes de una PTAR 67
Figura 15. Distanciamiento de siembra del café 68
Figura 16. Producto SELKO – pH 69
Figura 17. patógenos respecto a ORP en el agua 71

ÍNDICE DE CUADROS

Página

Cuadro 1. Matriz de jerarquización de problemas en la granja avícola Las Brisas. 7
Cuadro 2. Análisis FODA para la granja avícola Las Brisas. 8
Cuadro 3. Ventajas y desventajas del compostaje. 16
Cuadro 4. Relación carbono/nitrógeno (C/N) de algunos materiales orgánicos. 18
Cuadro 5. Control de aireación. 20
Cuadro 6. Parámetros de humedad óptima. 21
Cuadro 7. Parámetros de temperatura óptima. 22
Cuadro 8. Parámetros de pH óptimos. 26
Cuadro 9. Características de EM.1 32
Cuadro 10. Uso agronómico EM.1 33
Cuadro 11. Características de Humega. 35
Cuadro 12. Descripción de tratamientos a evaluar. 44
Cuadro 13. Datos del análisis de químico del abono orgánico del nitrógeno total de las muestras. 46
Cuadro 14. Análisis de varianza de nitrógeno total. 47
Cuadro 15. Resumen de la prueba de fisher. 47
Cuadro 16. Datos del análisis químico del abono orgánico de la relación de carbono /nitrógeno (C/N) de cada uno de las muestras. 49
Cuadro 17. Análisis de varianza de la relación carbono / nitrógeno (C/N). 49
Cuadro 18. Resumen del análisis de varianza de las variables evaluadas. 56
Cuadro 19. Costos de tratamiento EM. 56
Cuadro 20. Costo del tratamiento Agri gro. 57
Cuadro 21. Costos de tratamiento Humega. 57
Cuadro 22. Resumen de resultados acumulados de ORP y análisis microbiológico del agua de bebida de las aves. 71
Cuadro 23. capacitaciones sobre el uso de seguridad industrial avícola para el personal de la granja 75

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, está conformado por tres componentes: el diagnóstico, la investigación y los servicios, los cuales se llevaron a cabo en la granja Avícola Las Brisas el departamento de Chimaltenango desarrollado a través del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, durante el periodo de práctica de febrero a noviembre del año 2018.

El diagnóstico se realizó con el objetivo de identificar los principales problemas que afectan a la granja avícola Las Brisas ubicada en el departamento de Chimaltenango. Con ayuda del departamento administrativo de la granja avícola Las Brisas se recopiló información relacionada con los principales problemas que afectan a dicha granja. Se realizó un análisis FODA dentro de la granja avícola Las Brisas; logrando identificar el principal problema como la generación de olores desagradables de putrefacción de las aves muertas y se elaboró la descripción de las funciones de la granja.

En el Capítulo II, se muestra la investigación de la evaluación de tres productos para la producción de abono orgánico (Compost) a partir de aves que se muere en la granja avícola Las Brisas en el departamento de Chimaltenango. El compostaje es un proceso de biotransformación de la materia orgánica, que genera subproductos denominados enmiendas y/o abonos (compost), con el fin de evitar la contaminación ambiental. Los desechos o subproductos generan una fuente de ingresos y un adecuado manejo del medio ambiente de las granjas, crea la necesidad de llevar a cabo un trabajo que permita a los productores avícolas buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de las aves muertas.

Se obtuvo como resultados que el nitrógeno total es 1.36 en el tratamiento 1 y con una relación C/N en tratamiento 2 con 26.4:1. Las etapas de descomposición en el tiempo del proceso y los resultados obtenidos fue el tratamiento EM con 51.2 ^{o}C, una humedad de 50.52, una altura de 60.21 cm, un peso de 54.88 kg y un pH de 8.6. El costos del tratamiento EM fue de Q. 1,701.12.

En el Capítulo III, se realizaron tres servicios: el primero consistió en la implementación de un sistema de fertirriego abastecido con la Planta de Tratamiento de Agua Residual – PTAR- de la granja avícola Las Brisas el logro fue poder regar las plantas de café con las aguas residuales. El segundo servicio consistió en potabilizar agua en la granja con el fin de utilizar un producto llamado SELKO pH que funciona para la desinfección del agua que consumen las aves reduciendo patógenos que afectan el sistema digestivo de las aves jóvenes y el tercer servicio fue la capacitación del personal, con el uso de equipo de seguridad industrial avícola, esto con el fin de que todos los colaboradores de la granja avícola Las Brisas cumplan con las normas por la empresa.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA GRANJA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA

1.1 Introducción

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- durante el periodo de agosto a mayo de 2018, se realizó un diagnóstico de la situación actual de la granja avícolas Las Brisas ubicada en el Km 56 ruta hacia el basurero municipal de Chimaltenango, en la cabecera municipal de Chimaltenango.

La granja avícola Las Brisas es una empresa guatemalteca dedicada especialmente a la producción avícola y su objetivo primordial es brindar a sus clientes un servicio y productos de calidad, debido que la avicultura es una de las fuentes de carne de mayor consumo en nuestro país y su crecimiento es muy rápido. Representa alrededor de un 22 % de la producción mundial de carne y se ha triplicado en los últimos 20 años.

Debido a la importancia que tiene la producción avícola en Guatemala, se planteó la realización de un diagnóstico el cual tuvo como principal finalidad realizar un análisis FODA, una matriz de jerarquización de problemas y la descripción del organigrama administrativo dentro de la granja avícola Las Brisas. Los resultados obtenidos del diagnóstico en la matriz de jerarquización de problemas fue la identificación de la generación de olores desagradables de putrefacción de las aves muertas dentro de la granja; así mismo la descripción de cada uno los puestos administrativos.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar un diagnóstico de la situación actual de la granja en el Departamento de Chimaltenango, Guatemala. C.A.

1.2.2. Objetivo especifico

1. Describir la función de cada uno de los puestos administrativos de la granja Las Brisas

2. Realizar una matriz de jerarquización para la detectar las problemáticas de la granja Las Brisas.

3. Realizar un análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la granja Las Brisas.

1.3 METODOLOGÍA

La metodología que se utilizó para llevar a cabo el diagnóstico en la granja Las Brisas en Chimaltenango se describe a continuación en tres fases:

1.3.1. Fase Gabinete

Se recopiló de información primaria sobre la dicha granja Se realizará un reconocimiento de las aéreas destinadas para la recopilación de los datos de la parte administrativa. En las cuales se llevará a cabo de manera general una observación de las diferentes áreas que contiene la granja Las Brisas

También se realizó una inspección al área destinada para la realización de investigación básica a nivel de condiciones controladas, para determinar las condiciones de las mismas. Por último, se realizó una entrevista semi estructurada por el Investigador, quien se encarga de la dirección y ejecución del área admirativa. Con esta entrevista se recopiló información referente al funcionamiento del mismo.

1.3.2. Fase de campo

Esta fase fue realizada de la siguiente manera:

A. Observación

Esta técnica se llevó a cabo en las áreas de trabajo mencionadas por medio de un reconocimiento de la granja, donde se pudo conocer una serie de aspectos que determinaron la problemática.

B. Entrevistas personales

Esta técnica fue aplicada con algunos miembros del personal administrativos y de campo de cada una de las áreas de trabajo, con el fin de obtener la opinión de los trabajadores sobre la situación en la que para ellos se encuentra la granja y a su vez poder recolectar la información necesaria para el diagnóstico.

1.3.3. Análisis FODA

Como parte del análisis dela información de la granja Las Brisas se utilizará una herramienta permite identificar la problemática interna y externa del área de estudio mediante un análisis FODA.

El análisis FODA es una de las herramientas esenciales que provee de los insumos necesarios al proceso de planeación estratégica, proporcionando la información necesaria para la implantación de acciones y medidas correctivas y la generación de nuevos y mejores proyectos de mejora.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras **Fortalezas**, **Oportunidades**, **Debilidades** y **Amenazas**. Las fortalezas y debilidades son referidas a la organización. Las oportunidades y amenazas, en cambio, son externas.

1.4. RESULTADOS

1.4.1. Funciones de cada uno de los puestos administrativos de la granja Las Brisas

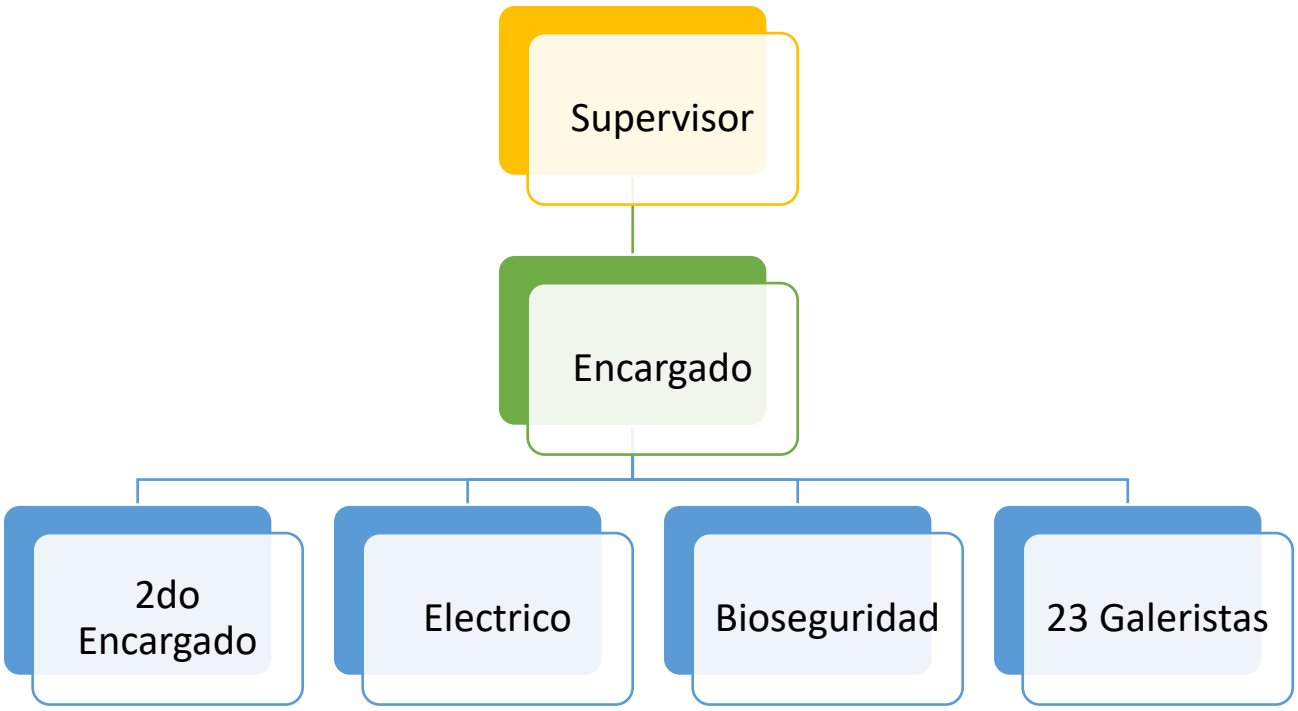


Figura 1. Organigrama de la granja avícola Las Brisas.

- **Supervisor**

Es el encargado de la granja avícola Las Brisas de supervisar todas las actividades laborales dentro del área encargada.

- **Encargado**

Es quien coordina al personal para que se realicen las tareas asignadas dentro de la finca.

- **2do Encargado**

Es la persona que apoya al encargado en la coordinación y supervisión de realización de las actividades.

- **Eléctrico**

Es el responsable del buen funcionamiento de toda la maquinaria.

- **Bioseguridad**

Es quien realiza la limpieza general y verifica que se cumplan los protocolos de ingreso a las instalaciones.

- **23 Galerista**

Son quienes realizan las labores de alimentación de las aves.

1.4.2. Matriz de jerarquización para la detectar las problemáticas de la granja avícola Las Brisas

Cuadro 1. Matriz de jerarquización de problemas en la granja avícola Las Brisas.

No.	Principales problemas del municipio de Oratorio	Puntuación
1	Generación de olores desagradables de putrefacción	9
2	Fertirriego por goteo tomando como fuente de abastecimiento la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) de la granja Las Brisas	8
3	potabilización del agua en granja Las Brisas, utilizando selko pH y cloro (hipoclorito de sodio al 8.4 %)	8
4	Capacitación sobre el uso de seguridad industrial avícola para el personal de la granja	7
5	Riesgo de ser transmisor de enfermedades dentro de las galeras	7
7	Son hospederos de insectos como el caparachudo que ocasionan enfermedades respiratorias en las aves	7
8	Contaminación ambiental.	7
9	Foco de proliferación de insectos.	5
10	Favorece la presencia de aves caroñeras que ocasionan desafíos sanitarios.	5

1.4.3. Análisis que indique las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de la granja avícola Las Brisas.

Cuadro 2. Análisis FODA para la granja avícola Las Brisas.

Fortalezas	**Amenazas**
• Ser empresa líder en el país. • Contamos con iniciativa y motivación. • Los integrantes poseen conocimientos básicos y todos son emprendedores. • El producto ocupa el primer lugar en consumo según encuesta realizada.	• Enfermedades de las aves. • Ser desconocidos en el mercado. • Clima.
Debilidad	**Oportunidad**
• Tecnología. • Productos sustitutos. • Personal insuficiente.	• Crear una página web • Creación de sucursales • Colocar la marca en todo el país. • Asociaciones con otras similares • Creación de cadena de distribución y fidelidad con los clientes

- **Estrategias**

F1 + O1:

Se creó asociaciones con los diferentes establecimientos en el país para que comercialicen nuestros productos.

F1 + D1:

Implementar un plan de adquisición de tecnologías para la creación de planta antes de la operación del negocio en este caso sistema de calefacción.

F1 + A1:

Establecer convenios con las diferentes tiendas en la región para comercializar el producto a un precio accesible conveniente para ambas partes antes de llegar al consumidor final.

O1 + F2:

Diseñar en estos momentos un cronograma de actividades desarrolladas durante el proceso de formación de la empresa.

O1 + D1:

Crear vínculos con una empresa que venta sistemas de calefacción para la instalación de las mismas en la granja durante el futuro.

Desarrollar nuevas páginas en la web, así como las diferentes redes sociales.

O1 + A1:

Diseñar un sistema de alimentación para las aves para que tengan una dieta balanceada.

1.5. CONCLUSIONES

1. El organigrama es una estructura del cual está conformado la parte administrativa de la granja la Brisas, lo cual ayudo a la granja a conocer cada uno sus funciones y jerarquías que tiene cada puesto.

2. La matriz de jerarquización de problemas detecto las principales problemáticas que la granja presenta actualmente, lo cual se logró detectar problemas que afectan mucho dentro de la granja.

3. El análisis FODA fue para conocer las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que presenta la granja Las Brisas, con la finalidad de apoyar al personal para mejorar con cada una de las debilidades y amenazan y convertirlas en fortalezas, por lo que se puede concluir que es necesario apoyarlos para tener un mejor desarrollo en la avicultura para lograr perdidas de aves muertas dentro de las galerías.

1.6. BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Extremeña de la energía 2010. Los residuos ganaderos. Disponible en: http://www.agroindustrialamc.com/files/Terra%20Biosa%20en%20agricultura,%20establos%20 y%20corrales.htm

2. Estrada, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación 2:5-6. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520108.pdf

3. lvarez de la Puente, JM. 2009 Manual de compostaje para la agricultura ecológica. España, Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. 46 p

TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
FAUSAC
REVISIÓN

1.7. ANEXOS

Entrevista no estructurada para el personal administrativo de la granja avícola Las Brisas, Chimaltenango.

1 ¿Qué actividades están relacionadas en el área administrativa para las granjas.

2 Liste por prioridad las labores realizadas en la granja avícola Las Brisas.

3 Mencione la problemática que se observan en la granja.

4 Conocer las labores tanto en área administrativa como campo.

5 ¿Cuáles son las actividades que se han mejorado en el transcurso del tiempo en la granja?

6 ¿hay alguna actividad que se ha dejado de realizar para la mejora de la granja?

7 Realizan capacitaciones para su personal administrativo como campo

CAPÍTULO II

EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVICOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO.GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN

Las actividades pecuarias representan un aporte significativo para Guatemala, convirtiéndolo en un sector que contribuye en el desarrollo económico y social del país. En Guatemala la avicultura, es una de las actividades de mayor importancia en el sector pecuario y constituye uno de los rubros con mayor fortaleza y desarrollo en el país, que genera ingresos alrededor de 100 millones de quetzales.

En la industria avícola, la cual involucra un número considerable de empresas a lo largo y ancho del país, se realizan diferentes actividades tales como: producción de aves, huevos, y carne de ave. Estas actividades implican una serie de operaciones que consumen recursos naturales y generan residuos, desechos y emisiones, por lo que es necesario establecer una gestión ambiental en el sector para prevenir o disminuir los potenciales impactos ambientales negativos que se puedan generar de estas actividades.

Dentro del sector avícola, además de las actividades de engorde y producción de huevo, se desarrollan otras tales como producción de aves (incubación), crianza de reproductoras y carne de ave. Todas las actividades mencionadas anteriormente consumen recursos y generan residuos, desechos y emisiones, debido que la gran mayoría de empresas en Guatemala, tiene dificultades con el manejo de los residuos generados día a día en cada granja, los subproductos o residuos que se generan se han convertido en un serio problema debido a su incremento y surgimiento de leyes ambientales en el país, con el fin de minimizar su acción contaminante y convertirse en una industria verde, con procesos de producción amigables con el medio ambiente.

La granja Las Brisas ubicada en el municipio de Chimaltenango se dedica principalmente a la actividad de engorde donde su mayor problemática son las aves muertas teniendo un 1.17 % de aves muertas por nave generando una alta cantidad de desecho; por lo que las aves muertas fueron utilizadas para la producción de abonos orgánicos (compost).

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola por lo se debe favorecer el crecimiento y actividad de los microbios ofreciendo los sustratos (carbono y nitrógeno), agua y oxígeno en proporciones adecuadas.

Es por eso que durante el Ejercicio Profesional Supervisado – EPS- se realizó la evaluación de tres productos para la transformación y producción de abono orgánico (compost) a partir de aves muertas.

El compostaje es un proceso de biotransformación de la materia orgánica, que genera subproductos denominados enmiendas y/o abonos (compost), con el fin de evitar la contaminación ambiental. Los desechos o subproductos generan una fuente de ingresos y un adecuado manejo del medio ambiente de las granjas, crea la necesidad de llevar a cabo un trabajo que permita a los productores avícolas buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de las aves muertas.

La actividad de estas enzimas microbianas tendrá una efectividad variable, principalmente en función del tipo de enzimas producidas, sus concentraciones y las condiciones bajo las cuales se dé la interacción con los diferentes materiales orgánicos. Regularmente, la descomposición ocurre en un tiempo variable.

Los resultados obtenidos de la investigación se obtuvieron del nitrógeno total es 1.36 en el tratamiento 1 y con una relación C/N en tratamiento 2 con 26.4:1. Las etapas de descomposición en el tiempo del proceso y los resultados obtenidos fue el tratamiento EM con 51.2 ^{o}C, una humedad de 50.52, una altura de 60.21 cm y un peso de 54.88 kg y un pH de 8.6. Costos fue el tratamiento EM con Q. 1,701.12.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Marco conceptual

A. Como se define el compostaje

Es un proceso biológico y dinámico en el cual intervienen una población mixta de microorganismos propios de la descomposición, los cuales convierten la materia orgánica de origen animal o vegetal en compost (Euceda, 1997).

Descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, bajo condiciones que permitan un desarrollo de temperaturas termofílicas como consecuencia de una producción biológica de calor que, de un producto final estable, libre de patógenos y semillas de malas hierbas, llamado compost (Álvarez, 2006).

Es una biotécnica que permite la biodegradación controlada de la materia orgánica, obteniendo como producto final compost (Sztern, 1999).

Es un proceso de tratamiento de los residuos orgánicos, que logra convertir un producto de olor desagradable, fitotóxico, de difícil manejo y aspecto desagradable; en un producto inoloro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola (Estrada, 2005).

B. Que es compost

El término compost deriva del latín compositus que significa “poner junto” (Fundación Terra, 2003).

El compost es un abono orgánico producido por la descomposición de los residuos orgánicos de origen animal y vegetal. Esta descomposición, ocurre bajo condiciones de humedad y temperatura controladas, (Suquilanda,1996).

El compost es un abono orgánico, sólido, que se obtiene cuando los microorganismos degradan los residuos orgánicos vegetales o animales en condiciones aeróbicas (con aire) y anaeróbicas (en ausencia de aire), (INIA, 2008).

Las ventajas y desventajas que lleva el proceso del compostaje desde la materia prima, su transformación, alternativas del manejo y calidad del abono orgánico (cuadro 3).

Cuadro 3. Ventajas y desventajas del compostaje.

Ventajas	Desventajas
"Es un sistema de biotransformación de la materia orgánica, con una útil revalorización del subproducto y del residuo".	"Inversión inicial: Independientemente del sistema de compostación seleccionado, se requiere la adecuación de infraestructura, los equipos y/o personal necesarios para el manejo de los residuos".
Es una alternativa adecuada para el manejo ambiental de los residuos biodegradables. "No requiere electricidad, gas u otro tipo de combustible".	
"Las unidades de compostación, son estructuras de fácil construcción y manejo".	Disponibilidad de terreno para ubicar las unidades de compostación (FENAVI, s.f.).
"Permite racionalizar el uso de fertilizantes inorgánicos, ya sea como complemento o sustituyéndolos" (INIA, 2008).	

Fuente: FENAVI, s.f.

C. Factores que influyen en el proceso de la elaboración del compost

El principio fundamental del compostaje, consiste en la transformación de la materia orgánica llevada a cabo por los microorganismos, cuyo desarrollo está influenciado por los siguientes factores:

- Sustrato.
- Relación carbono/nitrógeno (C/N).
- Aireación.

- Humedad.
- Temperatura.
- pH.

Las condiciones que determinan el desarrollo del proceso y la obtención del subproducto final de alta calidad (FENAVI, 2011).

a. Sustrato

Se debe tener en cuenta el tamaño de las partículas, las cuales ayudan al proceso de compostación y mejoran la absorción de humedad. Cuando las partículas son demasiado pequeñas y compactas, la circulación del aire a través de la capa se ve dificultada, disminuyendo la disponibilidad de oxígeno y por ende de la actividad microbiana (FENAVI, 2011).

Es preferible desmenuzar los materiales voluminosos para reducir el tamaño de las partículas a 10 mm – 50 mm, si el tamaño es muy grande, la superficie de ataque es reducida, y el proceso se vuelve más lento o se detiene completamente, (Euceda, 1997).

b. Relación carbono/nitrógeno

Los microorganismos que intervienen en el proceso de compostación, requieren de una fuente de carbono para proporcionarles energía y materia para la formación de nuevas células; además de una fuente de nitrógeno para la formación de proteínas celulares. El nitrógeno es el nutriente más importante y, si existe en cantidades suficientes en la materia orgánica original, la mayoría de los otros nutrientes también se encontrarán en similares cantidades (Euceda,1997).

La relación carbono/nitrógeno (C/N) varía entre 10:1 a 40:1 y determina la velocidad de compostación; en relaciones menores a 15:1, el nitrógeno se pierde como amoníaco y puede generar problemas de olores; las relaciones 30:1 a 50:1 son aceptables, pero el tiempo de compostación se alarga mucho antes que se oxide suficiente carbono en forma

de dióxido de carbono; por lo que se considera una relación óptima de 20:1 a 30:1, (FENAVI, 2011).

Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la viruta y el aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales, la mortalidad y los residuos de matadero (Palomino, 2012).

La relación de carbono/nitrógeno (C/N) de algunos materiales para realizar abonos orgánicos y la relación de (C/N) que estos abonos orgánicos aportan a los cultivos, entre ellos está la cascarilla de madera, bagazo de caña, estiércoles y algunos pastos (cuadro 4).

Cuadro 4. Relación carbono/nitrógeno (C/N) de algunos materiales orgánicos.

MATERIALES	RELACION C/N
Cascarilla de madera	700/1
Aserrín de madera	500/1
Papel triturado	170/1
Paja de cereales (trigo, cebada, arroz, etc.)	80/1
hojas secas	80/1
Caña de maíz	60/1
Bagazo de caña de azúcar	50/1
Estiércol seco (con aserrín o paja)	50/1
Desecho de fruta	35/1
Estiércol de caballo	25/1
Estiércol de vaca (seco)	25/1
Estiércol de cerdo	12/1
Estiércol de vaca (fresco)	8/1
Estiércol de cabra	10/1
Estiércol de oveja	10/1
Estiércol de conejo	8/1
Estiércol de gallina (gallinaza)	7/1
Pasto verde cortado	19/1
Trébol verde, alfalfa	16/1
Desecho de comida	15/1
Humus	10/1
Pescado	6/1
Sangre	3/1
Orina	0.8/1

Fuente: (Suquilanda, 1996).

c. Oxígeno

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO2) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica (Palomino,2012).

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5 %, siendo el nivel óptimo el 10 %. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos Palomino,2012).

Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H2S) o metano (CH4) en exceso (Torres, 2012).

En el proceso de la elaboración del compostaje es necesario conocer paramentos de aireación en porcentaje, problemas que pueden ocurrir durante el proceso y soluciones que se deben realizar para mantener los parámetros (cuadro 5).

Cuadro 5. Control de aireación.

PORCETAJE DE AIREACIÓN	PROBLEMA		SOLUCIONES
<5 %	Baja aireación	Insuficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis.	Voleo de la mezcla y/o adición de material estructurante que permite de aireación.
5 % - 15 % rango ideal			
>15 %	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación de agua, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua.	Picado del material a fin de reducir el tamaño de poro y así reducir la aireación. Se debe regular la humedad, bien proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua.

Fuente: manual del compostaje del agricultor, 2018.

La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (Palomino,2012).

El oxígeno es directamente proporcional a la actividad microbiana y a la temperatura. La mayor cantidad de oxígeno se requiere durante la fase inicial de la descomposición, debido al crecimiento de la población microbiana, el incremento en la temperatura y la gran actividad bioquímica; durante la fase de estabilización, la demanda de oxígeno decrece, (Torres, 2012).

d. Humedad

La humedad oscila entre 40 % y 60 %; si el material está por debajo de 35 %, la velocidad de compostación será mucho más baja debido a la disminución de la actividad microbiana y habrá necesidad de adicionar agua (FENAVI, 2011).

Si el contenido de humedad es mayor, el agua ocupará todos los espacios y por lo tanto el proceso se volverá anaeróbico, es decir, se producirá una putrefacción de la materia orgánica. El contenido de humedad en caso de pollo de engorde es aportado por los cadáveres; en el caso de ponedoras o reproductoras adultas, es necesario humedecer un poco la mezcla a razón de 500 cm^3 de agua por cada kilogramo de aves muertas (Palomino, 2012).

La gallinaza contiene alta humedad, se la debe llevar a un porcentaje de 60 % mediante la adición de compost final o material carbonatado, en proporciones 2:1 aproximadamente (FENAVI, 2011).

En el proceso de la elaboración del compostaje es necesario conocer paramentos de humedad en porcentaje, problemas que pueden ocurrir durante el proceso y soluciones que se deben realizar para mantener los parámetros (cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros de humedad óptima.

PORCETAJE DE HUMEDAD	**PROBLEMA**		**SOLUCIONES**
<45 %	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos.	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material (fresco con mayor contenido de agua).
45 % - 60 % rango ideal			
>60 %	Oxigeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puedo dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono.

Fuente: manual del compostaje del agricultor, 2018.

e. Temperatura

Influye en la actividad de diferentes especies bacterianas, como los microorganismos mesófilos y termófilos (FENAVI, 2011).

En el proceso de la elaboración del compostaje es necesario conocer paramentos de temperatura en porcentaje, problemas que pueden ocurrir durante el proceso y soluciones que se deben realizar para mantener los parámetros (cuadro 7).

Cuadro 7. Parámetros de temperatura óptima.

Temperatura (ºC)	**Causas asociadas**		**SOLUCIONES**
Bajas temperaturas (To ambiente < 35 ºC)	Humedad insuficiente	Las bajas temperaturas pueden darse por varias factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismo disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad.
	Material insuficiente	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C/N	El material tiene una alta relación C/N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La temperatura incrementa por semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas Temperaturas (T ambiente > 70 ºC)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismo masefilicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55 - 60). Adición de material con alto contenido de carbono de lenta degradación (madera, Pasto seco).

Fuente: manual del compostaje del agricultor, 2018.

1. Etapa de latencia

Es la etapa inicial, que se origina desde la conformación de las capas hasta el incrementa de la temperatura. La temperatura ambiental entre 10 ºC y 12 ºC y la carga de biomasa microbiana que contiene el material, son los factores que definen la duración de esta etapa (2 o 3 días), (Sztern, 1999).

2. Fase mesofílica 1

Comprende temperaturas por debajo de los 40 °C. En esta fase, la flora microbiana se activa y se inicia la degradación de la materia orgánica. También se producen metabolitos que pueden ser utilizados por hongos celulíticos (Martínez, 1995).

La flora microbiana es seleccionada por el sustrato presente (proteínas e hidratos de carbono sencillos) y aquellas especies que posean condiciones enzimáticas adecuadas, ganarán espacio en aquel hábitat. Posteriormente disminuye el pH, dando paso al desarrollo de otras especies. Es una fase completamente aeróbica, con humedad del 70 % – 72 %, y temperatura entre 25 °C – 35 °C; que dura 7 – 14 días (Martínez, 1995).

Los hongos que predominan en esta etapa son:

- *Penicillium spp.*
- *Absidia glauca.*
- *Verticillium tenerum.*
- *Nectria inventa.*
- *Trichoderma sp.*

La descomposición libera la energía contenida en los compuestos orgánicos. Una parte de esta energía es ocupada por los microorganismos para su metabolismo, otra parte se transforma en calor (Benzing, 2011).

3. Fase termofílica

Según Suquilanda (1996), como resultado de la intensa actividad biológica que se desarrolla en el interior de la compostera, se produce un incremento constante de la temperatura, alcanzando desde los 40 °C hasta los 70 °C a 80°C. Puede durar desde algunas semanas, hasta 2 a 3 meses (Benzing, 2011).

En esta etapa, la mayor parte de la celulosa y lignina se degrada. Las altas temperaturas ayudan a destruir la mayoría de patógenos, pero las bacterias y hongos benéficos pueden soportarlas (Benzing, 2011).

Se registra un incremento de pH del 7.5; debido a la liberación de bases de los materiales orgánicos y a la producción de amoníaco (Benzing, 2011).

Las bacterias termofílicas dominantes pertenecen al género *Bacillus sp,* y son las encargadas de consumir los azúcares disponibles y todos los materiales fácilmente biodegradables (Martínez, 1995). Los hongos constituyen menos del 1 % del total de microorganismos (Benzing, 2011).

El CO_2 producido en grandes volúmenes, se difunden desde el núcleo a la corteza, resultando letal para larvas de insectos, (Sztern, 1999).

Conforme el ambiente se hace totalmente anaerobio, los grupos termófilos intervinientes, entran en fase de muerte, razón por la cual la temperatura se estabiliza y luego empieza a disminuir (Sztern, 1999).

4. Mesofílica 2

Al terminar la etapa termofílica; la actividad microbiana disminuye, al igual que la liberación de calor. La población de mesófilos, en especial esporas provenientes de bacterias Gram

negativas, que sobrevivieron a la pasteurización, recuperan predominancia. (Martínez, 1995).

Durante varias semanas, la temperatura permanece entre 35 °C y 45 °C. Los hongos dominantes durante esta fase, (Benzing, 2011).

- *Paecilomyces variotii.*
- *Sctalidium thermophilum.*
- *Thermomyces lanuginosus.*

f. Etapa de maduración

Que durante esta fase se concentran las sustancias húmicas. El pH desciende por debajo del neutro (pH = 5 – 5.7), como consecuencia de la liberación de ácidos orgánicos en la fermentación y por la presencia de bacterias acidogénicas. Posteriormente el pH se eleva cercano a neutro (pH = 7 – 7.5), debido al poder amortiguador de las sustancias húmicas (Martínez,1995). La compostera es poblada por actinomicetos y también por la macrofauna: anélidos, artrópodos, a veces moluscos (babosas), y lombrices que habitan en el mantillo orgánico, como Eisenia foetida, que inmigran a una temperatura cerca de los 30 °C (Benzing, 2011).

g. pH

El pH permite evaluar el ambiente microbiano y la estabilización de los residuos. El rango ideal de pH se encuentra entre 6.5 y 8.0, puede llegar a ser crítico en cuanto a la generación de olores cuando se encuentra con valores por encima de 8. Los niveles de pH varían en respuesta a los materiales utilizados en la mezcla inicial y a la producción de varios productos y compuestos intermedios producidos durante el proceso de compostación, (FENAVI, 2011).

En el proceso de la elaboración del compostaje es necesario conocer paramentos de pH óptimos en porcentaje, problemas que pueden ocurrir durante el proceso y soluciones que se deben realizar para mantener los parámetros (cuadro 8).

Cuadro 8. Parámetros de pH óptimos.

pH	Causas asociadas		SOLUCIONES
<4.5 %	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como resto de cocina, residuos liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuado relación C/N.
4.5 % - 8.5 % rango ideal			
>8.5 %	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C/N, asociado a humedad y altas temperaturas, se producen amoniaco alcalizando el medio.	Adición de material más seco y con mayor contenido en carbono.

Fuente: manual del compostaje del agricultor, 2018.

D. Sistemas de compostajes

a. Sistema de compostajes abiertos

Existen cuatro sistemas de compostaje que se utilizan actualmente los cuales se describen a continuación

- Compostaje de camas estáticas.
- Compostaje de camas de volteo.
- Compostaje de camas estáticas aireadas en forma pasiva.
- Compostaje de camas mediante aireación forzadas.

b. Compostaje en pilas estáticas

Es el sistema más antiguo de compostaje, que consiste en la formación de capas de reducida altura, sin movimiento; la aireación ocurre naturalmente a través del aire que fluye en forma pasiva a través de la capa (FENAVI, 2011).

c. Compostaje de camas de volteo

En este sistema, el material se dispone en capas; el tamaño y la forma dependerán del material utilizado y la maquinaria disponible. El sistema considera la aireación mediante el volteo de las pilas ya sea en forma manual o mecánica (FENAVI, 2011).

d. Compostaje de camas estáticas aireadas en forma pasiva

Consiste en colocar el material en capas y airearlas en forma pasiva, a través de una red de tuberías perforadas que se colocan en la parte inferior de la capa, instalando una cubierta porosa que permita el flujo adecuado de aire que entra a través de las cañerías, reteniendo los olores (FENAVI, 2011).

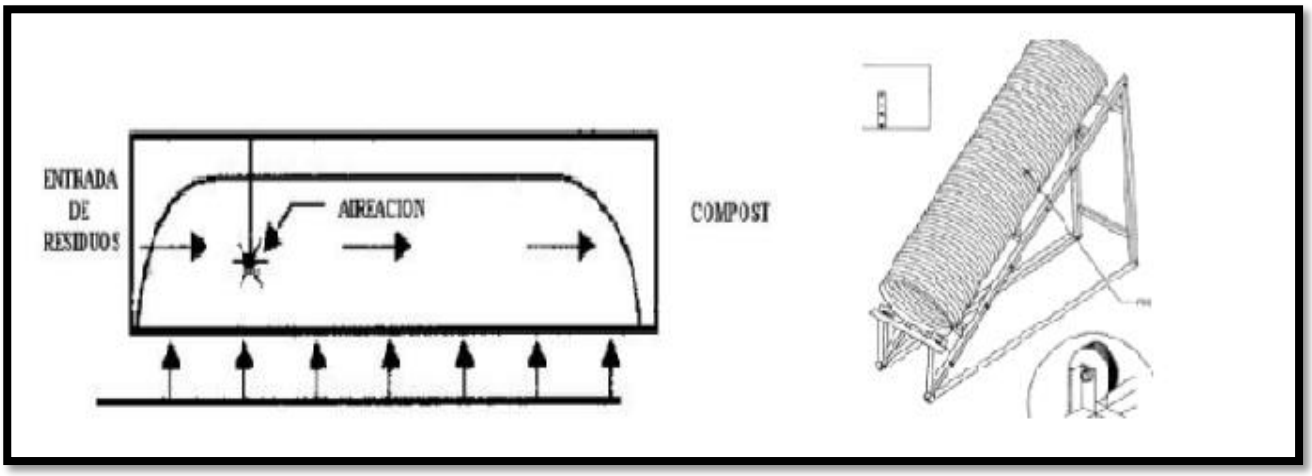
e. Compostaje de camas mediante aireación forzadas

Utiliza un sistema de aireación que succiona aire hacia el exterior o lo inyecta al interior; permitiendo controlar el descenso de temperatura, (FENAVI, 2011).

f. Sistema de compostaje cerrado

Este sistema se lleva a cabo en un contenedor o recipiente cerrado; las principales ventajas de este sistema son su rápida velocidad de descomposición (10 a 14 días), bajo requerimiento de terrenos adecuados, completo control del proceso y la calidad del subproducto final, sin embargo; presenta un alto costo de instalación y operación (FENAVI, 2011).

Actualmente existen diferentes tipos de sistemas de compostaje, pero los sistemas cerrados tienen una entrada de residuos en su interior permanecen totalmente cerrados y también hay sistemas de rectangulares de camas y cilíndricos (figura 2).



Fuente: FENEVI, 2011.

Figura 2. Sistema rectangular de cama (reactores).

E. Microorganismos eficaces (EM)

Los Microorganismos eficaces (EM), que bien utilizados puede reducir no sólo la contaminación del microambiente (control de malos olores, moscas), sino también mejorar la calidad de la gallinaza, acelerar la estabilización del proceso y disminuir el impacto ambiental causado por éste tipo de explotaciones, pues el EM es un inoculado constituido por la mezcla de varios microorganismos benéficos como lo son (AGROINDUSTRIAL, 2009).

- Levaduras.
- Actinomicetos.
- Bacterias acidolácticas.
- Fotosintéticas.

Lo cual microorganismos que son mutuamente compatibles entre sí y coexisten en un cultivo líquido (AGROINDUSTRIAL, 2009).

a. Que son los microorganismos eficaces EM

EM® (microorganismos eficaces). Es un cultivo mixto de más de 80 especies de microorganismos benéficos naturales y sin manipulación genética, compuesto principalmente por bacterias procesadoras del ácido láctico, levaduras y bacterias fototróficas o fotosintéticas. Algunos de estos microorganismos no patogénicos son utilizados en la industria alimenticia (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Estos microorganismos coexisten en un medio líquido, especialmente formulado. Y cuando son introducidos al ambiente natural, los efectos benéficos individuales son magnificados dentro de una dinámica sinérgica. EM, es un producto natural cuyos microorganismos aumentan la eficiencia en la degradación de la materia orgánica, a través de una reacción fermentativa, la cual inhibe la producción de malos olores y corta el ciclo reproductivo de los vectores como moscas; y actúan como probióticos, liberando sustancias antioxidantes en los sustratos en que se inoculan (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Fue desarrollado en los años 80’s por el Dr. Teruo Higa de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón. Quien al descubrir que, en un medio adecuado, una amplia gama de microorganismos podía coexistir y combinar sus propiedades individuales, generando una reacción sinérgica que potencia su función biológica y producen una gran gama de beneficios y sustancias antioxidantes (AGROINDUSTRIAL, 2009).

b. Usos del EM

Los microorganismos eficaces (EM), es un potente bioestimulante vegetal, útil en la producción agrícola.

1. Su mecanismo de acción

Es a través de secretar sustancias solventes de nutrientes atrapados en el suelo y que, a la vez, estimula a la planta a generar una mayor masa radicular, que le permite una mayor absorción y aprovechamiento de los nutrientes del suelo y los fertilizantes adicionados. Es ampliamente utilizado en la agricultura para la elaboración de abonos orgánicos de alta

calidad nutricional. Ejemplos pulpa de café, cachaza, etc. También ha demostrado ser una alternativa orgánica altamente eficaz en la prevención de plagas (principalmente microbianas), y en la estimulación del metabolismo de las plantas (AGROINDUSTRIAL, 2009).

También es utilizado como probiótico en la alimentación animal mejorando la conversión alimenticia (se utiliza menor cantidad de alimento por unidad de incremento de peso del animal), se vigoriza el sistema inmunológico y se favorece el saneamiento de su medio o entorno, evitando la proliferación de vectores y de malos olores. Ejemplos camarón, cerdos, pollos, lechería, etc. (AGROINDUSTRIAL, 2009).

2. Tratamiento de desechos agropecuarios

Los microorganismos eficaces (EM) por sus propiedades de degradación de la materia orgánica, ha demostrado ser altamente eficiente en la descontaminación de aguas servidas. La sinergia biológica con la secreción de sustancias antioxidantes, es capaz de reducir la DBO5 en más del 90 %. En sólidos ha demostrado acelerar el proceso de compostaje, obteniendo el producto final en menos de 6 semanas, con mejor calidad nutritiva y microbiológica (AGROINDUSTRIAL, 2009).

La descomposición de los materiales orgánicos sin la aplicación de los EM, genera olores desagradables producidos por la gasificación de compuestos sulfurados y nitrogenados como el ácido sulfhídrico (HS) y el amoniaco (NH_3), ambos derivados de la proteólisis anaerobia, al mismo tiempo y en condiciones anaerobias, de la degradación de los carbohidratos, se genera gas metano (CH_4), el cual posee una capacidad de efecto invernadero muy superior a la del dióxido de carbono (CO_2), además de ser un gas combustible y de no ser reciclable en forma directa por las plantas (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Con el uso de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de residuos, se logra hacer una transformación del proceso de degradación convirtiéndose en fermentación, a través de la cual los EM® utilizan el azufre (S) y el nitrógeno (N), contenido en las proteínas, para utilizarlos en procesos biológicos propios, evitando así su liberación al ambiente como gases mal olientes, en cambio los liberan en forma iónica como nitratos (NO^{+}) y sulfatos (SO^{-}), o unidos a radicales libres formando compuestos estables útiles para las plantas como nutrientes.

Así mismo, el carbono (C), no es liberado como metano (CH_4), sino como dióxido de carbono (CO_2), el cual es utilizado por las plantas y bacterias fototróficas contenidas en los microorganismos eficaces (EM®), en el proceso fotosintético, donde se utiliza el carbono para la formación de carbohidratos y el oxígeno (O_2) es liberado al ambiente (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Uno de los grupos de microorganismos más importantes de los EM®, son las bacterias fotosintéticas, las cuales hacen la misma función liberadora oxígeno y fijadora de carbono de las plantas, con una mayor eficiencia. Esta propiedad de los EM®, funciona como oxigenadores naturales en los sistemas depuradores, en los cuales la demanda de oxígeno (O), es muy alta. Sin la aplicación de los EM, la degradación de la materia orgánica es un medio ideal para la reproducción de plagas como moscas y foco de diseminación de microorganismos patógenos (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Con el tratamiento de los residuos con los EM, la velocidad de degradación de la materia orgánica es tan alta y la reacción fermentativa es dominante, que no da lugar a la reproducción de moscas. Por su lado la colonización de microorganismos benéficos es tanta que no queda lugar para los microorganismos patógenos (AGROINDUSTRIAL, 2009).

F. Microorganismos eficaces (EM) utilizados en la investigación

a. EM.1 ® Inoculante microbiano

La ficha técnica del producto es un documento que resume el funcionamiento de los microrganismos eficaces (EM. 1 ®**)** y características como lo son: nombre del producto, producido por, propiedades físicas y químicas, ingredientes y concentraciones, estado físico, polimerización peligrosa, estabilidad, de un componente, incompatibilidad y subproductos nocivos (cuadro 9).

Cuadro 9. Características de EM.1.

NOMBRE DE PRODUCTO	EM•1® Inoculante Microbiano
PRODUCIDO POR	EM Research Organization Inc. y Productores Autorizados en Latinoamérica 2440N. Coyote Drive Suite126 Tucson, AZ85745
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	• Agua: 95 % • Melaza: 5 %
INGREDIENTES Y CONCENTRACIONES	• Bacterias acido lácticas: 6.0 x 10^4 • Bacterias fotosintéticas: 1.6 x 10^4 • Levaduras: 3.3 x 10^4
ESTADO FÍSICO	Estado líquido
POLIMERIZACIÓN PELIGROSA	No ocurre
ESTABILIDAD	Estable, no es afectado por congelamiento. No tiene humos nocivos
INCOMPATIBILIDAD	Ninguna
SUBPRODUCTOS NOCIVOS	Ninguno; biodegradable

Fuente: AGROINDUSTRIAL, 2009.

b. Usos agronómicos

- **Dosis recomendada**

Acondicionamiento y mejoramiento de suelos: 20 L/ha a 40 L/ha de EM•1®- Activado, realizando de 4 a 8 aplicaciones anuales (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Bioestimulante en cultivos perennes (foliar) 20 L/ha a 40 L/ha de EM•1®- Activado, realizando de 2 a 4 aplicaciones anuales (AGROINDUSTRIAL, 2009).

Es importante conocer los usos agronómicos que utilizar el inoculante microbiano, entre sus usos se puede utilizar en semilleros, siembra directa, trasplante y manejo de residuos orgánicos (cuadro 10).

Cuadro 10. Uso agronómico EM.1

Semilleros	Solución de agua y EM•1®- Activado al 2%
Siembra directa	Solución de agua y EM•1®- Activado al 2%
Trasplante	Solución de agua y EM•1®- Activado al 2%
Manejo de residuos orgánicos	5 L de EM•1®-Activado por cada 1m³ o tonelada de material

Fuente: AGROINDUSTRIAL, 2009.

c. Preparación

- El producto debe ser activado antes de su uso. Se utilizan envases de plástico previamente lavados con agua libre de cloro. - Se debe usar las proporciones específicamente establecidas para cada uso. - Se mezclan los ingredientes al mismo tiempo de manera que quede una solución uniforme. - Se debe mantener el envase herméticamente cerrado por un periodo de 4 a 7 días. - Una vez que la mezcla alcance un olor agradable agridulce y tenga una acidez entre 3.2 y 3.6, está listo para su uso (AGROINDUSTRIAL, 2009).

- No se requiere equipo especializado. Puede utilizarse equipo de riego o aspersión existente. (AGROINDUSTRIAL, 2009).
- No es compatible con sustancias químicas a base de cloro, creolina y sulfato de plata.
- Por aspersión en bombas de mochila - Por sistemas de aspersión preestablecidos - Por sistemas de riego preestablecidos - Por bombas de aspersión en sistemas de volteo mecanizado (AGROINDUSTRIAL, 2009).

d. Modo de acción

Favorecimiento de desarrollo de microorganismos nativos benéficos - Exclusión competitiva de microorganismos patógenos. Producción de enzima, aminoácidos, vitaminas y sustancias antioxidantes - Degradación de materia orgánica (AGROINDUSTRIAL, 2009).

e. Uso al que se destina

- Acondicionamiento y tratamiento de suelos para el cultivo de crucíferas, compuestas, solanáceas, umbelifereas, gramíneas, lileaceas, cucurbitáceas, entre otras (AGROINDUSTRIAL, 2009).
- Semilleros.
- Siembra directa – trasplante.
- Manejo de residuos orgánicos.
- Problemas de contaminación por exceso de materia orgánica.

G. Humega

Humega® es un producto enriquecido biológicamente que puede estimular la absorción de los micronutrientes. Al mezclar Humega® con otros fertilizantes, los complica al fijarlos a una molécula de carbono (Global organics, 2017).

Las características del producto Humega son ingrediente no nutrimento para plantas, densidad, manejo, indicadores de uso, dosis de aplicación y compatibilidad (Cuadro 11).

Cuadro 11. Características de Humega.

INGREDIENTE NO NUTRIMENTO PARA PLANTAS	4 % Ácido Húmico derivado de leonardita.
DENSIDAD	8.80 L/gal 1.05 kg/L.
MANEJO	En caso de contacto accidental, enjuáguese con agua. Manchas temporales pueden ocurrir. El producto no es peligroso. Se recomienda utilizar guantes y protección de la vista con lentes.
DECLARACIÓN DE PROPÓSITO	Puede mejorar asimilación de micronutrientes.
INDICACIONES DE USO	Usarse solo o con fertilizantes y nutrimentos convencionales. Agitar antes de usarse. El producto no es peligroso. Utilice al menos 10 días después de fumigación de suelo. Aplique a través del sistema de riego por pivote o gotero o aspersión.
DOSIS DE APLICACIÓN	Aplíquese a cualquier cultivo. Complemente fertilizante o apliqué 20 L a 120 L por ha a través, del sistema de irrigación.
COMPATIBILIDAD	A fin de facilitar mezcla y aplicación, diluya con suficiente agua. Hágase pruebas de compatibilidad antes de mezclar con otros químicos. No mezclar con fumigantes de suelo, amoníaco, ácido sulfúrico o urea.

Fuente: Global organics, 2017.

HUMEGA es un fertilizante múltiple clasificado en lista OMRI para uso orgánico sustentable, con notables propiedades de mejorador y restaurador de suelos agrícolas. Contiene ácidos húmicos y fúlvicos, enzimas, aminoácidos, carbono, polifenoles, polisacáridos y más de 72 minerales mayores y microelementos. También una diversidad completa de bacterias benéficas: heterótrofas, anaeróbicas, levaduras y moho, pseudomonas, actinomicetos y bacterias que fijan nitrógeno, todas esenciales para la restauración del suelo y su fertilidad (Global organics, 2017).

Contiene 5.6 % (P/P); 6.2 % (P/V) de ácidos húmicos; densidad: 1 gr/ml – 1.10 gr/ml; pH: 8.65 – 9.60; estado físico líquido; color café oscuro; es soluble en agua. (Global organics, 2017).

H. AgriGro

BDM-50 es un estimulante biológico del desarrollo bacteriano que se encuentra presente en materia orgánica, derivado de extractos de microorganismos que aportan una mezcla propia de “enzimas inducibles” de bacterias aerobias, anaerobias y facultativas, así como de hongos nativos que actúan sobre un sustrato (materia orgánica a degradar) (AGRIGRO MARKETING, 2019).

La forma estabilizada de BDM-50 contiene un catalizador llamado BIONATRA que le permite ser utilizado sin previa activación. El BDM -50 con o sin oxígeno lo cual no requiere activadores para realizar su proceso (AGRIGRO MARKETING, 2019).

a. Modo de acción

Acelera el proceso de compostaje, mejora la calidad nutrimentos del compost y el suelo para ser usado como abono orgánico, si puede generar mal olor, y disminuye la presencia de fauna nociva (AGRIGRO MARKETING, 2019).

b. Dosis

Aplicar 500 ml de BDM-50 una vez por semana, utilizando una bomba de aspersión (AGRIGRO MARKETING, 2019).

2.3. MARCO REFERENCIAL

2.3.1. Ubicación de la granja avícola Las Brisas

La granja Las Brisas se encuentra ubicada en el km 56, en municipio de Chimaltenango, las coordenadas latitud 14°40´41.25” Norte y longitud 90°49´22.65” Oeste y con una altura 1,820 m s.n.m., la granja cuenta con 5.64 ha.

La granja Las Brisas se presenta delimitada de color amarillos, donde la granja tiene un área se 5.64 ha dentro de la granja se encuentra 10 galpones de aves también cuenta con el área administrativa (figura 3).

Fuente: elaboración propia, 2019.

Figura 3. Mapa satelital de granja Las Brisas, Chimaltenango.

2.3.2. Zona de vida

Según la clasificación de Simmons esta área corresponde a la Zona de vida (bh-MB-S) Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. De acuerdo al sistema Thornthwaite dentro del cinturón volcánico se localizan 6 climas de carácter cálido y semicálido que abarcan la

Región Central. El área de Chimaltenango se encuentra en clima semicálido con invierno benigno, semiseco con vegetación de pastizal con invierno seco (Cruz, 1982).

2.3.3. Clima

Las biotemperaturas van de 15 ºC a 23 ºC. La evapotranspiración potencial puede estimarse en promedio de 0.75 ºC y con una humedad relativa de 75 % a 82 %, la velocidad del viento promedio anual es de 12 km/h con dirección Noreste (Cruz, 1982). El período de lluvias más intensas dura 6 meses (entre mayo y octubre) y los meses de noviembre a abril con lluvias escasas por lo que se presenta déficit de humedad para el desarrollo de cultivos (Cruz, 1982).

La estación limnográfica clase H con código 03.06.03 del INSIVUMEH. Se encuentra en el río La Vega, tributario del río Coyolote y reporta información sobre la precipitación pluvial media anual que es de 1,074 mm, con un rango de 800 mm a 1,200 mm, y temperatura de 17 ºC a 25 ºC (Cruz, 1982).

2.3.4. Suelos

Geológicamente a nivel local la capa superficial está compuesta de sedimentos piroclásticos del terciario (Tsc-2), incluye aglomerados areniscos pomáceos tobas y lahares (Simmons, 1959).

Los suelos del departamento de Chimaltenango pertenecen a los grupos de suelos de la Altiplanicie caracterizados por ser suelos profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro y a los suelos de clases misceláneas de terreno que incluyan áreas donde no domina ningún tipo particular de suelo y donde alguna característica geológica o de otro tipo limitan el uso continuado del terreno (Simmons, 1959).

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

Evaluar tres productos en producción de abono orgánico (compost) a partir de aves muertas en la granja avícola Las Brisas, Chimaltenango, Guatemala, C.A.

2.4.2. Objetivos específicos

1. Comparar las variables que determinan la calidad del abono orgánico (compost) de cada uno de los tratamientos.

2. Describir los factores que afectan la descomposición de las aves muertas como temperatura, humedad y pH.

3. Comparar la altura y peso al final del ciclo de la descomposición para el abono orgánico.

4. Determinar el costo de la elaboración del proceso de abono orgánico (compost).

2.5. HIPOTESIS

Por lo menos una de los tres productos evaluados tendrá una diferencia significativa para degradación de las aves muertas y trasformación de abono orgánico (compost) en la granja avícola Las Brisas.

2.6. METODOLOGIA

2.6.2. Material y equipo

La metodología utilizada se describe en cada uno de los procesos realizados en la evaluación.

a. Gallinaza.
b. Aves muertas.
c. Cascarilla de arroz.
d. Bombas de mochila.
e. Productos para la aceleración de descomposición.

2.6.3. Calidad del abono orgánico (compost)

Para determinar la calidad del abono se procedió a tomar 3 muestras de cada tratamiento teniendo un total de 9 muestras, estas muestras fueron identificada con nombre, fecha tratamiento y llevas al laboratorio de suelo – planta – agua “Salvador Castillo Orellana “de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para determinar un análisis químico de cada una de las muestras.

2.6.4. Factores que afectan la descomposición de las aves muertas

Este estudio evaluó la técnica de compostaje a partir de aves muertas como una alternativa viable para la descomposición de aves muertas generadas en la granja Las Brisas ubicada en el km 56 ruta al basurero municipal de Chimaltenango, bajo la modalidad del compostaje teniendo en cuenta las diferentes variables físico químicas de las muestras para determinar la efectividad del proceso, tales como, la temperatura interna de cada cama, la humedad y la relación carbono/nitrógeno (C/N) entre otras.

2.6.5. Descripción de las instalaciones

Consistió en 3 estructuras en forma de cuadrado, llamados camas o compsteras a partir de aves muerta de la granja, cada cama o compostera tuvo una media de 2 m de ancho, 3 m de longitud y 2.20 m de alto. Todas las camas o compsteras fueron hechas de block y cemento, lo cual favorece el proceso del compostaje evitando en buena proporción la humedad proveniente del suelo, permitiendo así una fácil limpieza después de las labores realizadas, especialmente en el volteo y la evacuación del material. En esta investigación se utilizó el sistema semi abierto de camas o compostaje para una mejor aireación.

Las instalaciones para realizar el compostaje o camas están fabricadas de block, y con un techo, se realizaron 3 camas para evaluar los 3 tratamientos (figura 4).

Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 4. Instalaciones de las camas o composteras en la granja avícola Las Brisas.

2.6.6. Procedimiento de llenado de camas o composteras

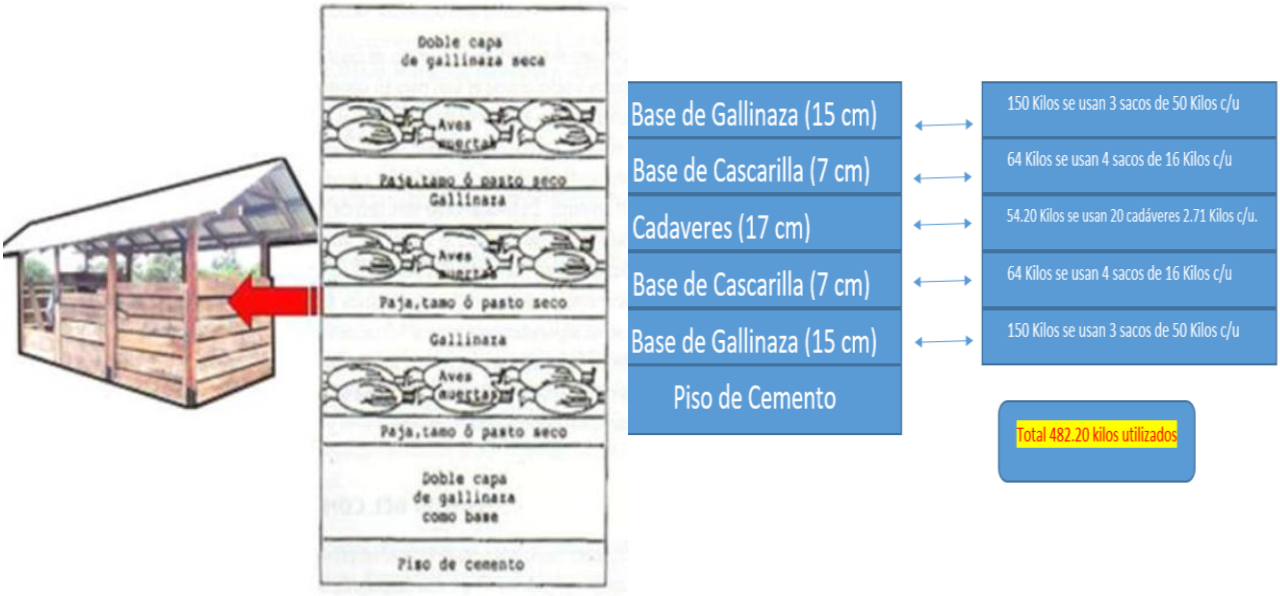
a. Las camas o compsteras fueron preparadas a partir de aves muertas procedentes de las granjas de Avícola Las Brisas. Para su elaboración se utilizó 38.50 % de aves muertas

y 3.80 % de cascarilla de arroz y gallinaza todos estos materiales fueron dados por la granja.

b. El llenado de la compostera se realizó en forma de capas donde se utilizó cada uno de las materias mencionados anteriormente, donde se colocó la primera capa de cascarilla de arroz de 6 cm a 7 cm de grosor, luego las aves muertas y por ultimó una capa de 15 cm de gallinaza y como parte del proceso de degradación se aplicaron cada uno de los productos evaluados para la aceleración de descomposición de las aves muertas esto fue aplicado con bombas de mochila.

c. Finalmente, se le coloco una nueva capa de 20 cm para garantizar el total aislamiento de las aves muertas en descomposición. · Una vez llenado la cama o compstera se dejó por unos 30 días para la realización del volteo, momento en el cual se homogenizo el material y se permite una buena aireación.

Para la colocación de las capas del compostaje es necesario llevar un orden de capas para obtener un buen resultado; por lo se coloca una capa de gallinaza, una de cascarilla de arroz y las aves muertas (figura 5).



Fuente: elaboración propia, 2018.

Figura 5. Colocación de las capas de compostaje.

2.6.7. Descripción de los tratamientos

La descripción de los tratamientos y variedad utilizadas fueron en T1 EM.1, T2 Humega y T3 Agrigo (cuadro 12).

Cuadro 12. Descripción de tratamientos a evaluar.

Tratamientos	Variedad
T1	EM.1 (Inoculante Microbiano9
T2	Humega (4 % de ácido húmico derivado de Leonardita)
T3	Agrigro (Estimulante biológico)

Fuente: elaboración propia, 2018.

2.6.8. Manejo del experimental

Se evaluaron 3 tratamientos, con 3 repeticiones de cada uno de los productos utilizados. Todos los materiales se colocaron en capas, comenzando por una capa de 15 cm cascarilla de arroz, seguida de una capa de las aves muertas y por último la gallinaza

2.6.9. Variables de respuesta

A. Tiempo

El tiempo semanal (degradación), para evaluar la velocidad de degradación entre tratamientos.

Se llevará un registro diario, durante la elaboración del compostaje, y un registro semanal durante la obtención del bio abono, el mismo que presentó las siguientes características,

tales como: color negro, olor a tierra de bosque y temperatura estable (temperatura ambiental).

B. Temperatura

Entre 45 °C - 65 °C, para verificar la etapa que presenta el proceso y realizar volteos pertinentes.

En cada unidad experimental, se tomó una lectura de temperatura diaria durante el proceso de llenado; y semanal en el proceso de volteo, tomando la lectura a las 11: 00 am. La temperatura fue tomada con un termómetro digital.

C. Peso

El peso de los desechos mortales (aves muertas) como de la pollinaza más la viruta, para determinar la cantidad de bio abono obtenido. El pesaje diario durante el proceso de llenado se realizará con una balanza y su unidad de medida se representó en kilogramos (kg).

D. pH

El pH se tomará el estado de crecimiento, multiplicación y desarrollo bacteriano.

2.6.10. Análisis de la información

Para el análisis de información de datos se utilizó el programa de INFOSTAT para realizar los análisis de varianza (ANDEVA). Si existiera diferencia significativa en el análisis se procederá a realizar la prueba de Tukey.

2.7. RESULTADO Y DISCUCIÓN

2.7.1. Calidad de abono orgánico (compost) Nitrógeno total (NT)

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes en un compost. Cuando analizamos su contenido total (TN) nos referimos a la suma de sus formas inorgánicas (amonio, nitrato y nitrito, NH4+, NO3-, NO2– respectivamente) y orgánicas (amino ácidos, proteínas, ácidos nucleicos y otros componentes orgánicos que tengan nitrógeno en su estructura.

Los datos del análisis químico de nitrógeno total de EM 1, Agrigro y Humega de las muestras del abono orgánico obtenidos en el proceso de descomposición de las aves muertas de la finca Las Brisas (cuadro 13).

Cuadro 13. Datos del análisis de químico del abono orgánico del nitrógeno total de las muestras.

EM 1	AGRIGRO	HUMEGA
1.22	1.38	0.87
1.27	1.46	0.9
1.25	1.33	0.88

Con base a los datos del análisis químico de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para el nitrógeno total (NT) (cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza de nitrógeno total.

F.V	SC	Gl	CM	F	Valor de p
Modelo	0.39	4	0.1	28.62	0.0033
Bloque	0.01	2	0.01	1.58	0.3117
Producto	0.38	2	0.19	55.66	0.0012
Error	0.01	4	3.40E-03		
Total	0.4	8			

En el cuadro 14 se observan los datos del análisis de varianza del nitrógeno total donde si hay una diferencia estadística significativa de los productos utilizados en la evaluación. Por lo que fue necesario realizar un análisis de los datos de la prueba de fisher (cuadro 15).

Cuadro 15. Resumen de la prueba de fisher.

Bloque	Media	Prueba de Fisher
Agrigro	1.36	A
EM1	1.25	A
Humega	0.88	B

El comportamiento de la calidad de abono orgánico en nitrógeno total (NT) de cada uno de los tratamientos evaluados con sus medias obtenidas (figura 6).

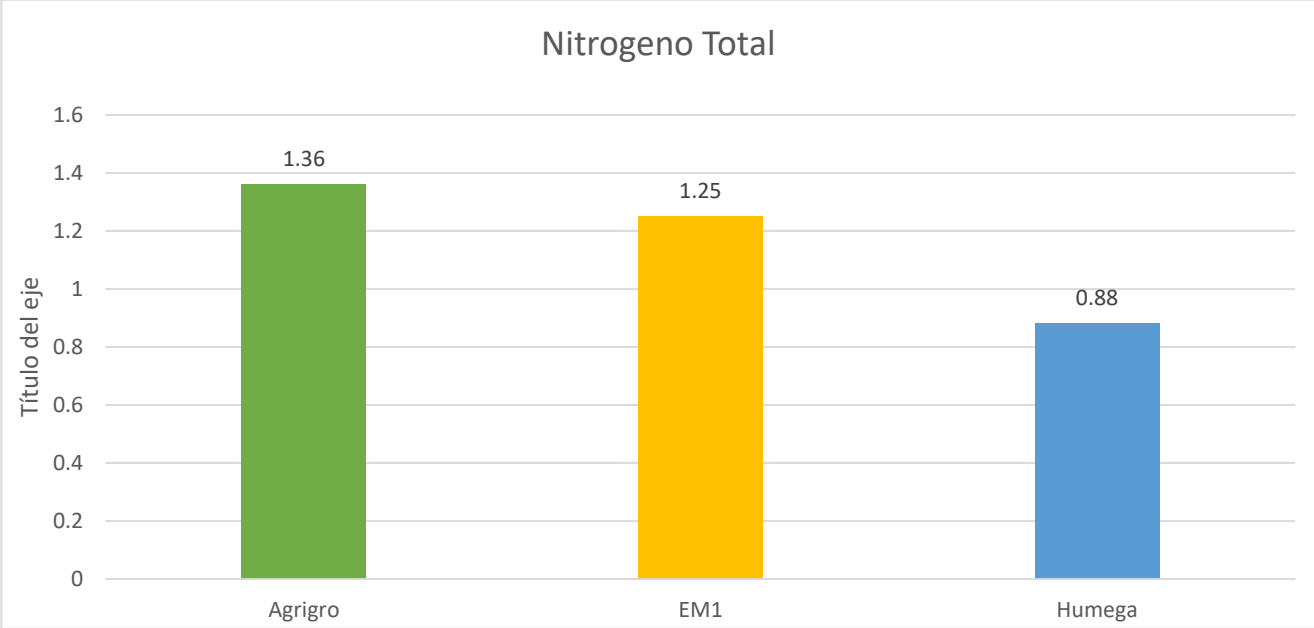


Figura 6. Comparación de la calidad del abono orgánico en nitrógeno total de cada una de las muestras.

En la figura anterior, se presenta las medias de nitrógeno total de cada uno de los productos utilizados en la evaluación donde el tratamiento 1 (Agrigro) tiene una media de 1.36, el tratamiento 2 (EM1) con una media de 1.25 y el tratamiento 3 (humega) con una media de 0.88. El mejor tratamiento según los parámetros establecidos para el nitrógeno total en compost dice 3 por que el más cercano es el tratamiento Agrigro con 1.36.

2.7.2. Relación carbono/nitrógeno (C/N)

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes en un compost. Cuando analizamos su contenido total (TN) nos referimos a la suma de sus formas inorgánicas (amonio, nitrato y nitrito, NH4+, NO3-, NO2– respectivamente) y orgánicas (amino ácidos, proteínas, ácidos nucleicos y otros compuéstos orgánicos que tengan nitrógeno en su estructura).

Mantener la relación adecuada de C/N, va a facilitar el proceso de formación de composta; ya que la relación C/N desempeña un papel fundamental en la regulación de la tasa de la

actividad biológica dentro de la pila; las variaciones de esta tasa, van a alterar el proceso de compostaje, lo que conlleva a un retraso en la composta, presentando mal olor. Los datos del análisis químico de la relación de carbono/nitrógeno (C/N) de EM 1, Agrigro y Humega de las muestras del abono orgánico obtenidos en el proceso de descomposición de las aves muertas de la finca Las Brisas (cuadro 16).

Cuadro 16. Datos del análisis de químico del abono orgánico de la relación de carbono /nitrógeno (C/N) de cada uno de las muestras.

EM 1	AGRIGRO	HUMEGA
26.4 :1	23.4: 1	38.1 :1
26.7: 1	23.5 :1	38.2 :1
26.1 : 1	23 :1	37.9 :1

Con base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar un análisis estadístico para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para el nitrógeno total (cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis de varianza de la relación carbono / nitrógeno (C/N).

F.V	SC	gl	CM	F	valor p
Modelo	364.11	4	91.03	11703.57	0.0001
Bloque	0.34	2	0.17	21.57	0.0072
Producto	363.78	2	181.89	23385.57	0.0001
Error	0.03	4	0.01		
Total	364.14	8			

Al realizar el análisis de varianza en el cuadro 17, se observó que no existe diferencia estadística significativa entre los productos y los tratamientos evaluados. La comparación de la calidad del abono orgánico de la relación carbono/nitrógeno (C/N) de cada una de las muestras (figura 7).

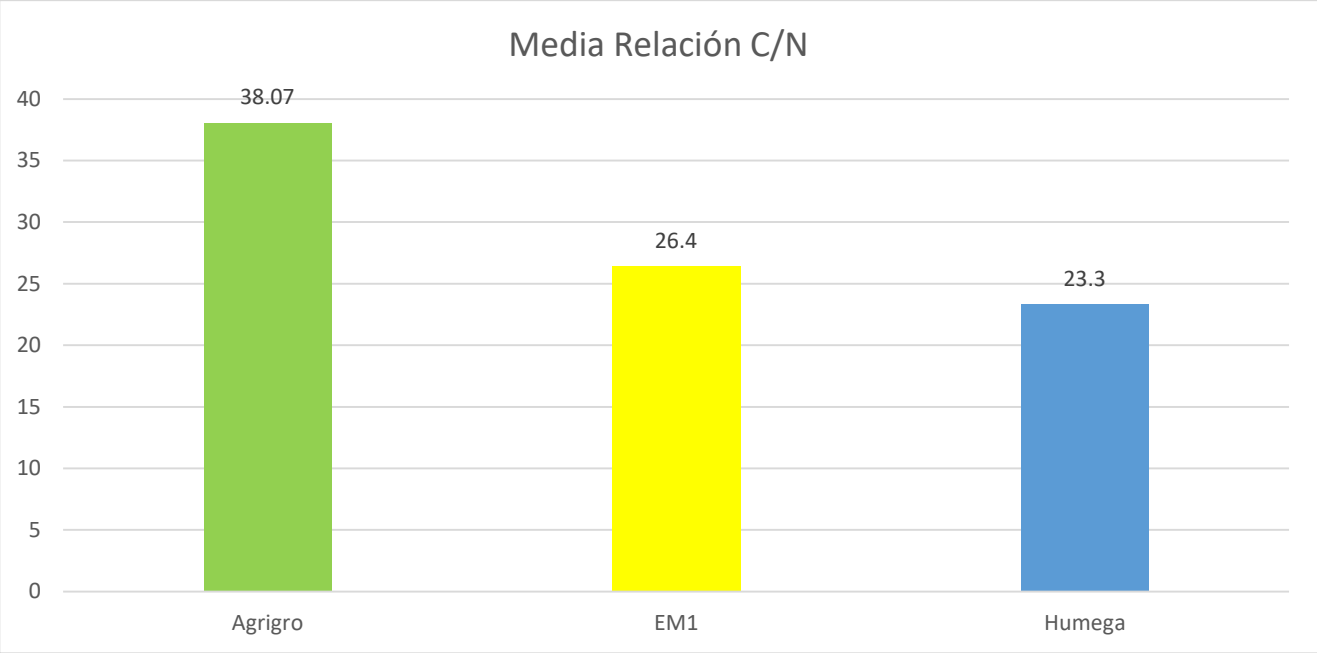


Figura 7. Comparación de la calidad del abono orgánico de la relación carbono/nitrógeno (C/N) l de cada una de las muestras.

Como se observa en la figura anterior la relación C/N el tratamiento que presento mejor relación fue EM con una relación 7:1, el Agrigro con 5:1 y por último el Humega con una relación 2:1. Según Ricaurte (2005). Se sabe que la gallinaza y pollinaza presentan solo 6 a 10 partes de carbono por una de nitrógeno, por lo que, para suplir esta deficiencia se proponen las mezclas vegetales”

Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1. Por lo que el tratamiento 2 (EM1) con 26.4. Según Sacbaja, 2019 la relación más adecua para el compost en la relación carbono nitrógeno es < 15: 1 C / N es el adecuado para una buena movilización de nitrógeno y >30:1 C / N Inmovilización de nitrógeno

2.7.3. Etapas de descomposición que sufre los cadáveres conforme el paso del tiempo (pH).

En la figura 8 se presenta la calidad del análisis químico del abono orgánico obtenido de la descomposición de aves muertas, y como resultados obtenidos en la evaluación el tratamiento de EM presento un 8.6 de pH, el tratamiento de Agri Gro con 8.6 pH y Humega con 8.6 pH, por lo que se puede decir que los tres tratamientos obtuvieron un pH estable lo cual es un pH alcalino y logra inhibir el crecimiento de agentes de fitopatógenos en el abono orgánico.

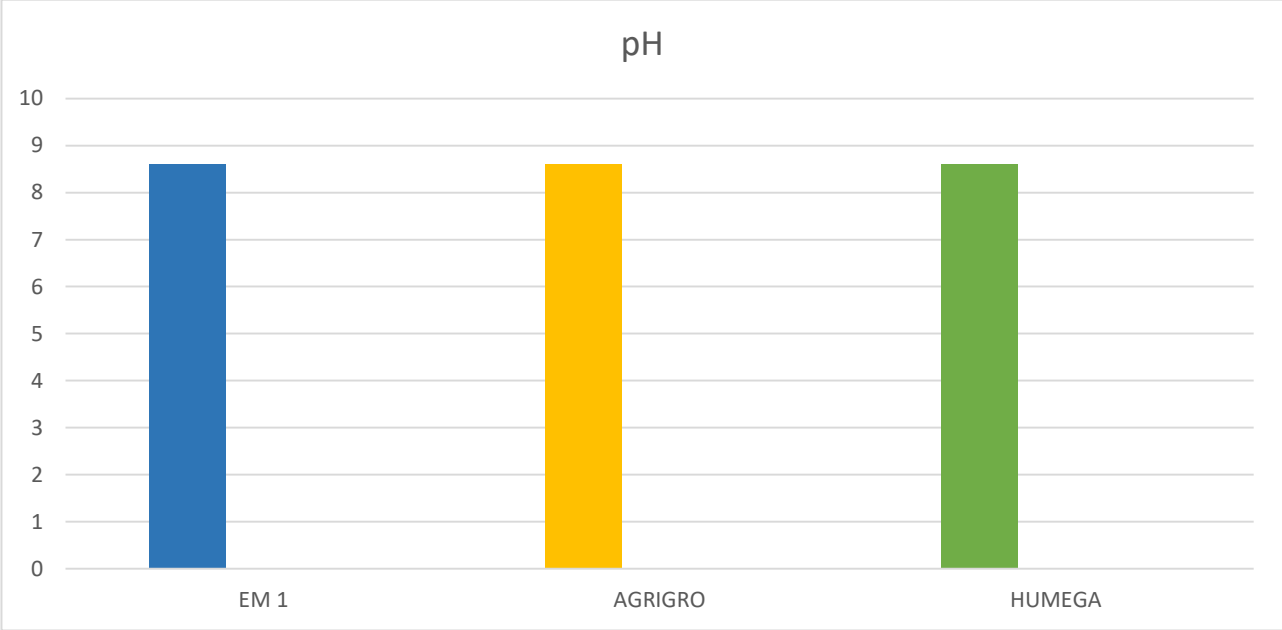


Figura 8. pH del análisis de calidad de abono orgánico de cada uno de las muestras.

Se observan claramente que el pH de los grupos experimentales se ajusta a las indicaciones del OPS (1999); el rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio; existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante, el pH cercano al neutro (pH 6.5 – 7.5), ligeramente ácido o ligeramente alcalino podría asegurar el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.

Valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del

crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una sucesión natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos.

A. Temperatura

Debido que la temperatura es un factor muy importante en el proceso de la elaboración del compostaje, que al paso del día la temperatura ayuda al proceso de la descomposición.

La temperatura se obtuvo en base a los días evaluados que presentaba los tratamientos EM1 de color celeste, Agrigro de color naranja y Humega de color gris (Figura 9).

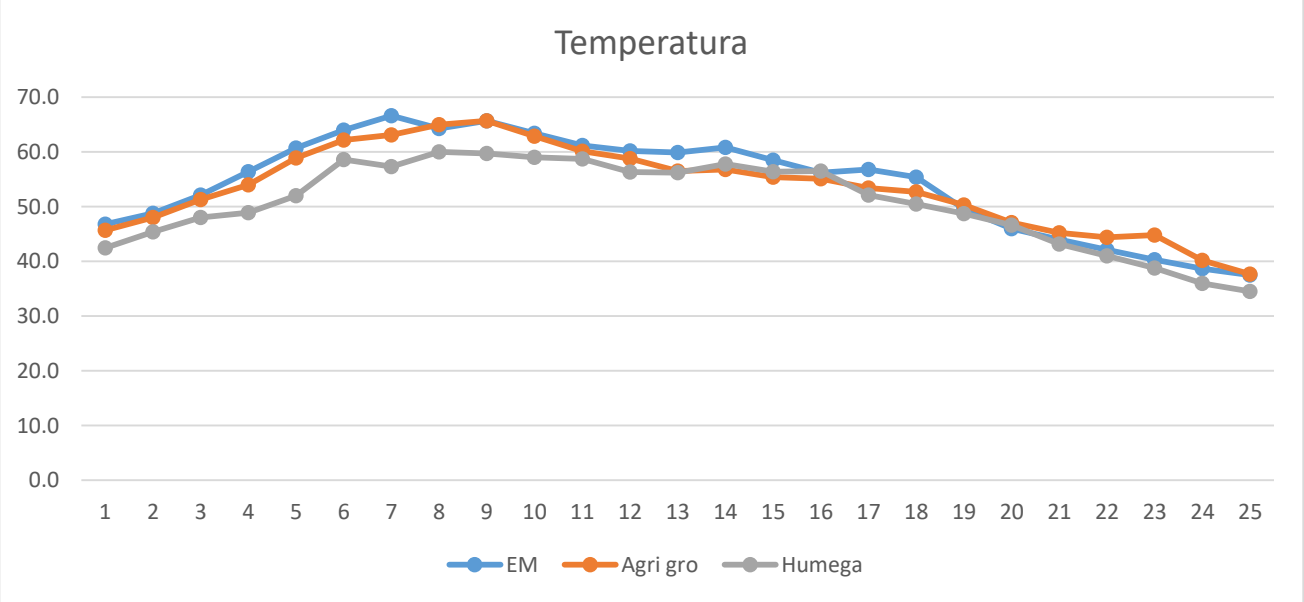


Figura 9. Temperatura en los días de descomposición.

En la figura 9 se presentó la temperatura al transcurrir los días de descomposición de los cadáveres de aves muertas para la elaboración del compostaje donde el día 4 los tres tratamientos evaluados tomaron una temperatura al EM con 56 ºC, Agrigro con 54 ºC y Humega con 48 ºC y al paso de los días fue aumentado la temperatura hasta llegar a su proceso de degradación

Según Fenavi (2011) la temperatura influye en la actividad de diferentes especies bacterianas, como los microorganismos mesófilos y termófilos

B. Humedad

La humedad es un factor de suma importancia en proceso de la descomposición debido que si los materiales se encuentran sin humedad la actividad microbiana se acaba por lo que es necesario mantener la humedad

La humedad se obtuvo en base a los días evaluados que presentaba los tratamientos EM1 de color celeste, Agrigro de color naranja y Humega de color gris (figura 10).

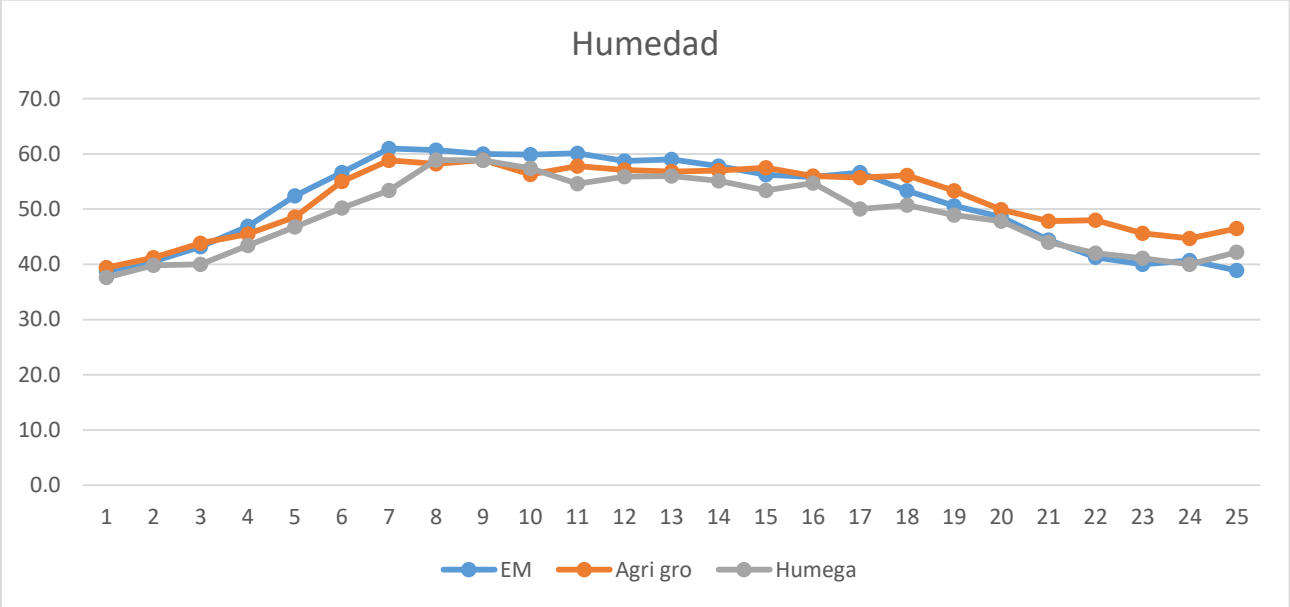


Figura 10. Humedad de los tratamientos evaluados.

En la figura 9, se presenta la humedad obtenida de la evaluación de los tratamientos evaluados donde se puede decir que los tratamientos mantuvieron la humedad necesaria para el proceso de descomposición de las aves muertas de la finca, donde el día 2 el tratamiento EM tiene una humedad de 40, el tratamiento Agrigo con una humedad de 41 y humega con una humedad de 39. Manteniendo el rango de la humedad hasta el día 18 que son los paramentos establecidos para el proceso de la descomposición.

Según Fenavi (2011) la humedad oscila entre 40 % y 60 %; si el material está por debajo de 35 %, la velocidad de compostación será mucho más baja debido a la disminución de la actividad microbiana y habrá necesidad de adicionar agua.

C. Altura

Debido que la altura es un factor muy importante en el proceso de la elaboración del compostaje, que al paso del día la altura va disminuyendo en el proceso de la descomposición.

La altura se obtuvo en base a los días evaluados que presentaba los tratamientos EM1 de color celeste, Agrigro de color naranja y Humega de color gris (figura11).

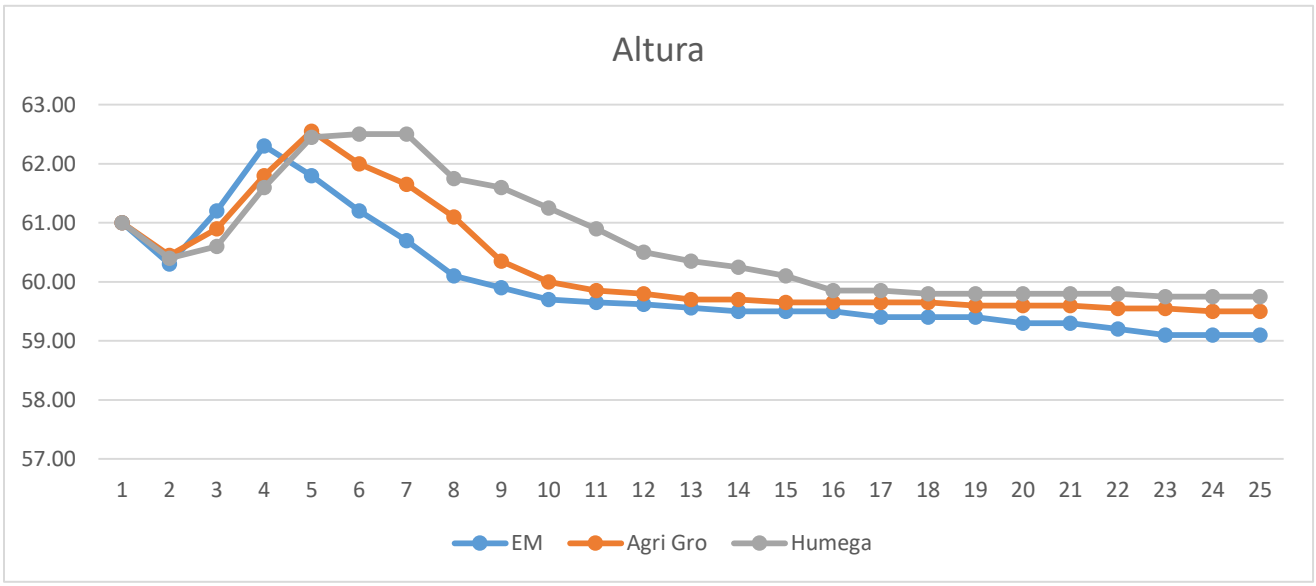


Figura 11. Altura de los tratamientos evaluados.

Según Iñiguez (2006). La reducción de volumen durante el proceso de compostaje se debió a la reducción del tamaño de partícula de la materia, así como a la pérdida de la materia seca y a la presencia de bacterias. Puede haber millones en un gramo, e invaden los residuos comiéndolos, digiriéndolos y rompiéndolos en formas más simples para que otras bacterias y organismos los consuman".

D. Peso

Debido que el peso es un factor muy importante en el proceso de la elaboración del compostaje, que al paso del día el peso va aumento para tener un abono de calidad.

El peso se obtuvo en base a los días evaluados que presentaba los tratamientos EM1 de color celeste, Agrigro de color naranja y Humega de color gris (figura12).

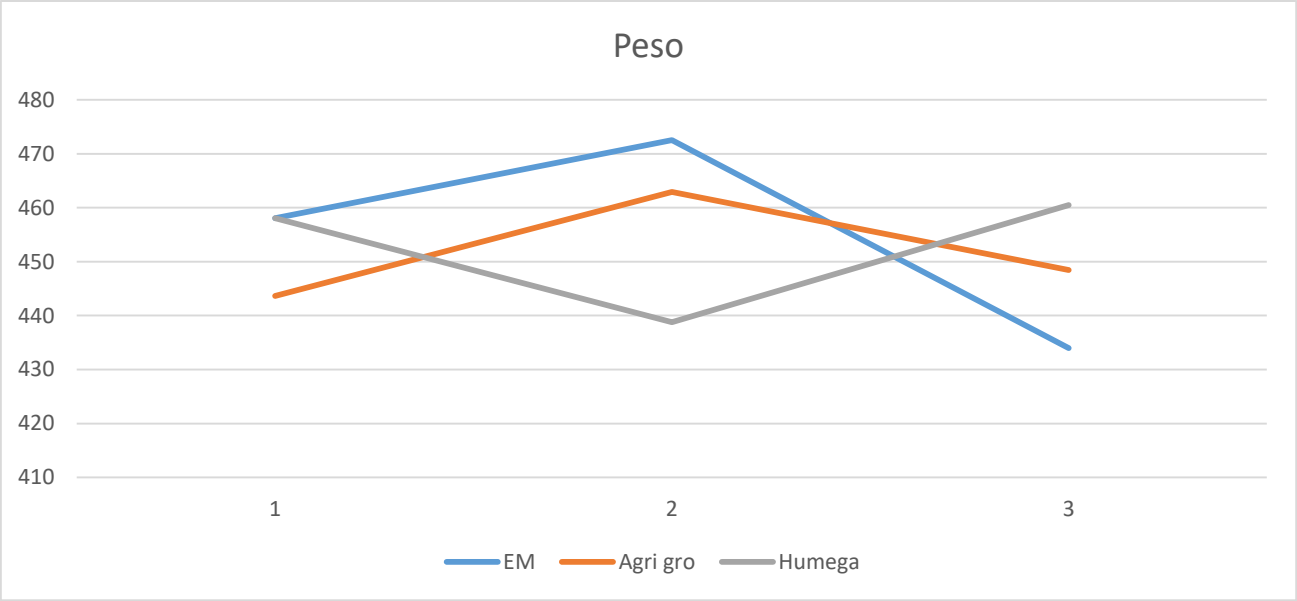


Figura 12. Comportamiento del peso.

La conformación de las capas, se utilizó pollinaza y viruta para una adecuada relación C/N como lo cita (Casey, s.f.). “La formación adecuada de las capas, es importante para un compostaje efectivo y ayuda a garantizar una temperatura adecuada”.

Con base a los datos obtenidos de cada tratamiento fue necesario realizar los análisis estadísticos para poder terminar que tratamiento tuvo mejor resultado para el nitrógeno total, relación de carbono/nitrógeno, pH, altura, humedad, peso y temperatura (cuadro 18).

En base a todos los análisis de varianza que se realizaron un resumen donde se presenta las variables de EM1, Humega y Agrigro y su nivel de significancia (cuadro 16).

Cuadro 18. Resumen del análisis de varianza de las variables evaluadas.

Variable	EM 1	Humega	Agri gro	Nivel de significancia
NT	1.25	0.88	1.36	0.0012 *
C/N	26.4	23.3	38.07	0.0001*
pH	8.6	8.6	8.6	No hay diferencia significativa
Altura	61.07	60.59	60.21	0.0001*
Temperatura	51.2	50.6	49.29	0.5324 NS
Peso	454.46	452.46	451.66	0.7537 NS
Humedad	50.52	50.25	51.25	0.7389 NS

2.7.4. Costos de la elaboración del proceso de abono orgánico (Compost)

A continuación, se presenta los costos de la elaboración del proceso del abono orgánico en la finca Las Brisas donde se sacaron los costó de cada tratamiento utilizado en la evaluación (cuadro 19, 20 y 21).

Cuadro 19. Costos de tratamiento EM.

COSTO UTILIZANDO EM POR ENSAYO				
MATERIAL	**DESCRIPCION**	**COSTO / UNIDAD**	**TOTAL UTILIZADO DE MATERIAL**	**COSTO TOTAL**
GALLINAZA	kg	Q. 0.40	300.00	Q120.00
CASCARILLA DE ARROZ	Kg	Q. 1.10	128.00	Q140.80
AVES	Kg	Q26.46	54.20	Q1,434.13
MICRO-ORGANISMOS EFICACES	L	Q18.75	0.33	Q6.19
				Q1,701.12

Cuadro 20. Costo del tratamiento Agri gro.

COSTO UTILIZANDO AGRI GRO POR ENSAYO				
MATERIAL	**DESCRIPCION**	**COSTO / UNIDAD**	**TOTAL UTILIZADO DE MATERIAL**	**COSTO TOTAL**
GALLINAZA	Kilo	Q0.40	300.00	Q120.00
CASCARILLA DE ARROZ	Kilo	Q1.10	128.00	Q140.80
AVES	Kilo	Q26.46	54.20	Q1,434.13
AGRO GRO	Litro	Q125.00	0.33	Q41.25
				Q1,736.18

Cuadro 21. Costos de tratamiento Humega.

COSTO UTILIZANDO HUMEGA POR ENSAYO				
MATERIAL	**DESCRIPCION**	**COSTO / UNIDAD**	**TOTAL UTILIZADO DE MATERIAL**	**COSTO TOTAL**
GALLINAZA	Kilo	Q0.40	300.00	Q120.00
CASCARILLA DE ARROZ	Kilo	Q1.10	128.00	Q140.80
AVES	Kilo	Q26.46	54.20	Q1,434.13
HUMEGA	Litro	Q90.00	0.33	Q29.70
				Q1,724.63

Al final del período de compostaje de 5 semanas y tres repeticiones los tratamientos EM con Q. 1,701. 12 y Humega Q. 1,724.63 tiene bajo costo en cuanto al proceso del compost donde el tratamiento de EM presento mejores condiciones en cuanto a todos los factores evaluados.

2.8. CONCLUSIONES

1. El compostaje de mortalidades es una alternativa versátil para el manejo ecológico y sanitario de las mortalidades de las granjas. Muchos factores tienen que cuidarse para lograr un compostaje adecuado; para agilizar el proceso y dotar de más calidad a la composta resultante, es muy conveniente la utilización de productos biotecnológicos a base de microbios benéficos y enzimas, diseñados específicamente para estas funciones, por lo que el tratamiento de EM presento una mejor calidad en cuanto al proceso de compost.

2. En cuanto factores evaluados en mejor tratamiento que presento una temperatura adecuada fue el tratamiento EM con 51.2 ^{o}C, una humedad de 50.52 %, una altura de 60.21 cm y un peso de 54.88 kg.

3. Se estableció el costo de producción de cada uno de los tratamientos donde el tratamiento de mejor costo y mejor calidad de condiciones evaluadas fue EM con Q. 1,701.12 a comparación de los demás tratamientos.

2.9. RECOMENDACIÓN

1. Comentar el proceso de compostaje a los grandes y pequeños avicultores, como una alternativa para la disposición de mortalidad, que reduce el impacto ambiental; generando beneficios económicos para el productor.

2. Capacitar al personal que va a ejecutar el proceso de compostaje.

3. Comercializar los abonos elaborados en las granjas, ya que contienen un adecuado balance de nutrientes que ayudan a mejorar la estructura del suelo; generando un ingreso para el avicultor y reduciendo la utilización de abonos químicos en la agricultura.

2.10. BIBLIOGRAFÍA

4. Álvarez de la Puente, JM. 2009 Manual de compostaje para la agricultura ecológica. España, Consejería de Agricultura y Pesca Junta de Andalucía. 46 p

5. Agencia Extremeña de la energía 2010. Los residuos ganaderos. Disponible en: http://www.agroindustrialamc.com/files/Terra%20Biosa%20en%20agricultura,%20establos%20 y%20corrales.htm

6. Benzing A. 2001. Agricultura orgánica. Fundamentos para la región Andina. Alemania, Neckar-Verlag. p. 231, 232, 233.

7. Cruz, HL. 2010. Cultivo del ejote francés (en línea). Agronegocios (mayo-junio):4-10. Consultado 20 feb. 2018. Disponible en https://issuu.com/goartgt/docs/revistagronegocios_ejote

8. De Faccio Carvalho, PC; De Moraes, A; Da Silveira Pontes, L; Anghinoni, I; Sulc, RM; Batello, C. 2005. Definições e terminologías para sistema integrado de produção agropecuária. Revista Ciencia Agronômica 45(5):1040-1046. Disponible en http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3790/1048

9. Estrada, M. 2005. Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación 2:5-6. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en http://redalyc.uaemex.mx/pdf/695/69520108.pdf

10. Euceda, E. 1997. Guía práctica para su huerto familiar orgánico. Quito, Ecuador, Instituto Internacional de Reconstrucción Rural (IIRR) / Centro Asiático de Investigación y Desarrollo en Hortalizas (AVRDC). p. 47, 48, 49, 50, 51.

11. FAO, Italia. 2003. On-farm composting methods. Roma, Italia. p. 12, 16, 20, 28, 36.

12. FENAVI (Federación Nacional de Avicultores de Colombia). s.f. Compostación. Colombia. Consultado 02 nov. 2011. Disponible en http://www.fenavi.org/fenavi/tec-manejo-residuos.php?idm=109

13. Fundació Terra, España. 2003. Compostaje. Perspectiva Ambiental no. 28, p. 10. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/pa29e.pdf

14. Global Organics, USA. 2017. HUMEGA; Líquido derivado de ácido húmico. USA, Global Organics, Carta Técnica AG, 1 p. Disponible en https://cdn.shopify.com/s/files/1/2706/1606/files/FT-EM015-7.pdf

15. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú). 2008. Preparación y uso del compost. Lima, Perú. 4 p. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en 13. INIA

(Instituto Nacional de Investigación Agraria, Perú). 2008. Preparación y uso del compost. Lima, Perú.

16. Martínez, M. 1995. Agricultura biológica. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 162, 164,166, 167, 168.

17. Pool Store & Harmony Water, México. 2016. Biodegradador de la materia orgánica BDM-50. México. Consultado 7 mayo 2019. Disponible en http://poolstoremexico.com/producto/biodegradador-de-la-materia-organica-bdm-50/

18. Palomino Leonel, N. 2009. Manejo técnico de desechos y mortalidades en la industria avícola. España, Asociación Española de Ciencia Avícola. 5 p. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/manejo_desechos_industria_avicola_palomino.pdf

19. Román, P; Martínez, M; Pantoja, A. 2013. Manual de compostaje del agricultor; Experiencias en América Latina. Santiago Chile, chile, FAO. 20 p. Disponible en http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/339921/

20. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.

21. Suquilanda Valdivieso, MB. 1996. Serie agricultura orgánica. Quito, Ecuador, Ediciones UPS / FUNDAGRO. p. 190-191,193-197, 336-337.

22. Sztern, D; Pravia, M. 1999. Manual para la elaboración de compost, bases conceptuales y procedimientos. Uruguay, Oficina de Planeamiento y Presupuesto Unidad de Desarrollo Municipal. 69 p. Consultado 16 feb. 2012. OPS/HEP/HES/URU. Disponible en http://www.bvsops.org.uy/pdf/compost.pdf

23. Torres, L. 2008. Elaboración de composta. México, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), p. 2, 4. Consultado 16 feb. 2012. Disponible en http://www.tierra.org/spip/IMG/pdf/MANUAL_COMPOST_ADT_2008_nologos_baja.pdf

CAPITULO III

SERVICIOS EN LA GRANJA AVICOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA. C.A

3.1. PRESENTACIÓN

El ejercicio profesional supervisado EPS, fue desarrollado en la granja Las Brisas, Chimaltenango, en un periodo de 10 meses, de agosto a mayo. El diagnóstico y los servicios fueron enfocados en colaboración del supervisor de la granja con la finalidad de implementar los siguientes servicios.

El primer servicio fue la implementación de un sistema de fertirriego abastecido con la planta de tratamiento de agua residual – PTAR- de la granja Las Brisas consistirá en diseñar e implementar la PTAR y el sistema de riego por goteo para plántulas de café.

El segundo servicio fue potabilizar agua en la granja con el fin de utilizar un producto llamado SELKO pH que funciona para la desinfección del agua que consumen las aves reduciendo patógenos que afectan el sistema digestivo de las aves jóvenes.

El tercer servicio consistió en la capacitación del personal con el uso de equipo de seguridad industrial avícola, con el objetivo que todos los colaboradores de la granja cumplan con las normas establecidas por la empresa

3.2. SERVICIO 1. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FERTIRIEGO POR GOTEO TOMANDO COMO FUENTE DE ABASTECIMIENTO LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR) DE LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS

3.2.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL (PTAR)

Se puede decir que "aguas residuales" son aquellas aguas que una vez utilizadas en algún proceso (en nuestro caso: industria avícola), son afectadas negativamente en cuanto a su calidad, tornándose ofensivas para el medio ambiente y la salud pública. En el caso específico de la industria avícola, las aguas residuales contienen sustancias contaminantes de naturaleza orgánica e inorgánica, que son generadas durante el proceso industrial.

El componente orgánico se refiere a la introducción de materias de procedencia orgánica, normalmente biodegradables, cuya presencia en el agua residual conduce a la aparición y crecimiento de microorganismos, que utilizan el desecho orgánico como fuente de alimentación, y como consecuencia de su crecimiento, ponen en riesgo la salud pública debido a su potencial patógeno. Estos componentes orgánicos se generan a través del lavado de estiércol de los galpones.

El inorgánico se refiere a sustancias contaminantes introducidas de carácter inorgánico, originadas en el uso de químicos para limpieza y desinfección de pisos, equipo y maquinaria industrial, las cuales deterioran su calidad física y química. Estas sustancias van desde materiales inertes en suspensión, hasta materiales tóxicos en dilución, los cuales convierten el agua residual en un impactante factor de desequilibrio de los ecosistemas acuáticos y su entorno.

Precisamente dependiendo del tipo de contaminante presente en el agua, orgánico y/o inorgánico, así será el sistema de tratamiento depurador. En nuestro caso, tomando en cuenta que ambos componentes están presentes, será necesario contar con un tratamiento primario (físico-químico) previo al tratamiento secundario (biológico) y su principal objetivo,

consiste en reducir la materia orgánica contaminante presente en el desecho, antes de ser aplicados a un sistema de fertirriego por goteo a cualquier cultivo.

3.2.2. Fertirriego

La fertirrigación es una técnica que permite la aplicación simultanea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego. Se trata por tanto de aprovechar los sistemas RLAF (Riegos Localizados de Alta Frecuencia) para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas.

3.2.3. Riego por goteo

Es un método de riego, el cual el agua se aplica directamente al suelo, gota a gota, utilizando goteros, los cuales necesitan presión para su funcionamiento, La presión se obtiene mediante un equipo de bombeo o por la diferencia de nivel entre la fuente de agua y los emisores; esta diferencia puede ser de 3 mm a 10 mm, de acuerdo al tipo de gotero.

3.2.4. MARCO REFERENCIAL

La granja Las Brisas se encuentra ubicada en el km 56, ruta hacia el basurero municipal de Chimaltenango, las coordenadas latitud 14°40´41.25” Norte y longitud 90°49´22.65” Oeste y con una altura 1820 m.snm, la granja cuenta con 5.64 ha (Figura 13).

Figura 13. Mapa satelital de granja Las Brisas, Chimaltenango.

3.2.5. OBJETIVOS

1. Diseñar e implementar una planta de tratamiento de agua residual – PTAR- en la granja.

2. Instalación de un sistema de fertirriego para plantas de café para la reutilización de las aguas residuales.

3.2.6. METODOLOGÍA

Para la instalación del sistema de fertirriego es necesario contar como mínimo con los siguientes componentes: tener un diseño agronómico tomando en cuenta las características del suelo, tipo de cultivo, distanciamiento de siembra, el caudal y los implementos para su instalación

A. planta de tratamiento de agua residual – PTAR-

La planta de tratamiento debe de tener: llaves de paso, tubería PVC, un tanque de recolecta, un canal de tamizado, una neutralización, tanque de sedimento fosas para deshidratador de lodos o sedimentos, lecho de roca caliza y un fertirriego que permitan distribuir las aguas a los lugares en donde se requieran (a parte de los existentes – recibidor, sifón, etc.)

Los componentes que la PTAR debe de tener en la granja Las Brisas la planta de tratamiento debe de ubicarse en lugar en donde actualmente se conducen las aguas residuales “quebrada”), es necesario establecer un sistema (llave de paso, tubería y accesorios PVC) que permita transportar las aguas residuales hacia PTAR. Para que pasen las aguas residuales de los galpones hacía la PTAR.

B. Metodología de la instalación del sistema de fertirriego

Para la instalación del sistema de fertirriego es necesario tener ubicado el reservorio de agua y la bomba de distribución del agua, se utilizará tubería principal de 1 ¼” de PVC de 250 PSI, en donde en dicha tubería se instalan las líneas de manguera a los laterales de la tubería principal.

3.2.7. RESULTADOS

A. Diseño e implementar una planta de tratamiento de agua residual – PTAR- en la granja

La disponibilidad de agua residual con tratamiento secundario, han llevado a considerar la reutilización de estos efluentes como una de las soluciones para paliar los problemas de obtención de agua para riego por lo que se proponer un diseño para la implementación en la granja Las Brisas (Figura 14).

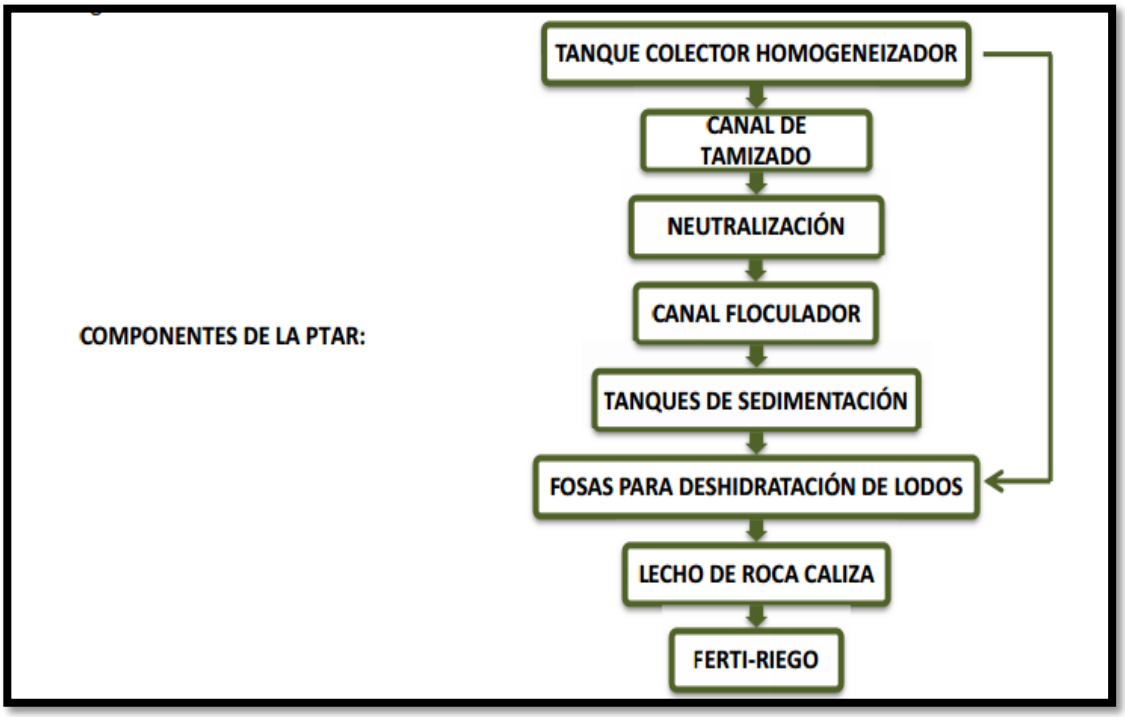


Figura 14. Componentes de una PTAR.

La industria avícola está realizando importantes esfuerzos para enfrentarse este problema y obtener diferentes soluciones relacionadas con la utilización del agua. Dirigidas especialmente a un uso responsable. La planta está diseñada para no desperdiciar o dejar atrás materiales residuales de antes, durante o después del procesado. Se beneficia de este ciclo reutilizando como agua de riego para el fertirriego del cultivo de café.

B. Instalación de un sistema de fertirriego para plantas de café para la reutilización de las aguas residuales

Las aguas residuales provenientes de las actividades avícolas se caracterizan por alto contenido de materia orgánica; y en los casos en los que no existen sistemas de retención de sólidos y grasas, o su funcionamiento no es el óptimo, las aguas residuales también presentan sólidos suspendidos, así como grasas. Por otro lado, por la naturaleza de la actividad, las aguas residuales también contienen coliformes fecales, así como nutrientes (fósforo y nitrógeno) por lo que son nutrientes que se puede aportar al cultivo del café. La consideración de la carga fertilizante del efluente del fertirriego permite una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes (N, K) y un importante ahorro de fertilizantes minerales.

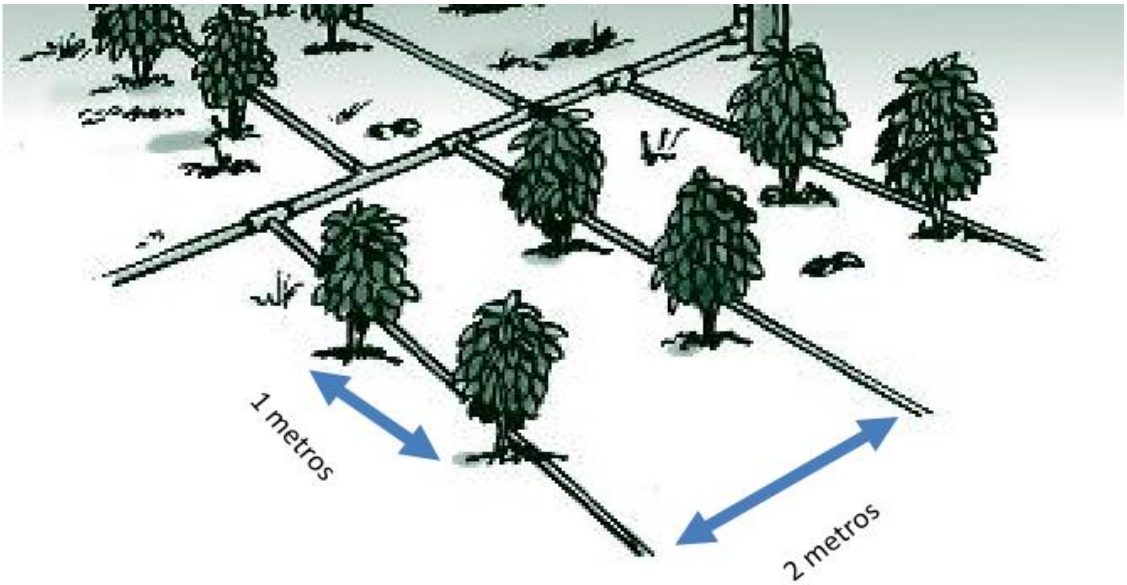


Figura 15. Distanciamiento de siembra del café.

3.2.8. EVALUACIÓN

Con la instalación del sistema de fertirriego fue necesario ubicar el reservorio de agua y la bomba de distribución del agua, como logro obtenido de la instalación de riego se pudo fertiregar todas las plántulas de café y a su vez proporcionarle nutrientes que la plantatula necesita para su desarrollo.

3.3. SERVICIO 2. POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN GRANJA LAS BRISAS, UTILIZANDO SELKO pH Y CLORO (HIPOCLORITO DE SODIO AL 8.4 %)

3.3.1 ANTECEDENTES

A. SELKO pH- aves

SELKO pH es un producto que corresponde a una mezcla sinérgica de una variedad de ácidos orgánicos que se agregan al agua de las aves. Es un producto bufferado capaz de mantener aproximadamente un pH 4 por varias horas en el agua. SELKO pH es capaz de controlar el desarrollo de enterobacterias (*E. Coli y salmonellas)* tanto a nivel del agua como en el tracto digestivo del ave.

Controla la microflora intestinal en animales jóvenes o en etapa de recuperación puede ser particularmente vulnerable y beneficiase de una mejora en su microflora, ver Figura 4.

Figura 16. Producto SELKO – pH

3.3.2. OBJETIVO

Evaluar la integridad intestinal de las aves de la granja Las Brisas por medio ORP.

3.3.3. METODOLOGÍA

- Se comenzó a utilizar el producto SELKO pH® desde la recepción de las aves hasta una semana después del peack de producción.
- luego se utilizó dicho Selko pH una semana antes y después del cambio de fase de alimento y de semana 55 en adelante.
- Se inyectará el producto en el agua antes de inyectar el cloro para obtener un pH DE 5.5. donde el agua se inyectará en las galeras 3 y 7 por que la dosis que se utilizó es más alta para obtener un pH ácido de 3.8

- **Que es el ORP**

Es la forma de medir la energía química de oxidación – reducción mediante un electrodo, las relaciones de redox viene acompañada de cambios de pH en el medio o en agua.

En la desinfección del agua es muy importante tanto la concentración de cloro libre y el tiempo de contacto con el agua, así como el pH y la temperatura, un buen control de la desinfección exigiría una monitorización no del cloro libre sino del potencial redox del medio. La organización Mundial de la salud adopto en 1971 un valor de 650 mV como valor adecuado para el agua potable, en general puede considerar que con este valor manteniendo durante 30 min el agua adecuadamente desinfectada.

Los electrodos de ORP fueron estudiados en la Universidad de Harvad en 1936. Estos estudios han demostrado una fuerte correlación ORP y la actividad bacteriana. Estas pruebas fueron confirmadas por los estudios sobre el agua potable donde se ha demostrado

que un valor de ORP de 650 mV A 700 Mv, bacterias tales como *Escherichia coli* y *Salmonella* son exterminadas en pocos segundos.

Patógeno/ Indicador	Supervivencia en segundos (s) u horas (h) a un ORP (mV)		
	<485 mV	550 mV < x < 620 mV	>665 mV
E. coli O157:H7	>300 s	<60 s	<10 s
Salmonella spp.	>300 s	>300 s	<20 s
Listeria monocytogenes	>300 s	>300 s	<30 s
Thermotolerant coliform	>48 h	>48 h	<30 s

Figura 17. patógenos respecto a ORP en el agua

3.3.4. RESULTADOS

Cuadro 22. Resumen de resultados acumulados de ORP y análisis microbiológico del agua de bebida de las aves.

	Experimental	**Cotrol**	**Valor de p**
OPR mv	552.07	328.6	0.000
Coliformes Totales	325.33	2120	0.004
Coliformes Fecales	163.6	968.8	0.023
Escherichia coli	17	121.48	0.007

En el cuadro 22 se presenta los resultados demostraron que un nivel de ORP entre 550 mV y 620 mV son los ideales para destruir *E.coli* en menos de 60 segundos. Al presentar el grupo experimental una media de 552,07 mV siendo esta superior a la del control de 328 mV (p=0,0), Con lo cual explicaría la razón de la considerable disminución de *E. coli* encontrada en el grupo experimental comparado con el grupo control (concentración media de E. coli: 17 NPM/100ml versus 121,48 NPM/100ml)

3.3.5. EVALUACIÓN

Primero se le aplica Ácido fosfórico al agua hasta llevarlo a un pH de 6, luego se le aplica cloro al agua hasta que este a 2ppm, luego se le aplica selko pH hasta llevarlo a un 3.80 a 4.00 y tener 660 ORP que es el rango ideal brindado por la casa que suministra el producto selko. Al analizar la calidad microbiológica del agua obtenida de la utilización del sistema alternativo de potabilización de agua, ésta presentó una menor contaminación microbiológica, debido a los altos niveles de ORP.

3.4. SERVICIO 3. CAPACITACION SOBRE EL USO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL AVICOLA PARA EL PERSONAL DE LA GRANJA

3.4.1. ANTECEDENTES

La seguridad industrial dentro de una granja avícola se define como un conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro para los empleados de la granja

A. Que es la seguridad industrial avícola

La seguridad industrial avícola es un sistema que disposiciones obligatorias que tiene por objeto la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes capaces de producir daños a las personal o al personal de la granja, todo el equipo de trabajo debe de tener las herramientas y el vestuario adecuado para realizar sus trabajos

3.4.2. OBJETIVO

1. Ejecutar un plan de capacitación para la seguridad industrial avícola para los trabajadores de la granja Las Brisas.

3.4.3. METODOLOGÍA

Reunir al personal de la granja, con el fin de reforzar y actualizar los conocimientos necesarios para desarrollar del uso del equipo adecuado para su protección.

b) Se utilizó diferente material y equipo para ampliar el conocimiento utilizando láminas pedagógicas, cañonera y material didáctico para que se le facilitara el aprendizaje al personal de la granja.

d) Al personal de la granja tendrán 2 capacitaciones de diferentes módulos para conocer la seguridad industrial avícola.

3.4.4. RESULTADOS

Cuadro 23. capacitaciones sobre el uso de seguridad industrial avícola para el personal de la granja

TEMA	SUBTEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGIA	INDICADORES	No. PERSONAS	TIEMPO	EXOPSITOR
Normas de higiene personal dentro de las instalaciones	Baño obligatorio	Que las jornales conozcan sobre las norma de higiene personal	Charlas magistrales	evaluación practica	23	30	Marco Aurelio
	Uso de artículos personales		presentaciones audio visuales			30	Marco Aurelio
	Ropa de trabajo y calzado		trifoliares informáticos			60	Marco Aurelio
	Lavado de la ropa de trabajo		Charlas magistrales	evaluación practica	23	30	Marco Aurelio
	limpieza del calzado		presentaciones audio visuales			40	Marco Aurelio
	Contacto con aves de coral		trifoliares informativos			30	Marco Aurelio

El Médico Veterinario, responsable de la UPA, debe de realizar programas de capacitación continua sobre enfermedades aviares, bioseguridad, manejo y uso de biológicos: El personal de los UPA, debe estar debidamente capacitado sobre la presentación y síntomas más comunes de las enfermedades aviares, importantes para la industria avícola, temas de bioseguridad paro evitar la incidencia de infecciones, temas de desinfección y vacunación y su importancia para evitar replicaciones de agentes infecciosos y bacterianos, estas capacitaciones deben de realizarse por lo menos una vez al año.

3.4.5. EVALUACIÓN

Cada fin de cosecha se lleva a cabo una capacitación de la importancia de la seguridad industrial al 100 % de los colaboradores donde se les hace conciencia del uso de mascarilla para evitar que tengan complicaciones respiratorias y evitar que contaminen el producto, el uso de lentes para que se protejan los ojos de partículas o materia orgánica que puedan ocasionarles infecciones oculares, el uso de guantes para resguardar la inocuidad del producto y evitar lesiones físicas, el uso de casco para protegerlos de cualquier impacto que pueda ocasionarles algún accidente grave, el uso de arnés cuando realicen labores en altura para resguardar su seguridad y por último el uso de botas de hule que permiten la desinfección de las mismas cada hora para evitar ingresar riesgos de salud por contaminación a las galeras.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA -FAUSAC-
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS
Y AMBIENTALES -IIA-

REF. Sem. 08/2020

EL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A."

DESARROLLADO POR LA ESTUDIANTE: MARCO AURELIO QUEZADA ELÍAS

CARNE: 9521375

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marino Barrientos
Ing. Agr. César Linneo García
Dr. Luis Montes

Los Asesores y la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas y Ambientales de la Facultad de Agronomía, hace constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y el Reglamento de este Instituto. En tal sentido pase a la Dirección del Área Integrada para lo procedente.

Ing. Agr. César Linneo García
ASESOR ESPECIFICO

...tes
D... ...OR EPS

Ing. Agr. Carlos Fernando López Búcaro
DIRECTOR DEL IIA

WNR/nm
c.c. Archivo

Edificio T-8, Of. A-10 y A-15 Ciudad Universitaria, Zona 12,
Guatemala, C. A. 01012 Apartado Postal 1545.
Teléfono: (502) 2443-9504 y 05, Fax: (502) 2476-9794 Correo-e [illegible]

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
COORDINACIÓN AREA INTEGRADA –EPS-

Ref. SAIEPSA.04.2021

Guatemala, 16 de enero de 2021

TRABAJO DE GRADUACIÓN:	EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, SERVICIOS PRESTADOS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A.
ESTUDIANTE:	MARCO AURELIO QUEZADA ELÍAS
No. CARNÉ	9521375

Dentro del Trabajo de Graduación se presenta el Capítulo II que se refiere a la Investigación Titulada:

"EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A."

LA CUAL HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marino Barrientos
Ing. Agr. César Linneo García
Dr. Luis Montes

Los Asesores de Investigación, Docente Asesor de EPSA y la Coordinación del Área Integrada, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y Reglamento de la Facultad de Agronomía. En tal sentido, pase a Decanatura.

"Id y Enseñad a Todos"

Vo. Bo. Ing. Agr. M.A. Pedro Peláez Reyes
Coordinador Area Integrada – EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS FACULTAD DE AGRONOMIA COORDINACION SUBAREA EPSA

cc.archivo
PPR/azud

No. 11.2021

Trabajo de Graduación:	"EVALUACIÓN DE TRES PRODUCTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE ABONO ORGÁNICO (COMPOST) A PARTIR DE AVES QUE SE MUEREN EN LA GRANJA AVÍCOLA LAS BRISAS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS, CHIMALTENANGO, GUATEMALA, C.A."
Estudiante:	Marco Aurelio Quezada Elias
Carné:	9521375

"IMPRÍMASE"

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
DECANO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DECANO
FACULTAD DE AGRONOMIA