



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“VALORACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA
INDUSTRIA AVÍCOLA BILBAO MEDIANTE LA TÉCNICA DE
COMPOSTAJE”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
Tipo: TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado para optar al grado académico de:
INGENIERA ZOOTÉCNISTA

AUTORA: KARINA MARIANELA RUÍZ CHANGO

Director: Ing. DIEGO IVÁN CAJAMARCA CARRASCO M.Sc.

RIOBAMBA – ECUADOR

2019

DERECHOS DE AUTOR

©2019, Karina Marianela Ruíz Chango

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de investigación: Tipo Investigativo “VALORACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA BILBAO MEDIANTE LA TÉCNICA DE COMPOSTAJE” de responsabilidad de la señorita KARINA MARIANELA RUÍZ CHANGO, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Fabián Augusto Almeida López.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Diego Iván Cajamarca Carrasco M.gs.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida. PhD.
ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPARTIR DERECHOS

Yo, KARINA MARIANELA RUÍZ CHANGO, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Karina M. Ruíz

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a alguien que está en el cielo y sé que desde allí debe estar feliz de verme convertida en una profesional, gracias al esfuerzo de mis padres Marcelo y Rosario por creer en mi capacidad, aun que hemos pasado momentos difíciles siempre han estado ahí apoyándome en todas las etapas de mi vida moral y económicamente.

A mí adorada Leah que llevo como una bendición a mi vida siendo la fuente de inspiración y motivación para poderme superar cada día más y luchar por un futuro mejor.

Gracias a todos

Karina M. Ruiz

AGRADECIMIENTO

El amor y la bondad de Dios es infinita, gracias por permitirme sonreír por mis logros, un profundo y eterno agradecimiento a mis padres Marcelo y Rosario.

A mi amado esposo Aníbal ya que su apoyo y ayuda fueron fundamentales en la culminación de mi carrera.

A mis queridos hermanos Ramiro, Alejandro, José, Braulio, Gally, Julio, Vanesa y Jhonny, que en conjunto forman el grupo de personas especiales en mi vida.

Y como no agradecer a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes me ayudaron a llegar al punto en el que me encuentro.

Karina M. Ruiz

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Industria avícola	3
1.2. Etapas de producción en los planteles agrícolas	4
1.2.2. <i>Recría de las aves</i>	5
1.2.3. <i>Reproductores</i>	5
1.2.4. <i>Alimentación de las aves</i>	6
1.2.4.1. <i>Sistema tradicional</i>	7
1.3. Producción de desechos en la industria avícola	7
1.3.1. <i>Gallinaza</i>	7
1.3.2. <i>Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente</i>	8
1.3.3. <i>Problemas derivados del mal uso de los residuos</i>	11
1.3.3.1. <i>Suelo</i>	11
1.3.3.2. <i>Aguas</i>	12
1.4. Efectos de la producción avícola	12
1.4.2. <i>Generación de olores ofensivos</i>	13
1.5. Calidad de la gallinaza	14
1.5.1. <i>Producción de gallinaza</i>	14
1.6. Prácticas para el manejo de la gallinaza.....	15
1.6.1. <i>Explotaciones avícolas en el piso</i>	16
1.6.2. <i>Explotaciones avícolas en jaula</i>	16
1.6.3. <i>Valor de la gallinaza</i>	16
1.6.4. <i>Procesamiento de la gallinaza</i>	19
1.6.4.1. <i>Biogás</i>	19
1.7. Compostaje.....	24
1.7.1. <i>Proceso Aeróbico</i>	26
1.7.2. <i>Propiedades del Compost</i>	26

1.8.	Materias primas del compost.....	24
1.9.	Factores que condicionan el proceso de compostaje	28
<i>1.9.2.</i>	<i>Temperatura.....</i>	<i>29</i>
<i>1.9.3.</i>	<i>Nutrientes</i>	<i>30</i>

CÁPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	32
2.1.	Localización y duración del experimento	32
2.2.	Unidades experimentales.....	32
2.3.	Materiales, equipos e instalaciones	33
<i>2.3.1.</i>	<i>Materiales.....</i>	<i>33</i>
<i>2.3.2.</i>	<i>Equipos.....</i>	<i>33</i>
2.4.	Tratamiento y diseño experimental	34
2.5.	Mediciones Experimentales.....	35
<i>2.5.1.</i>	<i>Pruebas Químicas.....</i>	<i>35</i>
<i>2.5.2.</i>	<i>Pruebas físicas.....</i>	<i>36</i>
<i>2.5.3.</i>	<i>Pruebas sensoriales</i>	<i>36</i>
2.6.	Análisis estadísticos y pruebas de significancia	36
2.7.	Procedimiento experimental	37
2.8.	Metodología de la evaluación.....	38
<i>2.8.1.</i>	<i>pH</i>	<i>38</i>
<i>2.8.2.</i>	<i>Temperatura</i>	<i>38</i>
<i>2.8.3.</i>	<i>Contenido de humedad</i>	<i>39</i>
<i>2.8.4.</i>	<i>Granulometría</i>	<i>39</i>
<i>2.8.5.</i>	<i>Conductividad eléctrica.....</i>	<i>39</i>
<i>2.8.6.</i>	<i>Nitrógeno total.....</i>	<i>39</i>
<i>2.8.7.</i>	<i>Contenido de Fósforo total.....</i>	<i>40</i>
<i>2.8.8.</i>	<i>Contenido de materia orgánica</i>	<i>41</i>
<i>2.8.9.</i>	<i>Relación Carbono: Nitrógeno</i>	<i>41</i>

CAPITULO III

3.	RESULTADOS, DISCUSIÓN	42
3.1.	Evaluación de las características químicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza	42
<i>3.1.1.</i>	<i>pH</i>	<i>42</i>

3.1.2	<i>Humedad</i>	45
3.1.4.	<i>Contenido de Fósforo total</i>	49
3.1.5.	<i>Contenido de potasio</i>	51
3.1.6.	<i>Contenido de Calcio</i>	53
3.1.7.	Contenido de materia orgánica	55
3.1.8.	<i>Peso final</i>	57
3.2.	Evaluación de las características físicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza	58
3.2.1.	<i>Temperatura</i>	58
3.2.2.	<i>Granulometría</i>	62
3.2.3.	<i>Conductividad Eléctrica</i>	64
3.3.	Evaluación de las características sensoriales del compost producido con diferentes niveles de gallinaza	66
3.3.1.	<i>Color</i>	66
3.3.2.	<i>Olor</i>	69
3.4.	Evaluación económica	71
CONCLUSIONES		73
RECOMENDACIONES		74
BIBLIOGRAFÍA		75
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Estimación de la producción de deyecciones de las ponedoras.....	15
Tabla 2-1: Valor como abono de la gallinaza de ponedoras de jaula.....	17
Tabla 3-1: Composición bromatológica de la gallinaza.....	17
Tabla 4-1: Análisis químico proximal de la gallinaza.....	18
Tabla 5-1: Composición del biogás.....	21
Tabla 6-1: Producción animal de estiércol por día.....	21
Tabla 7-1: Temperatura para la producción de biogás.....	22
Tabla 8-2: Condiciones Experimentales del cantón Pelileo.....	31
Tabla 9-2: Esquema del experimento en la evaluación del compost producido.....	33
Tabla 10-2: Esquema ADEVA aplicado para la interpretación de los datos.....	33
Tabla 11-3: Evaluación de las características químicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”.....	42
Tabla 12-3: Evaluación de las características físicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”	59
Tabla 13-3: Evaluación de las características sensoriales del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”.....	66
Tabla 14-3: Evaluación económica de la producción de composta a partir de residuos sólidos aprovechables de la “Industria Avícola Bilbao”	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Efectos de los residuales avícolas en el ambiente.....	10
Figura 2-1: Sistema de salida de biogás.....	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3: Evaluación del pH del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	41
Gráfico 2-3: Evaluación de la regresión del contenido de humedad del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	44
Gráfico 3-3: Evaluación de la regresión del contenido de nitrógeno total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	46
Gráfico 4-3: Evaluación de la regresión del contenido de fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	48
Gráfico 5-3: Evaluación de la regresión del contenido de fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	50
Gráfico 6-3: Evaluación de la regresión del contenido de calcio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	52
Gráfico 7-3: Evaluación de la regresión del contenido de materia orgánica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	54
Gráfico 8-3: Evaluación de la regresión del peso final del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	56
Gráfico 9-3: Evaluación de la regresión de la temperatura del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	58
Gráfico 10-3: Evaluación de la regresión de la granulometría del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	61
Gráfico 11-3: Evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	63
Gráfico 12-3: Evaluación de la regresión del color del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	65

Gráfico 13-3: Evaluación de la regresión del olor del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.....	68
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Ph de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 2.** Temperatura de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 3.** Porcentaje de humedad de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 4.** Granulometría de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 5.** Conductividad eléctrica de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 6.** Contenido de Nitrógeno de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 7.** Contenido de Fósforo total de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 8.** Contenido de Potasio total de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 9.** Contenido de calcio total de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 10.** Contenido de materia orgánica de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 11.** Peso final de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 12.** Olor de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.

- Anexo 13.** Color de la composta elaborada con residuos sólidos aprovechables de la Industria Avícola “Bilbao”.
- Anexo 14.** Ubicación de la granja avícola “bilbao”.
- Anexo 15.** Almacenamiento del balanceado y materia prima.
- Anexo 16.** Piso de galpón de ponedoras
- Anexo 17.** Instalaciones del galpón de ponedoras
- Anexo 18.** Equipos y materiales
- Anexo 19.** Procedimiento de trabajo experimental
- Anexo 20.** Resultado de trabajo experimental

RESUMEN

Reducción de materia orgánica mediante la técnica de compostaje de los impactos ambientales negativos causados en la granja Avícola “Bilbao situada en el Barrio San José Bajo, Parroquia Cotalo del Cantón Pelileo, en la Provincia de Tungurahua. En el ensayo se utilizó 20 kg de compost de gallinaza, que fueron recogidos de las pilas composteras misma que fueron sometidas a un experimento completamente al azar los resultados indican que en los análisis físicos – químicos de: Humedad (31,70 %), temperatura (73 °C), granulometría (1,05 mm), conductividad (4,22), nitrógeno total (2,10), los análisis cualitativos color (5 puntos), olor (5 puntos), y el mejor índice de Beneficio/Costo de 1,26; y se concluyó que la utilización de la técnica de compostaje tuvo un efecto positivo al aplicar el 80% de gallinaza en la composta con rangos óptimos para su uso agronómico y menor tiempo en el proceso de descomposición, se recomienda utilizar mayores niveles de residuos orgánicos para evitar la erosión y el uso de productos químicos en el suelo y mantener fértiles para aprovechar nuestro recurso de la mejor manera.

PALABRAS CLAVES:

<REDUCCIÓN DE CONPOSTERA ORGANICA><AVÍCOLA BILBAO><COTALO (PARROQUIA) >< PELILEO (CANTÓN) ><FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS><CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA>.

ABSTRACT

Reduction of organic matter through the technique of composting the negative environmental impacts caused in the Chicken farm "Bilbao" located in the "San José Bajo" Neighbourhood, Cotaló Parish of the Pelileo Canton, in the Province of Tungurahua. In the test 20 kg of chicken manure compost were used, which were collected from the same composting piles that were subjected to a completely random experiment, the results indicate that in the physical - chemical analysis of: Humidity (31.70%), temperature (73 ° C), grading (1.05 mm), conductivity (4.22), total nitrogen (2.10), qualitative colour analyses (5 points), smell (5) points), and the best Benefit/Cost Index of 1.26; and it was concluded that the use of the composting technique had a positive effect by applying 80% of chicken manure in the compost with optimal ranges for agronomic use and less time in the decomposition process. It is recommended to use higher levels of organic waste to avoid erosion and the use of chemical products in the soil and keep fertile to take advantage of our resource in the best way.

KEYWORDS:

<ORGANIC COMPOST REDUCTION ><CHICKEN FARM "BILBAO" >< COTALO (PARISH) >< PELILEO (CANTÓN) >< TUNGURAHUA (PROVINCIA) >< ANIMAL SCIENCES FACULTY >< ZOOTECHNICAL ENGINEERING CAREER>.

INTRODUCCIÓN

El Ecuador se caracteriza por tener sistemas de crianza de aves intensivos, los cuales generan un exceso de carga contaminante; estos generan que la industria avícola sea de las más contaminantes en el país. Los desechos más comunes que se observan en la producción avícola son las heces de las aves; los cuales generan problemas que incluyen olor desagradable de los residuos avícolas y alta carga orgánica depositada al suelo y cuerpos de agua dulce circundante a los planteles avícolas.

La gallinaza fresca (residuo sólido de las aves) contiene sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco (NH_4) y algunas sales, estos son depositados directamente a terrenos aledaños a la planta; lo que genera que el suelo sufra pérdida de sus propiedades normales que en casos prolongados de exposición a los residuos genera erosión del suelo lo que afecta a la flora y fauna, estos procesos vienen acompañados de la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, puede incluso ser foco de transmisión de enfermedades.

Por su alto contenido de nutrientes, la gallinaza puede ser aprovechada por medio de la técnica de compostaje, esto genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo orgánico abundante y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no se procesa, debido a una mala utilización o disposición, entonces, con esto se reduce los costos generados por manipulación y tratamiento de los residuos además se aporta a la producción de fertilizantes orgánicos.

Al utilizar la gallinaza compostada se puede incrementar la producción agrícola a su vez evita la necesidad de incrementar la superficie agrícola, conservando el suelo, evitando su degradación, y por ende, mejorando la calidad de vida del ser humano. Dentro de los diferentes sistemas de producción avícola, se debe contemplar un plan de manejo adecuado de los desechos, para que en vez de generar contaminación ambiental local, se conviertan en una fuente extra de ingresos, que permite a los productores avícolas contemplar la posibilidad de buscar alternativas económicas para el uso y manejo eficiente de la gallinaza.

La valoración de residuos sólidos aprovechables de la industria avícola sirve para identificar el impacto ambiental que estos causan al no ser tratados adecuadamente también permite conocer estrategias de solución para su respectivo tratamiento y así describir los procesos adecuados para

el manejo y disposición de los residuos sólidos avícolas, la avícola Bilbao , es consciente de los procesos productivos y de la mejora ambiental, de aquí la importancia de realizar el siguiente trabajo de investigación con la finalidad de minimizar y corregir los impactos ambientales negativos causados en la granja , en el cual se incluye la valoración de los residuos sólidos mediante la técnica de compostaje para el futuro control, seguimiento y mejoramiento de dichos impactos. Al manejar estas acciones no solo evitamos problemas dentro de la granja, sino también fuera de está, ayudando a mejorar el entorno ambiental.

Por lo expuesto en líneas anteriores los objetivos fueron:

- Valorar los residuos sólidos aprovechables de la industria avícola Bilbao mediante la técnica de compostaje.
- Elaborar un bio – compost con la utilización de los residuos orgánicos sólidos provenientes de la actividad avícola Bilbao.
- Evaluar el proceso de compostaje de los residuos orgánicos a través de los análisis físicos – químicos (Color, Humedad, Temperatura, Granulometría, pH, Conductividad, relación C/N, Nitrógeno total) y sensoriales.
- Evaluar el costo de producción de cada tratamiento, mediante el indicador económico costo/beneficio.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Industria avícola

la industria avícola son industrias cuyo objetivo es el desarrollo conjunto de actividades agropecuarias para la crianza de aves de granja tales como: pollos, patos, patos y gansos con el propósito de obtener alimentos derivados de la actividad, las aves son criadas en gran cantidad en sistemas intensivos, ya sea en corral o al aire libre; las actividades incluyen desde el nacimiento hasta el faenamiento de los animales, (Weeks, 2015, p. 48)

La industria avícola en los últimos años ha logrado situarse en una de las industrias con mayor crecimiento a nivel mundial. En el desarrollo de la industria avícola ha sido fundamental mejorar los procesos de alimentación y cuidado del animal; lo que ha derivado en el aumento de la capacidad productiva, esto avizora un futuro satisfactorio para la producción de aves ya que se aumenta el mercado y el consumo de sus principales productos: carne, huevos. (Weeks, 2015, p. 311).

Las aves criadas en las explotaciones agrícolas son destinadas a dos tipos diferentes de actividades, la una es la producción de carne para el consumo humano y la otra es la producción de huevos; del tipo de actividad que se requiera dependerá la raza de los animales, así como también las características fisiológicas de las aves; se tiene en consideración estos dos factores para una buena crianza animal, (Aguilar, 2006, p. 22).

Para iniciar la crianza de las aves a nivel industrial es necesario tener las instalaciones adecuadas, capital semilla, programa de gestión de procesos, programa de manejo de residuos, programa de manejo sanitario del plantel, mercado de colocación del producto, capacitación de los trabajadores y técnicos de la empresa, disponibilidad de alimentos ya sean balanceados o alimentos de otro tipo (granos, alimentos vegetales), todo esto asegurara el normal funcionamiento y crianza de los animales, (Basoom, 2010, p. 56).

1.2. Etapas de producción en los planteles agrícolas

1.2.1. Recepción de las aves

La recepción de las aves es la etapa inicial para la producción de aves; para realizar una recepción adecuada se debe tener en cada sitio aves de la misma edad; en otras palabras, esto asegura el éxito de vacunación; además evitan problemas de contaminación por defectos en la limpieza que pueden producir enfermedades en las aves, esto ocasionará que el rendimiento no alcanza sus niveles óptimos; causando pérdidas económicas en los planteles, (Barbado, 2014, p. 89).

En la etapa de recepción de las aves, estas son incapaces de regular su temperatura corporal hasta que alcanzan aproximadamente los 12 a 14 días de edad, con lo que se debe ajustar la temperatura dentro de las naves, en ocasiones es necesario calentar las instalaciones; la temperatura y la humedad relativa se deben ajustar antes de la llegada de los animales. Se recomiendan los siguientes valores, (Basoom, 2010, p. 90)

- Temperatura del aire: 30°C (86°F) (medida a la altura del pollo, en el área de comederos y bebederos).
- Temperatura de la cama: de 28 a 30°C (82-86° F).
- Humedad relativa: de 60 a 70%.

Los parámetros antes mencionados deben ser monitoreados cada hora o cada que se requiera; para determinar si estos parámetros están correctos se debe verificar si las aves tienen un comportamiento normal, también es necesario que todas las aves puedan nutrirse adecuadamente desde su llegada. Mientras más tiempo permanezcan las aves en las cajas, más probabilidades habrá de que se deshidraten, lo cual puede causar mortalidad y reducir el crecimiento tanto a los 7 días como a la edad de mercado, (Williams, 2010, p. 342).

Es importante colocar a las aves lo más pronto posible, suave y uniformemente sobre las hojas de papel, dentro del área de crianza. El alimento y el agua deben estar disponibles inmediatamente y con facilidad. Sacar rápidamente del galpón las cajas vacías. Se debe permitir que las aves se establezcan en 1 ó 2 horas para que se acostumbren a su nuevo ambiente. Después de este tiempo hay que hacer una revisión para ver que todos los pollos tengan acceso fácil al alimento y el agua, haciendo los ajustes necesarios en el equipo y en la temperatura. (Barbado, 2014, p. 123).

1.2.2. Recría de las aves

La recría de las aves incluye los procesos de alimentación hasta que los animales pasen a la etapa de reproducción, la etapa de recría se divide, (Barbado, 2014, p. 45) como se muestra a continuación:

- **Iniciación:** de 1 a 3 semanas. En este período la pollita tiene unas altas necesidades de crecimiento, multiplicando su peso de nacimiento casi por 5. Durante esta fase ha de desarrollarse el aparato digestivo, implantarse la flora intestinal y madurar el sistema inmune.
- **Crecimiento:** de 3 a 10 semanas. Durante este tiempo la pollita va a tener un fuerte crecimiento y nuevamente su peso se va a multiplicar por 5. En esta fase el aparato digestivo ya está bien desarrollado, siendo capaz de aprovechar los nutrientes de las materias primas habituales.
- **Desarrollo:** de 10 a 16 semanas. En este período el aparato digestivo está totalmente maduro y es capaz de asimilar perfectamente los nutrientes de las distintas materias primas. El crecimiento del animal se ralentiza y sus necesidades relativas de nutrientes disminuyen. En esta fase, en la que consume el 50 % del pienso total de la recría.

Después de esta etapa las aves continuarán por el proceso de producción, es importante controlar las condiciones necesarias de alimento para que los pollos tengan buenas características y cumplan con los requerimientos para la siguiente etapa, (Mosby, 2015, p. 1).

1.2.3. Reproductores

Los reproductores son las aves seleccionadas para tener crías en la planta avícola, bien sea carne o huevos. Por lo general la fase de reproducción de gallinas de puesta, estirpes ligeras/semipesadas se hace al margen de la empresa de producción de huevos, normalmente se hace por la casa de selección genética a nivel internacional y lo que se compran son las pollitas futuras ponedoras de un día para su posterior crianza y postura, (Basoom, 2010, p. 45).

Por otro lado, las avícolas destinadas a la producción de carne suelen tener incorporados los procesos de reproducción (parent stock): crianza de pollitas y pollitos futuros reproductores, la fase de reproducción con la puesta del huevo incubable, la incubación en la planta incubadora y

nacimientos de pollitos/as de 1 día, que después serán trasladados a las naves de cebo, (Martínez, 2014, p. 23).

La característica principal de los reproductores de carne es el alto ritmo de crecimiento y gran eficiencia de transformación alimenticia siguiendo el patrón de su progenie. Para conseguir un estado óptimo de bienestar y reproducción de estas aves, es esencial mantener en todo momento el peso, es decir el ritmo de crecimiento, dentro de la curva ideal estándar marcada para esa estirpe, (Calzada, 2015, p. 40)

La mejora continuada en el apetito y crecimiento del pollo de carne (broiler) lleva consigo la necesidad de restringir el consumo durante la recría y la puesta de las reproductoras pesadas. La restricción del consumo se acentúa año tras año y se inicia cada vez a edades más tempranas. El objetivo es conseguir que el ave pese a las 22 semanas de vida lo que va a pesar su descendencia a las 6 semanas. (Alvarez Zapata, R. & Nouel Borges, G., 2011, p. 1)

1.2.4. Alimentación de las aves

La producción de aves en granja indica que el óptimo crecimiento y desarrollo de las aves dentro de los planteles avícolas se consigue ajustando continuamente la cantidad de alimento que se suministra a las pollitas tomando como referencia el peso real de las aves y su relación con el peso ideal. En caso de establecerse grupos de distintos pesos, debe asegurarse el suministro adecuado de pienso para cada lote. Nunca se debe disminuir la cantidad de alimento durante el desarrollo, o se mantiene o se aumenta, (Basoom, 2010, p. 47).

Para conseguir los resultados esperados es fundamental controlar el peso final de pienso administrado, la distribución del pienso debe ser muy rápida para que llegue a todas las aves en el menor tiempo posible, es importante además que los pollitos tengan un sitio adecuado con viveros y comedores. Todos estos aspectos evitarán nerviosismo y competencia entre las aves. Para lograr el control de pesos y consumo de pienso también se puede utilizar las siguientes estrategias, (Aguilar, 2006, p. 67).

- Distribuir granos grandes enteros o pelets de forma aérea sobre el suelo (scratch feeding) y en algunas ocasiones entre la 4ª y la semana 20, se realizan sistemas de restricción alimenticia llamado “skip-a-day” u otras variantes.

- Administración controlada y diaria, puede haber dos tipos de pienso (fase I y fase II) ajustados a las curvas de producción de huevo incubable. Los piensos suelen ser en harina o migajas (gránulo partido) con granulometría creciente en función del tamaño del ave. En paralelo durante la fase intermedia de crecimiento se puede administrar pienso de gránulo duro por distribución aérea directamente sobre el suelo (scratch feeding).

1.2.4.1. Sistema tradicional

El sistema tradicional consiste en proporcionar a las aves pienso a lo largo del ciclo productivo, este pienso debe satisfacer las necesidades de nutrientes. Los galpones, las áreas que los rodean y todo el equipo se deben limpiar y desinfectar a fondo antes de que llegue el material de cama y los pollos, subsiguientemente, se deberán implementar sistemas de manejo para prevenir la entrada de patógenos a la nave, (Basoom, 2010, p. 89)

El equipo y las personas se deberán desinfectar antes de ingresar a las instalaciones. El material de cama debe estar distribuido homogéneamente, a una profundidad de 8 a 10 cm. (3-4") En los lugares donde la temperatura del piso sea adecuada (de 28 a 30°C, 82-86°F), se podrá reducir la profundidad de la cama, sobre todo cuando los costos del desecho de ésta sean elevados. El material de cama disparejo puede restringir el acceso al alimento y al agua, haciendo que se pierda la uniformidad de la parvada, (Barbado, 2014, p. 91)

1.3. Producción de desechos en la industria avícola

1.3.1. Gallinaza

Los residuos orgánicos son lo más importante de los abonos orgánicos. Para muchos agricultores aferrados a viejos principios, el estiércol es el mejor de los abonos, superiores a cualquier otro. Sin querer despreciar el importantísimo valor del estiércol y estimando en su justo punto sus muchas cualidades y ventajas, no podemos dejar de señalar los inconvenientes que en muchos presentan el empleo de este abono fresco. Por lo cual es necesaria la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos, (Bleimer, 2010, p. 57).

La gallinaza es un residuo, pero también es considerado como un producto valioso por sus posibles aplicaciones. Con la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos se generan una alternativa para darle valor agregado a un residuo orgánico abundante

y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no se procesa, debido a una mala utilización o disposición. (Carrizo, 2005, p. 321)

La gallinaza son excretas de aves ponedoras, en etapas de producción, son las mezcladas con otros materiales, como por ejemplo la pollinaza que son excretas de aves de engorde u otras aves en etapas de cría o desarrollo, solas o mezcladas con otros materiales, (Calzada, 2015, p. 57).

La gallinaza se utiliza tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves. La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros y este material se conoce con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo. (Alvarez Zapata, R. & Nouel Borges, G., 2011, p. 46)

La gallinaza obtenida de las explotaciones de jaula, resulta de las deyecciones, plumas, residuo de alimento y huevos rotos, que caen al piso y se mezclan. Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable”. (Calzada, 2015, p. 78)

1.3.2. Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente

La aplicación de estiércol fresco puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo, estiércol aproximadamente de una semana de edad tiene el efecto vitalizante máximo sobre el suelo. Todas las granjas avícolas tienen un problema con la contaminación. La mayor parte de la contaminación de la granja proviene de las siguientes causas, (Ward, 2016, p. 56)

- Gallinaza
- Aves Muertas.
- Desechos de la planta incubadora
- Polvo de las plantas de fabricación de alimento
- Escape de los motores de combustión interno

- Aire (Polvo y Químico)
- Olores
- Ruido
- Contaminación del Agua de bebida y del alimento
- Insectos
- Suciedad
- Residuos químicos tóxicos en huevos y tejidos

Los sistemas intensivos de producción de aves pueden crear enormes problemas de polución, debido a las grandes cantidades de sustancias contaminantes que producen. Además, originan grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo. El fósforo, una vez en el suelo, se libera mediante la acción de las fitasa que producen los microorganismos de este ecosistema. Después, pasa a ríos y lagos, lo que da lugar a los fenómenos de eutrofización de las corrientes de agua y de los reservorios acuáticos, (Alvarez, R. & Nouel Borges, G., 2011, p. 74).

Al estimar la producción de residuos avícola indica que en estas circunstancias, hay un crecimiento acelerado de las algas y un agotamiento del contenido de oxígeno del agua, lo que provoca la mortalidad de la fauna acuática. La sensación de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que afectan la calidad de vida. En estos casos, los vecinos pueden interponer una demanda, (Jimenez, 2006, p. 1).

Al manipular la alimentación para los animales, las operaciones de producción no se manejan adecuadamente, la descarga de nutrientes, materia orgánica, patógenos y emisión de gases, a través de los desechos puede causar una contaminación significativa de los recursos esenciales para la vida (agua, suelo u aire). (Mc Bride, 2015, p. 56)

Se divide en tres bloques los problemas que los residuos avícolas ocasionan al medio ambiente, y se generaliza de la siguiente forma: los que afectan a la atmósfera, a los suelos y a las aguas (revisar figura 1-1).

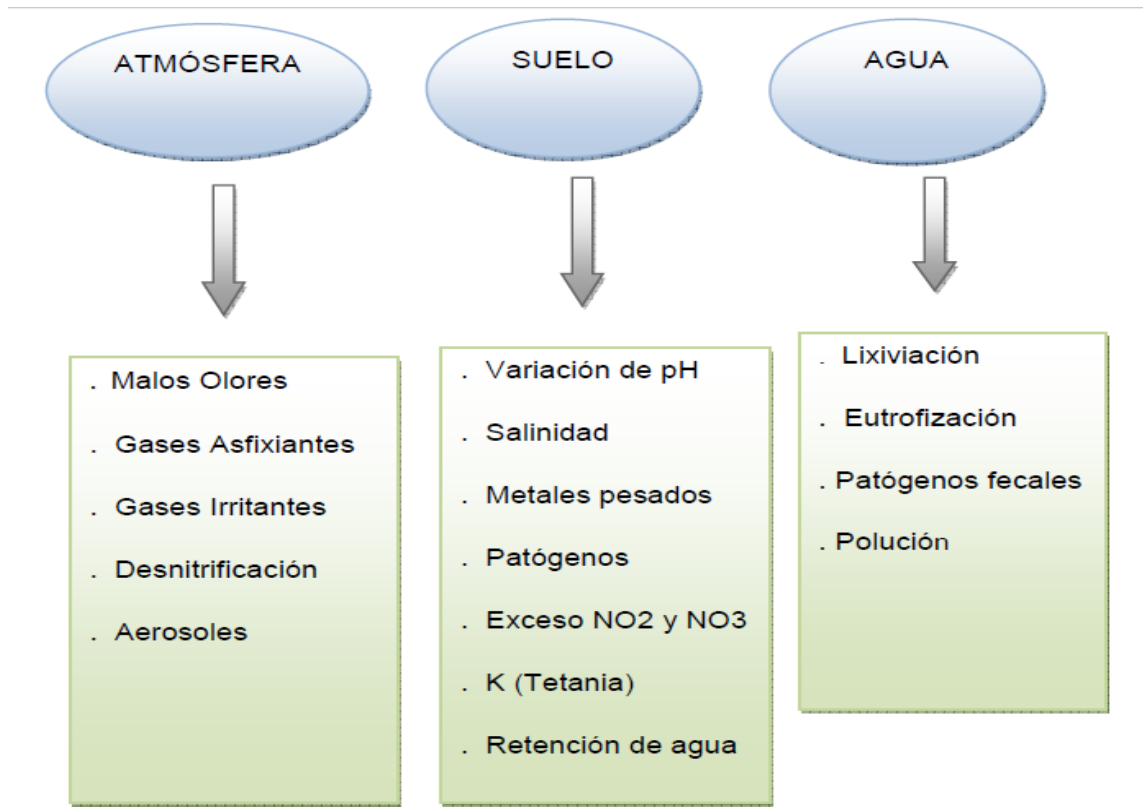


Figura 1: Efectos de los residuales avícolas en el ambiente.

Fuente: (Mc Bride, 2015, p. 46)

En las aves, más del 50 % del N de los alimentos se excreta como ácido úrico, por lo que una estrategia podría ser inhibir su conversión a amoníaco, además de las múltiples combinaciones de manejo nutricional, sistema de alojamiento, opciones de tratamiento, almacenaje y disposición de residuales, de modo que se reduzca la contaminación ambiental y se produzca, a largo plazo, un crecimiento sostenible, (López, 2016, p. 45).

la búsqueda de métodos factibles para la utilización de estos residuos es un reto mayor, debido al inevitable incremento de la producción de excretas. Sin embargo, durante años se han utilizado, principalmente, como fertilizantes e ingredientes de las dietas para animales de granja, (Mórales, 2018, p. 22).

Durante la producción avícola surgen una cantidad de necesidades que van más allá de los requerimientos productivos. Se hace, por tanto, imprescindible la aplicación de estrategias de reciclaje que posibiliten el saneamiento ambiental y, a la vez, permita la recirculación de nutrientes, que contribuyan a lograr un mejor equilibrio entre el hombre y la naturaleza, para alcanzar a su vez un beneficio económico. (Buzby, 2015, p. 56)

Los procesos de producción, tanto en granja como a nivel industrial, generan una cantidad incalculable de residuos y desechos, los cuales, por la forma como se producen y utilizan, no se incorporan a la naturaleza en un ciclo natural. Estos desperdicios deben ser eliminados del ambiente y aprovechados correctamente, con el fin de aumentar la eficiencia y productividad durante la explotación, (Mórales, 2018, p. 67).

(“Así, la aplicación de un manejo incorrecto de reciclaje ocasiona, por una parte, la disipación de grandes recursos; y por otra, la contaminación ambiental que pone en peligro el futuro de la humanidad. El impacto ambiental de un volumen considerable de desperdicios es altamente significativo. Por consiguiente, se requiere la aplicación de estrategias de manejo del reciclaje, que contribuyan con la eliminación de los desperdicios y su forma de aprovechamiento, ya sea a través del uso directo en la alimentación animal o mediante procesos para la recuperación y producción de energía y fertilizantes, entre otros. (Mórales, 2018)”

1.3.3. Problemas derivados del mal uso de los residuos

Si los residuos se manejan de forma incorrecta pueden tener un impacto negativo sobre el ambiente. A continuación, se escribe algunos de los problemas derivados del mal uso de los residuos, (Bleimer, 2010, p. 50).

1.3.3.1. Suelo

Cuando la gallinaza se aplica al terreno que se quiera en forma indiscriminada y continuada, ocasiona en primera instancia una acción mecánica, la cual consiste en una colmatación por taponamiento de los poros de suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno. Posteriormente comienza una acción química en donde se presentan una degradación estructural del suelo, ocasionando por alto contenido de sales y nutrientes; como consecuencia de la acumulación progresiva de los residuos, se genera una acción biológica consistente en el desarrollo de microorganismo potencialmente patógenos para los animales y el hombre, (Aguiar, 2009, p. 80).

Finalmente, el exceso de materia orgánica y nutrientes puede ocasionar una disminución del oxígeno (hasta anaerobiosis) en el medio dificultando la mineralización del nitrógeno; de otra parte, las plantas absorben nitrógeno en cantidades mayores a las que pueden asimilar, presentándose una acumulación como por ejemplo de nitratos, que puede generar problemas de intoxicaciones. (Warrick, 2010, p. 70)

1.3.3.2. Aguas

Debido a los altos niveles de materia orgánica y nutrientes de la gallinaza, si esta es vertida (o en su defecto las aguas procedentes de las operaciones de limpieza de los galpones) en ríos, manantiales, fuentes freáticas, ocasionan problemas como la eutrofización, la cual consiste en una disminución dramática del oxígeno al ser empleado este para la oxidación de material orgánica y nutrientes.

Con el agotamiento del oxígeno, desaparece la vida acuática. Igualmente, los contenidos de amonio y nitritos generan toxicidad para los organismos del ecosistema acuático, (Jaramillo, 2012, p. 121).

1.4. Efectos de la producción avícola

Indica que los efectos de la producción avícola sobre diversos componentes abióticos se describen a continuación, (Vargas, 2004, p. 79).

1.4.1. Salud humana y animal

(El alto contenido de nitrógeno lleva a la formación de nitratos, los cuales al mezclarse con aguas para el consumo humano pueden dar a la formación de compuestos halometanos y organoclorados, dándole mal gusto al agua y a concentraciones elevadas son tóxicos, (Vargas, 2004, p. 79).

Los nitritos reaccionan con bacterias que se encuentran presentes en la boca de los animales y son transformados a nitratos. Los nitratos a su vez reaccionan con la hemoglobina para transformarla en metahemoglobina, con la cual se imposibilita el transporte de oxígeno en la sangre. Esta situación puede presentarse a concentraciones de nitritos superiores a 40-50 ppm (mg/L), (Salamanca, 2012, p. 129).

De igual manera, los nitratos reaccionan con aminas secundarias y terciarias en el estómago, formando nitrosaminas de reconocido efecto carcinogénico. La disposición incorrecta de las excretas propicia también el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los mismos animales, quienes, a su vez, pueden transmitir enfermedades como, rotavirus, colibacilosis, parásitos gastrointestinales, Salmonella, Newcastle, Campylobacter, E. coli, entre otros, y la proliferación de moscas que pueden actuar como vectores mecánicos y/o biológicos, (Carrizo, 2005, p. 57)

La alimentación de animales con residuos frescos (mortalidad y gallinaza), práctica muy extendida entre los productores avícolas nacionales, induce a la propagación cruzada entre especies de diferentes enfermedades, debido a los patógenos que pueden portar las aves muertas y las excretas, (Aguilera, 2006, p. 1).

1.4.2. Generación de olores ofensivos

La relación entre la contaminación ambiental y las avícolas expone que, dentro del impacto económico generado por los contaminantes de una producción avícola, existen costos “directos” asociados a las medidas que se deben implementar para solucionar los problemas derivados de la contaminación por los residuos. En el caso de las aguas para consumo, se incrementa notoriamente los costos de depuración (se requiere de 10 g de cloro por cada g de nitrógeno), (Aguilar, 2006, p. 142).

Las granjas a su vez, con la presión de entidades como las Corporaciones Autónomas Regionales, están en la necesidad de remediar los problemas de contaminación. Hay costos que se denominan “indirectos” y son los que se derivan del control de las enfermedades. Merece especial atención la determinación de las responsabilidades con relación al posible impacto ambiental negativo de los residuos generados. (Aguilar, 2009, p. 1)

Si bien es cierto que el 100% de los productores vende la gallinaza o la utiliza como fertilizante, no lo es menos el hecho de que su industria es la generadora del residuo. Cabe preguntarse si la responsabilidad del avicultor termina en el momento de vender la gallinaza, para convertirse este residuo en responsabilidad del comprador. La legislación de países desarrollados con serios problemas de contaminación obliga al productor que va vender un residuo determinado a caracterizarlo biológica y fisicoquímicamente, a conocer sus volúmenes de producción y a implantar sistemas de estabilización que garanticen un producto final seguro desde el punto de vista bioquímico y ambiental, (Aguilar, 2006, p. 1).

“En tanto que el comprador, tendrá que disponer de el de forma correcta a través de planes de fertilización. Así, un problema tan prioritario como la protección del medio ambiente depende tanto de la responsabilidad y solidaridad colectivas como de la responsabilidad individual.”, (Valdivié, 2003, p. 57).

1.5. Calidad de la gallinaza

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por: el tipo de alimento, la edad del ave, la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón. También es muy importante el tiempo de permanencia en el galpón una conservación prolongada en el gallinero, con desprendimiento abundante de olores amoniacales, reduce considerablemente su contenido de nitrógeno y, finalmente, el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado, (Bermúdez, 2010, p. 50).

La gallinaza de mejor calidad es la proveniente de ponedoras en jaulas y en menor grado la de ponedoras en piso o planteles de cría o levante, la gallinaza depende de diversos factores como el tipo de cama utilizada, tiempo de almacenamiento y el porcentaje de humedad entre otros, (Barbaro, 2015).

Las deyecciones que se obtienen de las gallinas en jaulas tienen mayor concentración de nitrógeno debido a que no están diluidas en la cama, como es el caso de las aves que son criadas a piso, donde se utiliza generalmente la cáscara de arroz con la viruta de madera, (Bohorquez, 2015, p. 12).

1.5.1. Producción de gallinaza

En promedio un ave en postura excreta 35.8 a 40.8 gr. de heces diarias, las cuales contienen el 75% es agua con referencias a granjas comerciales en jaulas representan un factor que se agrega a la carga de trabajo sin añadir ingresos económicos en la granja por lo que se propone deshidratar la gallinaza y reciclarle como fuente alimenticia de los animales, la cantidad de gallinaza depende de diversos factores, como se describe a continuación, (Warrick, 2010, p. 45).

- Edad del ave: las aves jóvenes producen menos excretas, debido a su bajo consumo de alimento en sus primeras etapas de vida.
- Línea: en pollos de engorde la situación es compleja debido a que la cantidad de gallinaza producida es una mezcla de deyecciones y del material utilizado como cama

Desde el punto de vista puramente teórico, hay que tener en cuenta que por cada kilo de alimento consumido los pollos producen alrededor de 1.1 a 1.2 kg de deyecciones frescas, con 70 – 80% de humedad. En deyecciones totalmente secas ello supondría unos 0.2 – 0.3 kg por ave y por kilo de alimento consumido. (Warrick, 2010, pp. 319-344).

“La producción de gallinaza pura y seca, al final del periodo, depende del peso vivo y de su consumo total, pudiéndose estimar entre 20 y 28 kg/ave, la cantidad de gallinaza, junto con la viruta, que puede recogerse al final de la cría en un galpón de pollos, depende de la cantidad de cama de viruta de la humedad del producto final, estimándose que puede variar entre 1.5 y 2 kg por pollo, con una humedad entre 20 –30%. (Warrick, 2010)”

La producción de gallinaza de ponedoras, la situación parecería más sencilla al recogerse en forma pura (explotaciones en jaula). Sin embargo, la circunstancia de existir diversos sistemas de recogida de deyecciones (en función de su periodicidad y/o si se dispone de un pre secado o no), hace que la humedad (70 a 80%) de éstas varíe considerablemente, lo que afecta a su producción aparente. Lo más lógico sería expresar la producción de gallinaza de las ponedoras en materia seca y en relación al consumo de alimento (revisar tabla 1-1), (Barbaro, 2015).

Tabla 1-1: Estimación de la producción de deyecciones de las ponedoras.

Tipo de Gallinaza	Consumo de alimento gr/ave/día	Digestibilidad de Materia Seca, %	Deyecciones, %.
Liviana	100-110	75-80	20-27
Semi-pesada	110-120	75-80	22-30

Fuente: (Warrick, 2010).

1.6. Prácticas para el manejo de la gallinaza

Algunas recomendaciones para el control de la humedad de la gallinaza en los galpones según se describen a continuación, (Mosby, 2015).

1.6.1. Explotaciones avícolas en el piso

Recibir material de cama de buena calidad (seca, suelta y en cantidad suficiente para recibir el número de aves.). El espesor de la cama utilizada es de 10 cm para galpones de engorde y de 15 cm para granjas reproductoras y ponedoras. La cama se puede humedecer por descuido de fuga de agua de bebederos por no corregir goteras en los techos o el no control de aguas lluvias que entran por los costados, (Nakasi, 2015, p. 80).

Por el no control de las camas mojadas, al no voltearlas, adicionarles más material o sacar al oreo. Por el no control de los vehículos que transportan la gallinaza, al no cubrirse adecuadamente, produciéndose el mojado de la misma, (Nafajian, 2012, p. 124)

1.6.2. Explotaciones avícolas en jaula

Con el depósito de las deyecciones debajo de las jaulas y al formarse el cono de la deyección, se deben considerar los siguientes aspectos (Nakasi, 2015, p. 156)

- Los galpones de este tipo deben tener buena ventilación. Evitar que la gallinaza se moje (fugas de bebederos goteras del techo, aguas de escorrentía o aguas lluvias venteadas).
- Si se moja la gallinaza se debe proceder a retirarla del galpón y transportarla a una marquesina de secado. La gallinaza se debe comportar para su utilización como abono, ensilaje o apilado profundo para alimento de rumiantes.

Es importante que los productores tengan en cuenta que el estiércol de gallina no se debe colocar al sol para que se seque, sino a media sombra, para que los microorganismos puedan transformar los diferentes componentes en materia prima, que será aprovechada por las plantas como aminoácidos, grasas, resinas, bajo peso molecular. Lo que se pretende con el proceso de secado bajo sombra es llegar a lo que se denomina curado de la materia orgánica, (Salamanca, 2012, p. 25). Para lograr que un residuo orgánico como la gallinaza se convierta en un subproducto de alta calidad para el productor avícola, es indispensable que se apliquen diferentes prácticas de manejo, (Nakasi, 2015, p. 112)

- Evitar que se presenten altas humedades dentro del galpón. Este factor es el causante de la producción de las altas concentraciones de gases y pérdida de elementos como el nitrógeno.

El manejo de la reducción de humedades se logra con una buena ventilación de las instalaciones, evitar fugas de agua de las tuberías de los equipos de bebida y una rápida recolección de heces frescas.

- Una vez recolectada la gallinaza del galpón, tener un lugar para su disposición (secaderos) que sea cubierto para evitar el contacto con el agua de lluvia y almacenarla en forma de pirámide, con el fin de lograr un escurrido de la humedad que ésta presente.
- Se pueden emplear productos que eviten la humedad y que reduzcan la producción de gases y olores.

1.6.3. Valor de la gallinaza

Si se va a utilizar la gallinaza como alimento para el ganado, como fertilizante u otro uso, debe tenerse muy presente que la composición de la misma cambia de acuerdo al momento de recolección y al tipo de almacenamiento, (Kalil, 2015, p. 13), tal como se aprecia en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Valor como abono de la gallinaza de ponedoras de jaula.

Tipo	Humedad	Nitrógeno	Ácido Fosfórico	Potasio
Fresca	70 – 80	1.1 - 1.6	0.9 - 1.4	0.4 - 0.6
Acumulado unos meses	50 – 60	1.4 - 2.1	1.1 - 1.7	0.7 – 1
Acumulado en fase profundo	12 – 25	2.5 - 3.5	2.0 - 3.0	1.4 – 2
Desecada Industrialmente	7 – 15	3.6 -5.5	3.1 - 4.5	1.5 - 2.4

Fuente: (Kalil, 2015)

La gallinaza seca posee una mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P (P_2O_5), K (K_2O), (Meléndez, 2013, p. 142).

Esto tiene especial relevancia en el caso del nitrógeno y el fósforo ya que, aparte de su valor como abono, en muchas ocasiones, con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo.

En relación con la alimentación de las aves, el nivel de nitrógeno de las deyecciones es, obviamente, más elevado en la de los pollos de engorde que en la de las gallinas, en tanto que con el calcio ocurre lo contrario, la gallinaza presenta la siguiente composición bromatológica, como se explica en la tabla 3-1, (Castillo, 2014, p. 56).

Tabla 3-1: Composición bromatológica de la gallinaza.

Variable	Composición, %.
Materia Seca	81.9
Materia Orgánica	65.1
Cenizas	34.9
Proteína Bruta	20.8
Fibra Bruta	19.8
Extracto Etéreo	1.2
Extracto libre de nitrógeno	24.6
Energía Bruta	2.58 Mcal/Kg/ms
Energía Directa	1.4 Mcal/Kg/ms
Energía M	1.15 Mcal/Kg/ms
Calcio	12.7
Fósforo	2.1
Potasio	1.4
Magnesio	1.8
Sodio	0.7

Fuente: (Castillo, 2014)

El contenido de nutrientes indica que está considerado según las fuentes de gallinaza, a causa de diferencia en calidad de la cama, numero de aves por lotes, es por ello que el análisis de nutrientes por un laboratorio dejará decisiones más exactas en cómo utilizar gallinaza, (Barbado, 2014, p. 124) (revisar tabla 4-1)

Tabla 4-1: Análisis químico proximal de la gallinaza.

Nutriente	Composición, %.
Humedad	7-15
Cenizas	24-28
Proteína Bruta	18-35
Extracto Etéreo	2-3
Fibra bruta	10-25

Fuente: (Barbado, 2014)

1.6.4. Procesamiento de la gallinaza

El uso de gallinazas frescas, puede producir efectos adversos por el contenido de determinados microorganismos, así como restos de drogas, metales pesados, la extrema variabilidad en su composición. Todo lo cual supone un peligro potencial para el suelo, las plantas, la especie humana y por ende el ambiente; por ello se recomienda el procesamiento de la deyección de las aves y así generar una alternativa para darle valor agregado a un residuo orgánico abundante, existen varios métodos de procesamiento de la gallinaza como, (Paneque, 2014, p. 35).

- Biogás
- Compostaje

1.6.4.1. Biogás

La descomposición de la gallinaza desprende biogás, el cual es un producto compuesto de 60-70% de metano y el resto de anhídrido carbónico. Ésta sería una valiosa fuente de energía, el proceso se basa en mezclar las deyecciones de las aves, previamente mezcladas con agua, en un digestor o tanque hermético en donde se produce la degradación de la materia orgánica en un medio anaerobio mediante la acción de enzimas segregadas por microorganismos. El proceso es complejo y requiere de una elevada inversión, (Paneque, 2014, p. 231).

Un beneficio recién considerado para la Gallinaza se encuentra en la producción de energía. La gallinaza, como cualquier otro desecho orgánico, puede ser tratado con biodigestores lo que acelera el proceso de descomposición y hace más efectiva la transformación de sus elementos lo que en el proceso genera biogás. (Marschner, 2008, p. 129)

(Paneque, 2014, p. 54): “Este biogás es un perfecto sustituto del gas propano. 300 m³ de biogás sustituyen 85 m³ de propano. La instalación de plantas productoras de biogás a partir de desechos orgánicos, entre los cuales se puede considerar a la gallinaza, es viable e incluso rentable. Las plantas productoras de biogás son fiables y una excelente opción para la sustitución de combustibles fósiles por alternativas limpias. El agua requerida en el proceso puede bien ser agua recolectada de lluvia, la cual puede ser reutilizada múltiples ocasiones.”

Al igual que cualquier otra materia orgánica, la gallinaza, al fermentar, produce gases, de los cuales los más importantes son el metano CH₄ y el dióxido de carbono CO₂. En condiciones óptimas, si la proporción del primero es al menos del orden de un 60 –70% del total, ello constituye el llamado biogás, producto que en teoría, puede servir como fuente de energía de las propias granjas, (Porras, 2012).

El proceso es complejo, requiriendo además unas instalaciones muy voluminosas y una elevada inversión. Las deyecciones deben mezclarse con una cantidad muy precisa de agua, 50%, aproximadamente, necesitándose al menos 15 días para que se produzca el gas, en un proceso continuo. Además, se requiere mantener un control de la temperatura del digestor (35oC) y del pH, que debe ser superior a 6. De fallar alguno de estos puntos puede aumentar la proporción de CO₂ a expensas del CH₄, con lo que el gas obtenido pierde sus propiedades como fuente de energía, (Paneque, 2014, p. 123).

Es un sistema novedoso para el tratamiento de la gallinaza en explotaciones de aves en jaula. La descomposición de la gallinaza en Biodigestor desprende biogás, que es un producto compuesto de metano (50-80%), de dióxido de carbono (20-50%) y de otros gases como H₂, H₂O, NH₃ (1-5%), El biogás puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5.000 y 6.000 kcal/m³ en función del contenido de metano. (Barbado, 2014)

El autor (*Paneque, 2014, p. 47*), expone que las Ventajas del proceso de producción de biogás, se describen a continuación.

- Disminuye la contaminación de aire, suelo y agua.
- Disminuye la proliferación de enfermedades.
- Minimiza el uso de la energía eléctrica utilizando el biogás para el propio.
- beneficio de la explotación.

- Fácil instalación y manejo.
- Producción de bioabono.
- Las criadoras usadas en la calefacción de ambientes (especialmente en cría y levante) muestran como ventaja su alta eficiencia lo que minimiza el consumo de gas para un determinado requerimiento térmico.
- Proporciona una fuente de energía a productores con bajos ingresos.
- La descomposición de la gallinaza en biodigestores desprende biogás, que es un producto compuesto de metano y el resto de dióxido de carbono. El biogás puede ser aprovechado como biocombustible, ya que su poder calorífico oscila entre 5000 y 6000 Kcal. /m³ en función del contenido de metano.

1.6.4.2. Biodigestor

(Semple, 2011, pp. 269-283), en el texto de producción de sistemas de aprovechamiento de residuos orgánicos analiza que el biodigestor es un recipiente cerrado donde no hay oxígeno, en el cual se mezclan los excrementos de las aves previamente mezclados con agua y otros residuos orgánicos que se degradan por acción de un grupo de enzimas segregadas por microorganismos, llamados bacterias. Los productos de este proceso son el biogás y el bioabono (revisar tabla 5-1).

Tabla 5-1: Composición del biogás.

Componente	Concentración
Metano (CH ₄)	50 - 80 %
Dióxido de Carbono (CO ₂)	20 – 50 %
Otros Gases (H ₂ , H ₂ O, NH ₃)	1 – 5%
Sulfuro de Hidrogeno (H ₂ S)	100 -4000 ppm

Fuente: (Semple, 2011).

Un biodigestor es un sistema natural y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias para transformar el estiércol en biogás y fertilizante.

El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas, o iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un motor que genere energía eléctrica, (Calzada, 2015).

El fertilizante, llamado biol, inicialmente se ha considerado un producto secundario, pero actualmente se está considerando de la misma importancia, o mayor, que el biogás ya que provee un fertilizante natural que mejora fuertemente el rendimiento de las cosechas, como se indica en las tablas 6-1 y 7-1. (Semple, 2011)

Tabla 6-1: Producción animal de estiércol por día.

Animal	Estiércol (Kg)	Litros de biogás/Kg	Total (L de biogás)
Ganado	10.5	60	600
Cerdo	2.5	78	195
Aves	0.2	62	12.4

Fuente: (Semple, 2011)

Tabla 7-1: Temperatura para la producción de biogás.

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (d)
35	17
30	20
25	25
18	35
15	55

Fuente: (Semple, 2011)

1.6.5. Materiales para la producción de biogás

Los materiales necesarios para construir un biodigestor de 9 m de capacidad, en una fosa de 10 m de longitud por 1.1 m de ancho arriba y 0.9 m de ancho en el fondo con profundidad de 1 m, el

desnivel, no debe ser mayor a 5 cm de caída por cada metro de largo, (Barbado, 2014, p. 23) se especifican a continuación.

- Cemento y ladrillos para construir las dos cajas que van en los extremos del biodigestor, estas deben ir separadas de la fosa por un muro de 20 cm. De ancho, las medidas de ambas cajas son de 1 m x 1 m x 1 m. La caja de salida regula los niveles de líquido que deben mantener dentro del biodigestor.
- Un plástico tubular impermeable calibre 8 para invernadero de 1.25 m de diámetro y 24 m de largo. Se extiende sobre una superficie limpia y se dobla a la mitad y se corta en dos partes iguales, luego se mete un plástico entre el otro evitando que queden arrugas entre ellos y en cada extremo se dibuja una línea de 1 m que sirve de guía para amarrar los tubos que salen de las cajas.
- Para la salida del gas (parte central y superior de la bolsa del biodigestor), se hace una ranura de 1.9 cm, se necesitan un conector macho y uno hembra de 1 pulgada de diámetro, dos arandelas de 20 cm de diámetro con un agujero central de 1,31 pulgada, dos arandelas de aluminio de 19 cm de diámetro y una manguera de polipropileno de 1 pulgada (revisar figura 2-1).

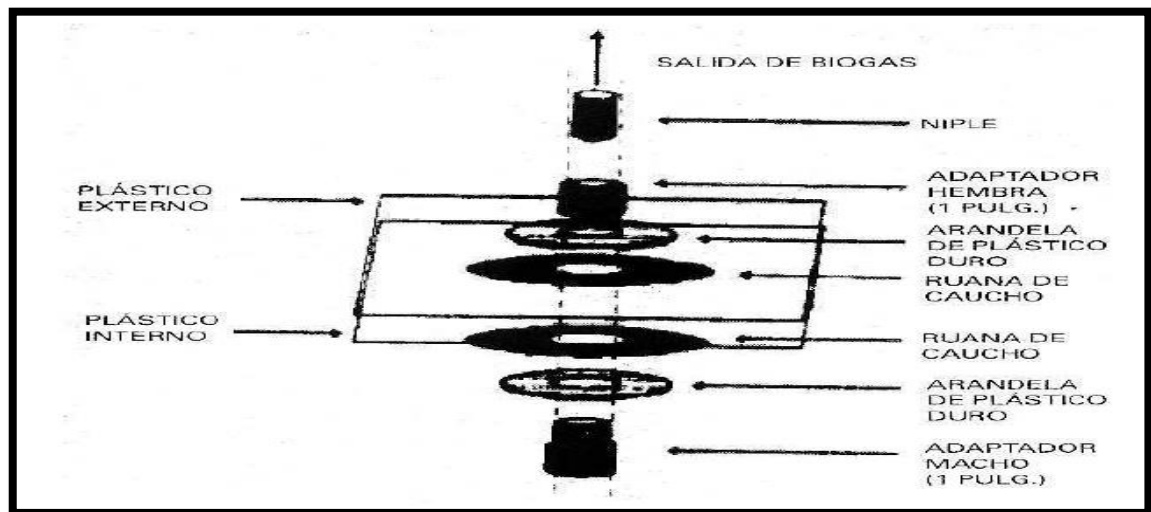


Figura 2-1: Sistema de salida de biogás.

Fuente: (Semple, 2011).

1.7. Compostaje

El compostaje es un proceso aeróbico por medio del cual el material se descompone parcialmente antes de ser aplicado al suelo, es un tratamiento adecuado de los estiércoles, a través del compostaje logra convertir un producto maloliente, fitotóxico, de difícil manejo y aspecto desagradable, en un producto inoloro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxico y apto para el uso agrícola, (Pansu, 2016, p. 34).

El proceso de compostaje se considera, generalmente, como el tratamiento más adecuado de los residuos frescos antes de su incorporación al suelo, ya que una materia orgánica en avanzado estado de transformación y estabilización, debe contribuir definitivamente a mejorar la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas. (Calzada, 2015, p. 43).

“Si se trabaja en condiciones óptimas con todos los parámetros que controlan el proceso, especialmente en el control de los malos olores causados generalmente por la producción de compuestos nitrogenados y sulfurados en condiciones anaerobias, puede obtenerse un compost de buena calidad en el menor tiempo posible”, (Pansu, 2016, p. 54).

En la producción del compost se debe tener en cuenta, que las bacterias y hongos responsables de la mayor parte de la biotransformación del compost, son aeróbicos. Por tanto, la aireación constituye un factor crítico, dado que el tiempo del proceso puede ser reducido significativamente cuando el oxígeno disponible no constituye un limitante del proceso. Otro factor determinante del proceso es la humedad en la que se mantiene el sistema, (López, 2015, p. 89).

Un exceso de humedad reduce los espacios disponibles para el aire, presentando mayor compactación. Para que el proceso se dé en condiciones óptimas, los valores de humedad deben estar comprendidos en el intervalo de 40 a 60%. (Meléndez, 2013, p. 78)

Los nutrientes que componen la gallinaza, esenciales para los organismos descomponedores, deben estar en ciertas proporciones y cantidades adecuadas: de 20 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno. Como la gallinaza presenta tan solo de 6 a 10 partes de carbono por una de nitrógeno. Para suplir esta deficiencia se proponen mezclas con materiales vegetales tales como: aserrín, paja, desechos de cosecha, etc., (Jaramillo, 2012, p. 79).

El tamaño de la partícula es otro factor a tener en cuenta. La molienda de las materias primas, previa a la digestión, favorece varios aspectos: proporciona una mejor aireación inicial, un material más homogéneo, lo que permite una manipulación adecuada. El triturado hace que el material sea más susceptible a la invasión microbial, mediante una mayor superficie de

exposición, para el producto terminado de la gallinaza compostada se espera que alcance las siguientes características, (Nafajian, 2012, p. 67)

- La relación carbono / nitrógeno debe descender en forma lenta, esto garantiza pocas pérdidas de nitrógeno.
- Los nutrientes P y K deben conservarse en valores cercanos a los originales y en principio no deben ser menores a 3% y 1%, respectivamente.
- El pH debe localizarse en los alrededores de 8.1.
- La fracción de liposolubles no debe ser mayor de 1%.
- La fracción de hidrosolubles debe disminuir como mínimo en 25% con respecto al valor inicial.
- La capacidad de retención de agua, C.R.A. en un compost debe ser a 1.5 mililitros por gramo de biomasa considerada.
- Un compost maduro no debe presentar microorganismos patógenos para humanos, aves y plantas.

El compostaje es lo que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se biodegradan o se pudren por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos. Estos materiales de origen animal o vegetal se llaman orgánicos, (Barbado, 2014).

La producción del compostaje se puede hacer de dos formas:

- Con microorganismos que necesitan oxígeno. El proceso se llama aeróbico.
- Con microorganismos que necesitan que no haya oxígeno. El proceso se llama anaeróbico.

1.7.1. Proceso Aeróbico

Por ser más rápido, más fácil de hacer, genera compost de mejor calidad y no tiene olores desagradables. Para producir compostaje en forma aeróbica, hay que garantizar que los materiales estén en presencia de oxígeno, esto significa que, si los desechos se amontonan en una pila para su compostaje, hay que voltearla con regularidad y deshacer terrones grandes, para que el oxígeno penetre a todas partes, además hay que mantener cierta humedad para que el ambiente sea favorable para los microorganismos, (Buzby, 2015).

1.7.2. Propiedades del Compost

El compost se agrega al suelo para abonarlo y mejorar la textura. Al abonarlo se vuelve más eficiente, los nutrientes se continúan desprendiendo por un período largo de tiempo y las plantas lo van utilizando a medida van creciendo. El compost es un abono más uniforme y dura más que el abono químico, (Jaramillo, 2012).

La textura se mejora porque se agregan materiales fibrosos que permiten que el aire y la humedad entren al suelo. El suelo con compost es ligero y no compacto, permitiendo que las raíces de las plantas crezcan mejor y más rápidas. Una mejor estructura del suelo aumenta su capacidad para almacenar agua y facilita el transporte de nutrientes a las plantas. Agregar compost al suelo se considera la forma natural para abonarlo y reconstruir la calidad del suelo, las principales propiedades del compost son, (López, 2016, p. 57).

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N,P,K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

1.8. Materias primas del compost

Los materiales orgánicos hay unos que fácilmente se compostan y otros que cuesta un poco más, inclusive hay materiales orgánicos sintéticos como los plásticos que necesitan muchas décadas para comportarse. Entre los materiales que fácilmente se compostan están los vegetales, granos, huevos, excremento de animales, etc. Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Generalmente estas materias primas proceden de (Pansu, 2016, p. 45)

- Restos de cosechas. Pueden emplearse para hacer compost o como acolchado. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc. Son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos como troncos, ramas, tallos, etc. son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.
- Las ramas de poda de los frutales. Es preciso triturarlas antes de su incorporación al compost, ya que con trozos grandes el tiempo de descomposición se alarga.
- Hojas. Pueden tardar de 6 meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal. Destaca el estiércol de vaca, aunque otros de gran interés son la gallinaza, estiércol de caballo, de oveja y los purines.
- Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas silíceas trituradas en polvo.
- Plantas marinas. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas como posidonia oceánica, que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en N, P, C, oligoelementos y

biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.

- Algas. También pueden emplearse numerosas especies de algas marinas, ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de compost.

En teoría cualquier material orgánico es compostable, o sea degradable, es meramente una cuestión de tiempo. Se debe de considerar que en relación a la procedencia del material a compostar este debe ser sometido a procesos de separación, la mezcla a compostar no puede contener vidrio, metales, plásticos, telas sintéticas, y algunos tipos de papel. Los microorganismos, que participan en este proceso necesitan de fuentes externas de carbono para formar estructuras celulares, para reproducirse y como fuente de energía, (Kalil, 2015).

La degradabilidad del material está en función de tanto de su estructura como de su composición química, así como de la capacidad de los microorganismos de aprovecharlo. Por ejemplo, el carbono presente en los azúcares es fácilmente degradable por una serie de microorganismos, mientras que el carbono presente en la estructura de la lignina solamente puede ser degradada por un rango muy pequeño de microorganismos, la velocidad con que se lleve a cabo el proceso de degradación o compostaje de los materiales depende en gran parte del material, su estructura y composición. (Castillo, 2014)

1.9. Factores que condicionan el proceso de compostaje

Para lograr una buena compostera hay que mantener condiciones adecuadas de humedad, temperatura, nutrientes y elementos, (Mórales, 2018).

1.9.1. Humedad

El agua es necesaria para facilitar que los nutrientes estén disponibles para los microbios y para que estos puedan realizar sus procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. Un contenido bajo de humedad inhibe la actividad microbiana, a medida se va alcanzando el límite inferior el proceso de descomposición se hace más lento, si se reduce a menos del 8% toda la actividad microbiana se detiene; por eso es que los alimentos secos y salados pasan mucho tiempo sin arruinarse. Si el contenido de humedad es muy alto, se evita que el oxígeno esté disponible para que los microbios puedan digerir los desechos y se genera mal olor, (Jimenez, 2006).

La humedad ideal para una pila de compostaje es entre el 40% y 60% por peso, al tacto el material debe sentirse húmedo, pero no debe escurrir agua. Si la pila de compost está muy seca y los materiales no se mantienen unidos, sino que se desintegran, hay que agregar agua o materiales húmedos, si la pila está muy húmeda, hay que agregarle materiales secos a la pila o darle vuelta con frecuencia para que se seque, (Nafajian, 2012)

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento, (López, 2016).

El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75 - 85 %, mientras que, para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50 - 60%, (Plasi, 2014, p. 23)

1.9.2. Temperatura

Cuando el material se está compostando pasa por un ciclo de temperaturas que es ocasionado por la actividad microbiológica. Al inicio la pila aumenta rápidamente la temperatura por el compostaje de los materiales que se degradan más fácilmente, se mantiene así por un corto tiempo y luego comienza a enfriarse, .

Al voltear la pila se facilita la entrada de aire, se traen al interior los materiales del exterior, y la pila se vuelve a calentar. Como se dijo antes es deseable alcanzar condiciones termofílicas entre (40 y 93) °C, ya que se necesitan altas temperaturas para destruir patógenos que pudiera encontrarse en la pila, ya que de lo contrario se podría producir compost infectado e infectar el lugar donde se vaya a colocar, (López, 2015)

“En operaciones de compostaje en gran escala se recomienda mantener temperaturas mayores de 55° C por más de 3 días para garantizar la destrucción de patógenos. Las pilas de compost hogareñas deben ser mayores de 1 m³ para poder alcanzar condiciones termofílicas.”, (Semple, 2011). Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35- 55 °C, para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados, (Basoom, 2010).

1.9.3. Nutrientes

Para el crecimiento microbiano en la pila de compost, es necesario que haya un balance entre carbono y nitrógeno que son los macronutrientes más importantes, los materiales ricos en carbono son color café, secos, ricos en nitrógeno son verdes y húmedos. Los micronutrientes son el manganeso, cobre, cobalto y hay una categoría intermedia entre micro y macro nutrientes donde están el fósforo, potasio y calcio, (Pansu, 2016).

Los microbios usan el carbono para su oxidación metabólica, parte lo convierten en bióxido de carbono y parte lo combinan con nitrógeno para sus células, cuando el carbono está en lignina o celulosa cuesta biodegradarlo y hay que reciclarlo varias veces en una pila de compost. Cuando el carbono se quema es cuando se eleva la temperatura de la pila y a eso se debe que se reduzca el volumen de la pila durante el compostaje. (Barbaro, 2015).

“El nitrógeno es necesario para el crecimiento de las células, cuando hay exceso del mismo se libera como amoníaco y cuando hay escasez se retarda el compostaje. La relación óptima es de 19 a 30 partes de carbono por una de nitrógeno, cuando esta relación es mayor se retarda el compostaje y se genera un olor desagradable, pero si la relación es menor, los microorganismos se terminan el carbono y dejan ir el nitrógeno como amoníaco.”, (Pansu, 2016).

Si el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada, los factores más importantes son (López, 2015), (Pansu, 2016, pp. 993-100):

- pH: influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH de 6-7,5).
- Oxígeno: el compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

- Relación C/N equilibrada: El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos.

Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica, una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco, (Pansu, 2016, pp. 993-100).

Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero, (Pansu, 2016, pp. 993-100).

De ahí nace la idea de buscar nuevos materiales para compostar y dar una solución efectiva y así poder mitigar los impactos ambientales que este residuo orgánico (gallinaza) genera en el entorno de la granja, siendo este, un materia que existe en gran abundancia en la zona avícola y al cual no se ha podido dar un tratamiento adecuado y por varios años ha venido siendo un problema para los avicultores.

La gallinaza es cosechada fresca y debe permanecer un cierto tiempo en el invernadero para poder ser vendidas o aprovechada en los cultivos ya que si esta es aplicada en forma fresca producirá una quemazón de los cultivos debido a sus altos niveles de amoníaco y nitrógeno.

Para poder compostar se debe tomar en cuenta que la gallinaza este fría y completamente suelta, los terrones dificultan su descomposición. Y se considera otros materiales que nos ayudan a la descomposición como es el desecho de la industria láctea, el suero de leche el cual nos ayuda a la producción de bacterias anaeróbicas y acelera en proceso de compostaje se añade kikuyo (*Penisetum clandestinum*) para fijar mayormente la parte del nitrógeno.

Fomentar esta técnica de compostaje en las diferentes zonas avícolas del país a fin de disminuir el impacto negativo que causa al no ser tratados de la manera adecuada, la generación de malos olores, proliferación de moscas y roedores.

CÁPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización y duración del experimento

El desarrollo experimental de la presente investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la granja avícola “Bilbao” situada en el barrio San José Bajo, Parroquia Cotalo del Cantón Pelileo, en la Provincia de Tungurahua, a una altura sobre el nivel del mar de 2780 metros, cuyas coordenadas geográficas en UTM son 767643.33 m este y 9808329.15m sur.

Las condiciones meteorológicas del Cantón Pelileo se describen en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Condiciones Experimentales del cantón Pelileo.

PARAMETROS	VALOR
Temperatura	18° - 10°C
Humedad	91%
Presión	1029.00 mb
Nubosidad	85%
Punto de rocío	16° C

Fuente: <https://www.accuweather.com>

2.2. Unidades experimentales

En la presente investigación se utilizó 20 kg de residuos sólidos (compost de gallinaza), que fueron recogidos de las pilas composteras construidas en la avícola “Bilbao”, a las cuales se les realizó pruebas químicas – físicas y sensoriales, las que fueron desarrolladas en el laboratorio de SAQMIC de la ciudad de Riobamba.

Las muestras fueron homogéneas a razón de 200 gr cada una. Las cuales fueron tomadas de cada uno de los tratamientos y posteriormente rotulas he identificadas para su posterior envío a dicho laboratorio.

2.3. Materiales, equipos e instalaciones

2.3.1. *Materiales*

- Pilas composteras
- Termómetro
- Guantes
- Palas
- Bastón y recipiente para muestreo de compost
- Bolsas de plástico estériles
- Marcadores indelebles
- Vasos de precipitados
- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Probetas

2.3.2. *Equipos*

- Balanza analítica
- Cajas Petri
- Estufa
- pH-metro

2.4. Tratamiento y diseño experimental

En el presente trabajo experimental se evaluó la formulación de tres tipos de compost adicionado diferentes niveles de gallinaza recuperada en la granja avícola “Bilbao”, los niveles de gallinaza probados fueron:

- Tratamiento 1: 20% de gallinaza.
- Tratamiento 2: 40% de gallinaza.
- Tratamiento 3: 60% de gallinaza.
- Tratamiento 4: 80% de gallinaza.

Al utilizar el sistema de evaluación fue necesario aplicar para las unidades experimentales, un Diseño Completamente al Azar Simple, cuyo modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación

μ = Efecto de la media por observación

α_i = Efecto de los tratamientos (niveles de gallinaza).

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

El esquema del experimento para la distribución de las medias se describe en la tabla 2-2.

Tabla 9-2: Esquema del experimento en la evaluación del compost producido

Niveles de gallinaza	Código	T.U.E	Repeticiones	Compost/Trat
20%	T1	1	4	4
40%	T2	1	4	4
60%	T3	1	4	4
80%	T4	1	4	4
Total, muestras de compost				16

Realizado por: Ruíz, Karina. (2019).

En la tabla 3-3, se muestra el esquema del adeva aplicado para la interpretación de los datos.

Tabla 10-2: Esquema ADEVA aplicado para la interpretación de los datos.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamiento	3
Error	12

Realizado por: Ruíz, Karina. (2019).

2.5. Mediciones Experimentales

2.5.1. Pruebas Químicas

- pH.
- Contenido de humedad, %.
- Contenido de Nitrógeno total, mg / L.
- Contenido de Fósforo total, mg / L.
- Contenido de Potasio total, mg / L.
- Contenido de Sodio total, mg / L.
- Contenido de Calcio total, mg/ L.
- Relación Carbono / Nitrógeno, adimensional.
- Contenido de materia orgánica, %.

2.5.2. Pruebas físicas

- Temperatura, °C.
- Granulometría, mm.
- Conductividad eléctrica, μm .
- Peso inicial, %.
- Peso final, %.

2.5.3. Pruebas sensoriales

- Color, puntos.
- Olor, puntos.

2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Las pruebas químicas, físicas y sensoriales realizadas al compost de gallinaza fueron analizadas bajo un modelo completamente al azar simple, para lo cual fue necesario realizar los siguientes métodos estadísticos:

- Análisis de la varianza.
- Separación de medias por Duncan.
- Análisis de correlación y regresión para muestras con varianza.

2.7. Procedimiento experimental

La Avícola Bilbao se encuentra ubicada en la Parroquia Cotalo, Caserío San José, Cantón Pelileo, la investigación se fundamentó en dar una solución a la gallinaza que genera esta industria, siendo el principal contaminante sólido. Para lo cual se realiza los siguientes pasos:

- Primeramente se realizó la construcción de las micro composteras para lo cual se utilizó 12 tablas de eucalipto, el diseño se realizó de acuerdo a la cantidad del material a compostar. Se construyó 16 micros composteras de la siguiente dimensión 0,5m x 0,5mx 0,5m para cada tratamiento respectivamente.
- Las micro composteras se ubicaron en el invernadero que la granja dispone para el secado de la gallinaza.
- Posteriormente se realizó el rotulado de los tratamientos con su respectiva repetición, utilizando pedazos pequeños de triplex.
- Una vez construida las micro composteras se procedió a coleccionar los materiales a compostar: como es la gallinaza, cascarilla de arroz, kikuyo y suero de leche.
- Para todos los tratamientos se aplicó una relación de 20 kg en cada micro compostera y se colocó realizando el respectivo pesaje de los materiales de acuerdo al siguiente esquema:
 - Tratamiento 1: Gallinaza 4kg; Cascarilla de arroz 13kg; Kikuyo 2kg; Suero de leche 1kg.
 - Tratamiento 2: Gallinaza 8kg; Cascarilla de arroz 9kg; Kikuyo 2kg; Suero de leche 1kg.
 - Tratamiento 3: Gallinaza 12kg; Cascarilla de arroz 5kg; Kikuyo 2kg; Suero de leche 1kg.
 - Tratamiento 4: Gallinaza 16.kg; Cascarilla de arroz 1kg; Kikuyo 2kg; Suero de leche 1kg.
- La descripción de los elementos que se utilizaron es la siguiente: La gallinaza se recolecto seca ya que la fresca tarda más tiempo en descomponerse. La cascarilla de arroz se adquirió en los depósitos de expendio. El Kikuyo se obtuvo de las parcelas de la misma granja, ya que es abundante en la zona.

- El material vegetal se procedió a picar para facilitar el proceso de volteo diario. El suero de leche se obtuvo del centro de acopio de leche de la parroquia Cotalo. El suero de leche también resulta un desperdicio de la industria láctea y de esta manera se lo está aprovechando para acelerar el proceso de compostaje.
- En cuando se terminó de colocar las cantidades correspondientes en cada tratamiento, el siguiente paso fue el volteo. El volteo de cada micro compostera se realizó de manera diaria a las 10 am, este procedimiento se efectuó con la ayuda de un rastrillo. Y se fue observando cómo va avanzando en proceso de compostaje de cada tratamiento.
- La variable temperatura también se midió de forma diaria con la ayuda de un termómetro. Las variables restantes se midieron en el laboratorio.
- Al terminar los 60 días del experimento, se procedió a cosechar el compost, para lo cual se utilizó una zaranda de malla y se colocó en saquillos cada tratamiento por separado.
- De cada repetición se procedió a tomar 200 gr de muestra, para lo cual se utilizó guantes, una balanza analítica, bolsas plásticas con su respectiva rotulación para posterior examinar en el laboratorio.

2.8. Metodología de la evaluación

2.8.1. pH

El análisis del pH en el compost se realizó con el empleo de un pH metro, para lo que primero se calibró el equipo con una solución tampón, a continuación, se introdujo el cátodo en la muestra de compost y se anotó los valores reportados por el equipo.

2.8.2. Temperatura

La temperatura se midió en el interior del compost, para lo cual se utilizó un termómetro de mercurio calibrado, este se introdujo en la muestra y se anotó directamente la medida que reportó el equipo.

2.8.3. Contenido de humedad

El contenido de humedad se realizó empleando el método gravimétrico, primero se pesó el recipiente vacío y el recipiente con las muestras con el uso de una balanza analítica, después se introdujo la muestra pesada en una mufla a 110 °C y se dejó en funcionamiento el equipo por 24 horas.

Una vez pasado ese tiempo, se sacaron las muestras y se depositaron en un desecador por 15 minutos o hasta que la muestra estuviera a temperatura ambiente; después se pesó las muestras en una balanza analítica; el resultado final correspondió a la diferencia del peso inicial y el peso final.

2.8.4. Granulometría

La granulometría se determinó sobre la muestra húmeda, haciendo pasar una cantidad determinada de muestra por diferentes tamices sometidos a vibración, para encontrar la granulometría se anota el haz de malla del tamiz donde se encuentra retenida la mayor cantidad de muestra.

2.8.5. Conductividad eléctrica

La determinación de la conductividad eléctrica se realizó in situ en el que se obtiene el compost, primero se calibró el conductímetro con el empleo de una solución tampón, a continuación se introdujo los cátodos del conductímetro y se anotó los resultados reportados por el equipo.

2.8.6. Nitrógeno total

Para determinar el nitrógeno total de la muestra se empleó el método de Kjeldahl (digestión húmeda), el procedimiento empleado a nivel de laboratorio fue:

- Se realizó el secado de la muestra a 60 °C durante 48 h.
- Se efectuó la homogeneización de la muestra mediante su molienda y tamizado a tamaño ≤ 0.5 mm.
- Se realizó el pesaje de 1 g de muestra seca, molida y tamizada y colocarla dentro del tubo del bloque digestor.

- Se añadió 5.0 g de la mezcla catalizadora ($K_2SO_4-CuSO_4 \times 5 H_2O-Se$, 100:10:1 peso/peso) y 15 mL de H_2SO_4 . Agitar suavemente.
- Se colocó la temperatura del bloque digestor a $370\text{ }^\circ\text{C}$ durante 3-5 h hasta que su completa digestión, luego se realizó el enfriamiento de la muestra a temperatura ambiente.
- Añadir 15 mL de agua destilada y transferir la muestra a un matraz conteniendo 10 mL 10 N NaOH.
- Destilar la muestra en un destilador y recoger el amonio.
- Determinación analítica del amonio.

2.8.7. Contenido de Fósforo total

Para realizar el contenido de fósforo total se utilizó el método de Kjendal, se utilizó el siguiente procedimiento para la determinación:

- Secar la muestra a $60\text{ }^\circ\text{C}$ durante 48 h.
- Homogenizar la muestra mediante su molienda y tamizado a tamaño $\leq 0.5\text{ mm}$.
- Pesar la muestra (1-50 mg) e introducirla en una cápsula de estaño y cerrarla.
- Introducir la muestra en el Analizador Elemental para su análisis.

Procedimientos análogos se siguen para la determinación de los demás componentes químicos en la muestra (potasio, sodio, fósforo y calcio).

2.8.8. Contenido de materia orgánica

Para determinar la materia orgánica presente en el compost se siguió la técnica detallada por Walkley y Black, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Pesar 0.5 g de compost seco y pasado por un tamiz de 0.5 mm y colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Procesar un blanco con reactivos por triplicado.
- Adicionar exactamente 10 ml de dicromato de potasio 1 N girando el matraz cuidadosamente para que entre en contacto con la muestra.
- Agregar cuidadosamente con una bureta 20 ml de H_2SO_4 concentrado a la suspensión, girar nuevamente el matraz y agitar de esa forma durante un minuto.
- Dejar reposar durante 30 minutos sobre una lámina de asbesto o sobre una mesa de madera, evitando las mesas de acero o cemento.
- Añadir 200 ml de agua destilada, más 5 ml de ácido fosfórico (H_3PO_4 concentrado, adicionar de 5 a 10 gotas del indicador de difenilamina.
- Titular con la disolución de sulfato ferroso gota a gota hasta un punto final verde claro.

2.8.9. Relación Carbono: Nitrógeno

Para determinar la relación entre el carbono y el nitrógeno, se debe realizar la relación entre la composición total de estos dos elementos, para determinar el carbono total se debe conocer la proteína bruta que representa el 51% del carbono, se debe conocer el extracto libre de nitrógeno que representa el 75% de carbono y la relación entre fibra cruda y fibra bruta que representa el 1% del carbono, encontrado estos componentes y multiplicado por el porcentaje se conoce el carbono total.

Mientras que para conocer el valor de nitrógeno total es necesario conocer la proteína bruta que se debe multiplicar por 6,25% y ese es el valor que alcanza el nitrógeno en la muestra, al conocer estos dos valores se realiza la división y este es el valor de la relación C: N.

CAPITULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. Evaluación de las características químicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza

3.1.1. pH

La prueba química pH del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza reporto diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre medias, en el análisis estadístico para la formulación con 20% de gallinaza (T1), se reportaron valores de 6.9, los que aumentan a 7.15 en la formulación a la que se añadió el 40% de gallinaza (T2), a continuación las medias fueron de 7.35 al añadir el 60% de gallinaza en el compost (T3) y al adicionar 80% de gallinaza (T4), se reportó medias de 7.95, (ver la tabla 11-3).

De los resultados obtenidos en la prueba química pH se afirma que menores niveles de gallinaza permite alcanzar valores de pH cercanos a la neutralidad (7), que es el rango óptimo para que se produzcan los fenómenos normales de maduración de los microorganismos, esto permitirá aprovechar de manera rentable los nutrientes que existen en la gallinaza y aumentar el valor nutritivo del compost.

Los resultados tienen su fundamento en lo que menciona (OPS , 2019, p. 1), el rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores externos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6.5 – 7.5) ligeramente ácido o ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos.

Valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos) impiden el crecimiento de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento precipitando nutrientes esenciales del medio de forma que no son asequibles para los microorganismos.

Tabla 11-3: Evaluación de las características químicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”.

Pruebas Químicas	NIVELES DE GALLINAZA				PROB	SIGN	CV	EE
	20%	40%	60%	80%				
pH	6.9 d	7.15 c	7.35 b	7.95 a	2.06e-10	**	0.88	0.03
Humedad %	49.95 d	37.75 c	35.00 b	31.70 a	5.1e-16	**	1.04	0.19
Nitrógeno total	1.15 a	1.63 b	1.83 c	2.10 d	1.3e-11	**	0.98	0.08
Fósforo total	2.25 a	2.73 b	3.28 c	3.60 d	1.13e-13	**	0.99	0.07
Potasio total	0.85 a	1.30 b	1.85 c	2.20 d	1.9e-12	**	0.99	0.05
Calcio Total	1.12 a	1.25 b	1.40 c	1.65 d	4.4e-13	**	0.97	0.195
Materia Orgánica	19.75 a	20.97 b	21.53 c	22.31 d	6.4e-21	**	0.99	0.16
Peso final	18.00 a	16.25 b	14.25 c	12.25 d	4.8e-05	**	0.92	1.01

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P < 0,01$).

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia .

Realizado por: El Ruíz, Karina. (2019).

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. El principal problema que se da para el control del pH en el compost es la generación de amoníaco y dióxido de carbono que son procedentes de la respiración de los microorganismos, estos generan que se produzcan ácidos o bases libres que aumentan o disminuyen el pH de acuerdo a su presencia en el compost, por lo que se debe buscar un equilibrio entre estas dos sustancias para que el pH no varíe.

En la evaluación de la regresión reportada en el gráfico 1-3; se reportó una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$, se partió de un valor de pH de 6.5 que aumentó en 0.0167 por cada porcentaje adicionado de gallinaza al compost, con un coeficiente de determinación (R^2), de 91.33%, mientras tanto que el restante 8.67% está relacionado con el efecto de las condiciones ambientales que no se pueden controlar en su totalidad, la ecuación para determinar el pH fue de:

$$\text{pH} = 6.5 + 0.0167 (\% \text{ de gallinaza})$$

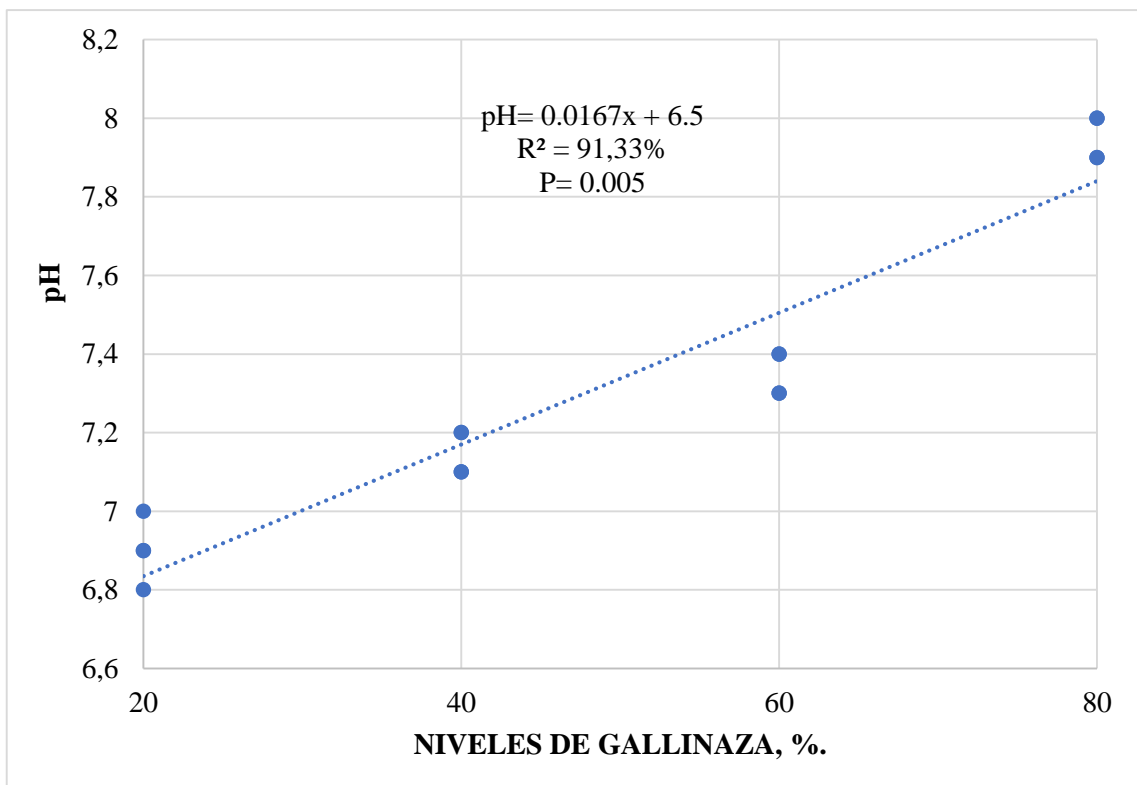


Gráfico 1-3: Evaluación del pH del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

Los resultados comparados por los que reporta (Robles, M. 2015); con valores de pH de 7.4 al realizar compost organico con la adición de 80% de gallinaza y con los resultados reportados por (Barrena, N. 2016); que obtuvo valores de 8.6 al elaborar compost con la adición de 60% de gallinaza, estos resultados son inferiores reportados en la presente investigación esto se da por efecto de la producción excesiva de amoniaco que produce alcalinidad en el compost.

3.1.2 Humedad

Es necesario conocer el porcentaje de humedad en el compost para determinar el agua disponible necesario para los procesos de reproducción microbológica, para el contenido de humedad se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$) entre medias, apreciándose que en la formulación del 20% de gallinaza (T1) se reportaron valores de 49.95%, que disminuyen a 37.75% cuando se adiciona al compost el 40% de gallinaza (T2).

A continuación, se reportaron resultados de 35.00 % cuando se formuló el compost con 60% de gallinaza (T3) y en el compost preparado con 80% de gallinaza (T4) reportó una humedad media de 31.70%; con estos resultados se puede afirmar que la humedad depende directamente de la cantidad de gallinaza que se adicione en la formulación del compost, debido a que es mayor la humedad cuando menor nivel de gallinaza se adiciona.

Los resultados del contenido de humedad tienen su fundamento en lo expuesto por (Marschner, 2008, pp. 253-264), quien indica que la humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable.

Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material, la humedad viene directamente relacionado con la materia prima del que provenga el compost, que cuando son preparados a partir de residuos animales es abundante la cantidad del agua que se puede aprovechar, ya que básicamente la gallinaza, bovinaza y otros desechos animales el principal componente es agua que se aprovecha en los residuos.

La humedad permite la estabilidad fisiológica de los procesos orgánicos llevados a cabo para la producción de compostaje, es fundamental que el compost no supere rangos de humedad entre 45-55%, con esto se controla que las bacterias, hongos y microorganismos consuman el alimento

normalmente y se dé la respiración celular que es el proceso más importante en la producción de compost.

El contenido de humedad reportada en el gráfico 2-3; que los datos se ajustan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), en el análisis se partió de un contenido de 64.1%, las medias decrecieron inicialmente en 0.8438% por nivel de gallinaza añadido en la formulación y posteriormente se incrementaron en 0.0056% por cada porcentaje de incremento de gallinaza adicionado en la formulación; el coeficiente de determinación fue de 97.14%, el restante 2.86% depende básicamente de factores de reproducción celular. La ecuación para determinar el contenido de humedad fue de: $\text{Contenido de humedad} = 0.0056(\% \text{ gallinaza})^2 - 0.8438(\% \text{ gallinaza}) + 64.1$

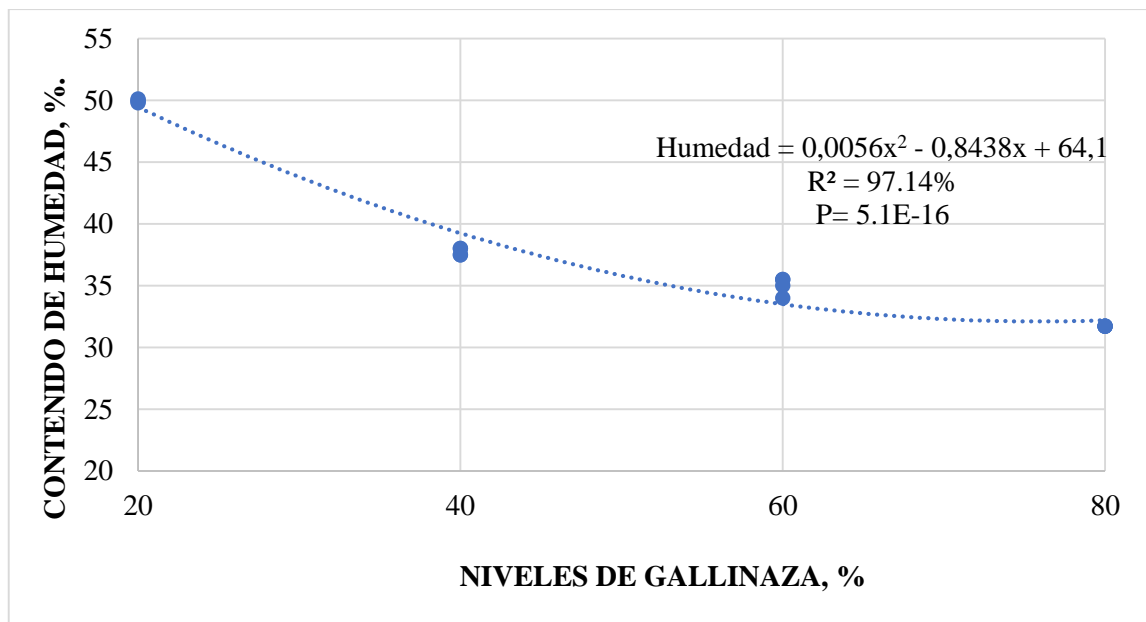


Gráfico 2-3: Evaluación de la regresión del contenido de humedad del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

Estos datos son comparados con lo que indica Kalil, S. (2015) al adicionar 70% de gallinaza en compost inoculado reportó valores de humedad de 30.75% y (Robles, M. 2015); al realizar compost orgánico con la adición de 80% de gallinaza obtuvo valores de humedad de 70%; respuestas que no cumplen con los parámetros indicados en el párrafo anterior y que hacen que el compost no tenga una calidad nutritiva adecuada.

En la presente investigación se logró que el contenido de humedad fuera óptimo, con esto se mejoró los procesos normales de maduración del compost, también se aprovecha el contenido de

humedad de la materia prima utilizada en la producción de compost, al tener los microorganismos agua suficiente para los procesos biológicos se aumenta el contenido de nutrientes del mismo y se producen reacciones en pos de producir carbono, nitrógeno y otros componentes principales del compost.

3.1.3. Nitrógeno Total

El componente mayormente aprovechado por el suelo es el nitrógeno por lo que es necesario que el compost tenga alto contenido de este elemento para poder mejorar las condiciones del abono, en el análisis estadístico del contenido de nitrógeno total se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre medias, apreciándose el mayor contenido de nitrógeno total al adicionar 80% de gallinaza al compost (T4) con medias de 2.10 mg/L.

Al preparar el compost con el 60% de gallinaza (T3) el valor al contenido de nitrógeno fue de 1.83 mg/L; las que descendieron a 1.63 mg/L en el compost preparado con el 40% de gallinaza y el menor contenido de nitrógeno se obtuvo al adicionar 20% de gallinaza (T4) con medias de 1.15 mg/L, es decir que al adicionar mayor cantidad de gallinaza al compost el contenido de nitrógeno total es mayor.

Los resultados de la presente investigación tienen su fundamento de acuerdo a lo que indica (Plasi, 2014, pp. 66-67), quien menciona que la gallinaza es un fertilizante orgánico que combina todos los nutrientes esenciales nitrógeno, fósforo y otros macros y microelementos, con un alto contenido de materia orgánica. Esto hace que sea un producto que ejerce unos efectos muy positivos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mejorando los rendimientos de los cultivos.

Las formas orgánicas del Nitrógeno y Fósforo actúan como fertilizantes de liberación lenta, por lo que son menos susceptibles de lavado que otros fertilizantes minerales, la formación de complejos orgánicos mejora la disponibilidad de los microelementos; que son producidos en las etapas fisiológicas de las aves y es eliminado el exceso de las mismas en las heces de los animales, esto hace que se pueda aprovechar como fertilizante orgánico.

La razón principal por la que al adicionar mayor contenido de gallinaza en la formulación se presente mayor contenido de nitrógeno total es por la composición de este agregado, debido a que principalmente los animales en sus heces desprenden amoníaco lo cual por procesos naturales de degradación se convierte en nitrógeno presente en el compost.

Los datos obtenidos son superiores a los que reporta (Hoyos, 2016, pp. 15-16), que obtuvo valores de 1.57 mg / L al preparar compost a partir de una formulación de 50% de gallinaza en combinación con residuos lignocelulósicos y con los datos que reporta (Bohórquez, 2015, pp. 3-4) que obtuvo valores de 0.68 mg / L al adicionar 20% de gallinaza en combinación con residuos producidos en la producción de caña de azúcar.

De la comparación anterior se evidencia el alto contenido de nitrógeno de la gallinaza, ya que mayor cantidad de este residuo adicionada mayor son los niveles de nitrógeno total en el compost, esto es satisfactorio debido a que principalmente en los fertilizantes comerciales se evalúa la cantidad de nitrógeno que le aportan al suelo ya que es uno de los componentes básicos en la formación de celulosa.

La evaluación de la regresión al contenido total de nitrógeno que se indica en el gráfico 3-3, reportó una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), en donde partiendo de un intercepto de 0.66 mg / L las medias aumentaron en 0.02 mg/ L por cada porcentaje de gallinaza adicionada en la formulación y posteriormente disminuyeron en -0.0001 por cada porcentaje de gallinaza incluido, el coeficiente de determinación fue de 97.46% que indica que no existieron errores relacionados al método experimental, la ecuación de la regresión fue: Contenido de nitrógeno total = $-0.0001(\% \text{ gallinaza})^2 + 0.0277(\% \text{ gallinaza}) + 0.6625$

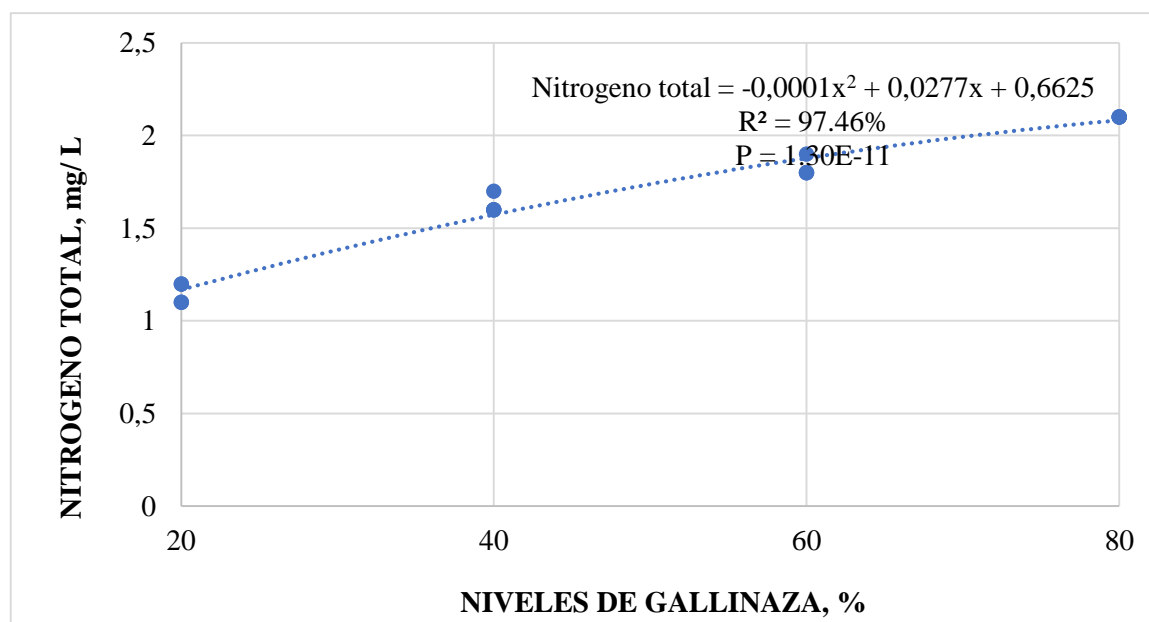


Gráfico 3-3: Evaluación de la regresión del contenido de nitrógeno total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.1.4. Contenido de Fósforo total

Uno de los componentes principales de las plantas es el fósforo por lo que es necesario que un fertilizante tenga un alto contenido de este nutriente para mejorar las características del suelo, en la evaluación de este macronutriente se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre medias, apreciándose el mayor contenido de fósforo al adicionar el 80% de gallinaza en el compost (T4) con medias de 3.60 mg/L.

En la elaboración de compost con el 60% de gallinaza (T3) se reportó 3.28 mg/L, las que disminuyen a 2.73 mg/L al preparar el compost con 40% de gallinaza (T2) y el contenido menor de fósforo total se obtiene al formular el compost con 20% de gallinaza (T1) con medias de 2.25 mg/L; con estas respuestas se aprecia la proporción directa que existe entre el contenido de fósforo y el nivel de gallinaza.

Lo que tiene su fundamento en lo expuesto por (Ward, 2016, p. 26), quien menciona que en las explotaciones avícolas actuales o en granjas industriales, se generan distintos tipos de estiércoles, la principal característica el abono es que se estabilizaba la fracción nitrogenada, que, en fases posteriores sucesivas, en un proceso de compostaje natural por fermentación aerobia, se reorganizaba y permanecía estable en forma orgánica.

Esta estabilización se produce efecto del alimento balanceado que consumen las aves, en especial por el alto contenido de vitaminas y suplementos vitamínicos que tienen un elevado contenido de fósforo en su composición, la estabilización del fósforo conlleva a tener mayor contenido de este macronutriente en el compost con lo que mientras más estiércol animal se adicione a las formulaciones es evidente que el nitrógeno se va a estabilizar y va a aumentar su contenido.

Las respuestas de la presente investigación son mayores al ser comparadas con lo que reporta (Orozco, 2017, pp. 5-6), que obtuvo valores de 0.35 mg / L al adicionar 40% de gallinaza en compost producido para el cultivo de cacao y con los resultados que consigue (Bohórquez, 2015, pp. 3-4) que obtuvo valores de 0.80 mg / L al adicionar 20% de gallinaza en combinación con residuos producidos en la producción de caña de azúcar.

La estabilidad del fósforo se evidencia al aumentar el contenido del mismo en el compost, esto es un indicativo de que las gallinas en la granja Bilbao se alimentan bien y que las vitaminas y suplementos proporcionado en la dieta diaria se aprovecha de manera óptima, con lo que en las

heces y desechos líquidos la presencia de fósforo no es excesiva, se tiene que aumentar el porcentaje de gallinaza para aumentar el contenido de fósforo.

La regresión de las medias para el contenido de fósforo total reportó una tendencia cuadrática altamente significativas ($P < 0.01$), es decir que partieron de un intercepto de 1.625 mg / L, aumentó inicialmente en 0.032 mg/L con la adición de 60 % de gallinaza incluido en la formulación y posteriormente disminuyeron en -0.0009 mg/L al incluir 80 % de gallinaza en la formulación. (Ver el gráfico 4-3)

Además se aprecia un coeficiente de determinación (R^2), de 99%, esto indica la optimización de los procesos de producción de compost a partir de la gallinaza que fueron mejorados con la repetición de las muestras para homogenizar resultados, la ecuación de la regresión a la prueba contenido de fósforo total fue:

$$\text{Contenido de fósforo total} = -9\text{E-}05(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.0324(\% \text{ de gallinaza}) + 1.625$$

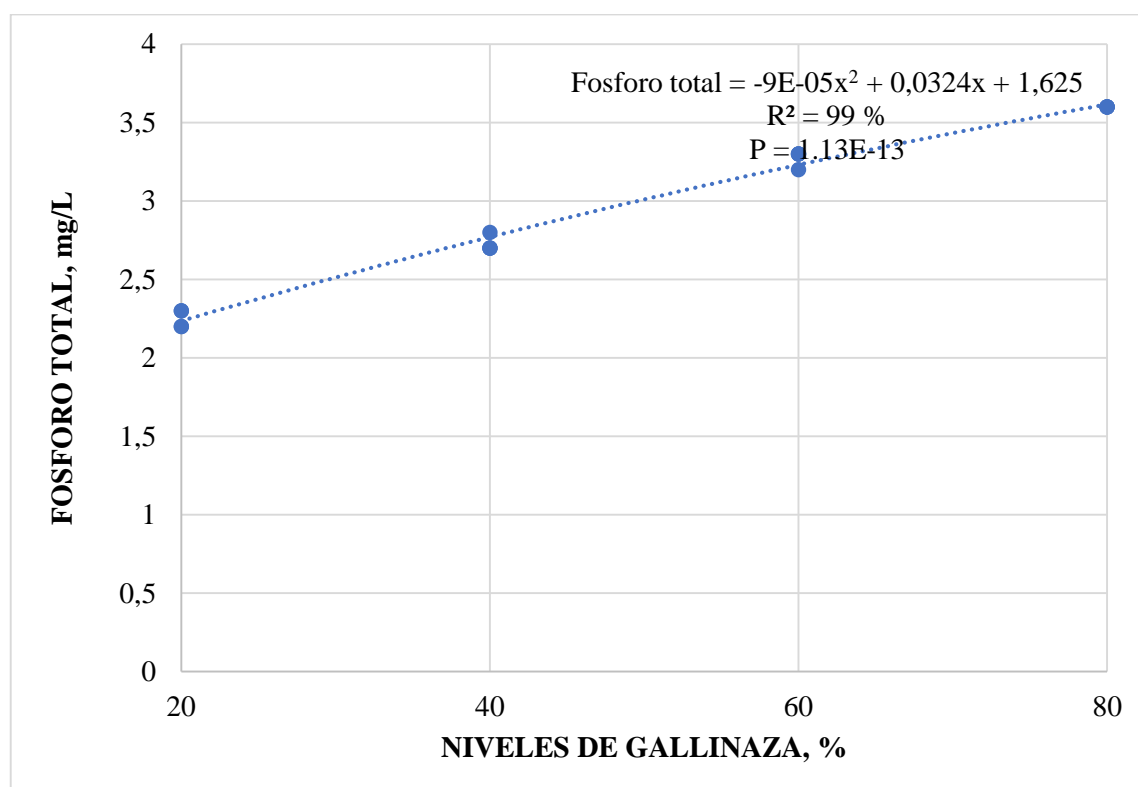


Gráfico 4-3: Evaluación de la regresión del contenido de fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.1.5. Contenido de potasio

Una vez analizados los macronutrientes presentes en el compost, es necesario incluir el estudio de aquellos elementos que se encuentran en menor concentración en el suelo, pero son necesarios para el desarrollo normal de los cultivos, por lo que al realizar el análisis del contenido de potasio del compost que es el encargado de los procesos de transferencia energética en los cultivos, se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$) entre medias

En el análisis estadístico el mayor contenido de potasio se reportó al adicionar en la formulación el 80% de potasio (T4) con valores de 2.20 mg/L, que disminuyen a 1.85 mg/L en la formulación que incluye el 60% de gallinaza (T3); a continuación, se registran las medias en el tratamiento T2 (40% de gallinaza) con valores de 1.30 mg/L y el menor contenido de potasio total se obtiene al formular el compost con 20% de gallinaza (T2) con medias de 0.85 mg/L.

En los resultados obtenidos se aprecia que para mejorar el contenido de potasio en el compost es necesario incluir mayor cantidad de gallinaza en la formulación, esto es resultado de la composición del residuo líquido; el contenido alto de potasio es resultado de la inclusión de sales de potasio y de sodio en la alimentación de las aves, estos minerales principalmente se adicionan para el aumento de peso de los animales.

El mayor contenido de potasio al adicionar mayores niveles de gallinaza se debe a lo que indica (Mosby, 2015, p. 45), quien menciona que el potasio es absorbido por el intestino delgado y la disponibilidad de potasio para absorción en los alimentos digeridos es casi el 100%. La mayoría del potasio es perdido o excretado en la orina, pero se pierde también una pequeña cantidad en el sudor. En condiciones de estrés los riñones tienden a excretar más potasio y a conservar más sodio.

Es normal que en las granjas avícolas las aves estén sometidas a considerables niveles de estrés lo que genera que no absorban de manera normal el potasio y en la dieta diaria tengan que ser incluidas mayores cantidades de este nutriente necesario para realizar los procesos fisiológicos de las aves, al tener una dosificación mayor de este micronutriente es normal que exista mayor cantidad en los residuos sólidos y líquidos esto dado que no se puede aprovechar en su totalidad el potasio.

En los fertilizantes ya sean minerales u orgánicos es necesario la inclusión de potasio ya que estos regulan el transporte y aprovechamiento de los macronutrientes del suelo, además que benefician al proceso de fotosíntesis de las plantas, con lo que ayuda a resistir condiciones adversas del suelo.

(Bohórquez, 2015, pp. 3-4) obtuvo valores de 0.12 mg / L al adicionar 20% de gallinaza en combinación con residuos producidos en la producción de caña de azúcar, mientras que (Orozco, 2017, pp. 5-6), obtuvo valores de 0.59 mg / L al adicionar 40% de gallinaza en compost producido para el cultivo de cacao, que son valores inferiores a los de la investigación desarrollada y que indica el alto contenido nutricional el compost producido.

La regresión de las medias para el contenido de potasio reportó una tendencia cuadrática altamente significativas ($P < 0.01$) es decir que partiendo de un intercepto de 0.275 mg / L aumentó inicialmente el potasio en 0.029 mg/L por cada porcentaje de gallinaza incluido en la formulación para posteriormente disminuir en -0.0006 mg/L al incluir 60 % de gallinaza en la formulación. (Ver el gráfico 5-3)

Además se identificó un coeficiente de determinación (R^2), de 98.65%, mientras tanto que el 1,35 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como puede ser el método de determinación del microelemento, la ecuación de la regresión a la prueba contenido de potasio fue:

$$\text{Contenido de potasio} = -6E-05(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.029(\% \text{ de gallinaza}) + 0.275$$

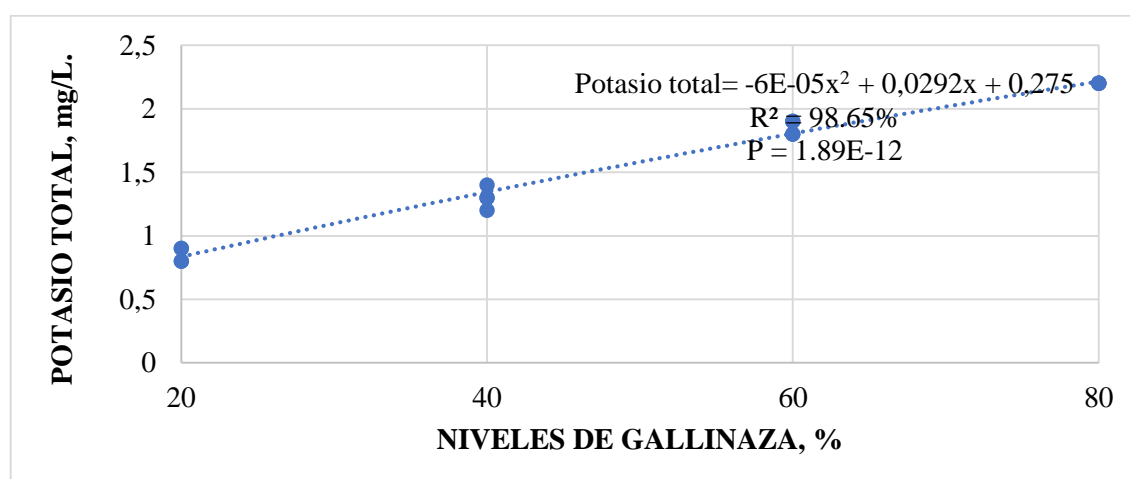


Gráfico 5-3: Evaluación de la regresión del contenido de fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.1.6. Contenido de Calcio

El calcio es un micronutriente de mayor presencia en las aves y otros animales, por lo que es necesario incluir en la dieta diaria este componente, que a su vez es desechado en las heces y que benefician al suelo por lo que es necesario en el compost evaluar el contenido de este mineral, registrándose diferencias estadísticas ($P < 0.01^*$) entre medias, por efecto de la inclusión de diferentes niveles de gallinaza en la elaboración de compost.

El contenido mayor de calcio se reportó con la inclusión de 80% de gallinaza en el compost (T4) con respuestas de 1.65 mg/L; que disminuyen a 1.40 mg/L en la preparación de compost con el 60% de gallinaza (T3), a continuación, se reportaron las medias cuando se incluye el 40% de gallinaza (T2) con 1.25 mg/L en tanto que las respuestas más bajas se alcanzaron cuando se adiciona 20% de gallinaza en el compost (T1) con medias de 1.12 mg/L.

Es decir que al aumentar los niveles de gallinaza para la elaboración de compost se aumenta el contenido de calcio, que producen el aumento de este mineral en la gallinaza, este no se pierde en el proceso de producción de compost ya que es insoluble en gran cantidad de componentes, con esto no le afectan las reacciones por efecto de la respiración celular, hay que tener en cuenta el valor máximo admisible de calcio en relación al tipo y propiedades del suelo para no crear problemas de erosión en el suelo.

De acuerdo a lo que dice (Aguilar, 2006, pp. 480-481), son múltiples las funciones que desempeñan los minerales en el organismo animal y se encuentran en todos los tejidos y órganos del cuerpo los cuales son incapaces de realizar sus funciones si ciertos minerales no se hayan presentes. El calcio y el fósforo son elementos básicos para la formación de los huesos; el calcio es el principal constituyente del cascarón del huevo.

Es normal incluir en la dieta diaria de las aves de corral calcio, el cual se añade en forma de carbonato de calcio (cal), la cual es aprovechada para el crecimiento y la producción de huevos, pero este no es mayor al 40-50%, el resto es desechado en las heces y residuos líquidos que son producidos en las camas de los corrales y enviados en la gallinaza, que si no tiene un tratamiento produce daños al ambiente.

El calcio es adicionado en el suelo para aumentar el pH y reducir la erosión generada por la acidez del mismo, pero es difícil encontrarlo de manera natural por lo que es necesario incluirlo en

fertilizantes o en forma de cal, pero esto genera daños por la alcalinidad elevada recomendando incluir no máximo de 2 mg/L de calcio ya que si se supera este límite está probado que influye en la solubilidad de micronutrientes.

Las respuestas indicadas en la investigación son superiores a las que reporta (Pérez, 2015, pp. 8-10) que señala valores de 1.66 mg/L en la preparación de compost elaborado con desechos de la industria azucarera y con los reportados por (López, 2016, pp. 15-16), con respuestas de 0.72 mg/L al preparar compost con 20% de gallinaza y bagazo de caña de azucar.

El analisis regresional del contenido de calcio reportó en el gráfico 6-3; una tendencia cuadratica altamente significativa ($P < 0.01^*$), es decir que partiendo de un intercepto de 1.065 mg/L, las medias decrecieron inicialmente en 0.0015 mg/L por nivel de gallinaza añadido en la formulación y posteriormente se incrementaron en 0.00007 mg/L al aumentar 80 % de gallinaza en la formulación; el coeficiente de determinación fue de 99.07%, el restante 0.93% depende basicamente de factores de reproducción celular. La ecuación para determinar el contenido de calcio fue de:

$$\text{Contenido de calcio} = 7\text{E-}05(\% \text{ gallinaza})^2 - 0.0015(\% \text{ gallinaza}) + 1.065$$

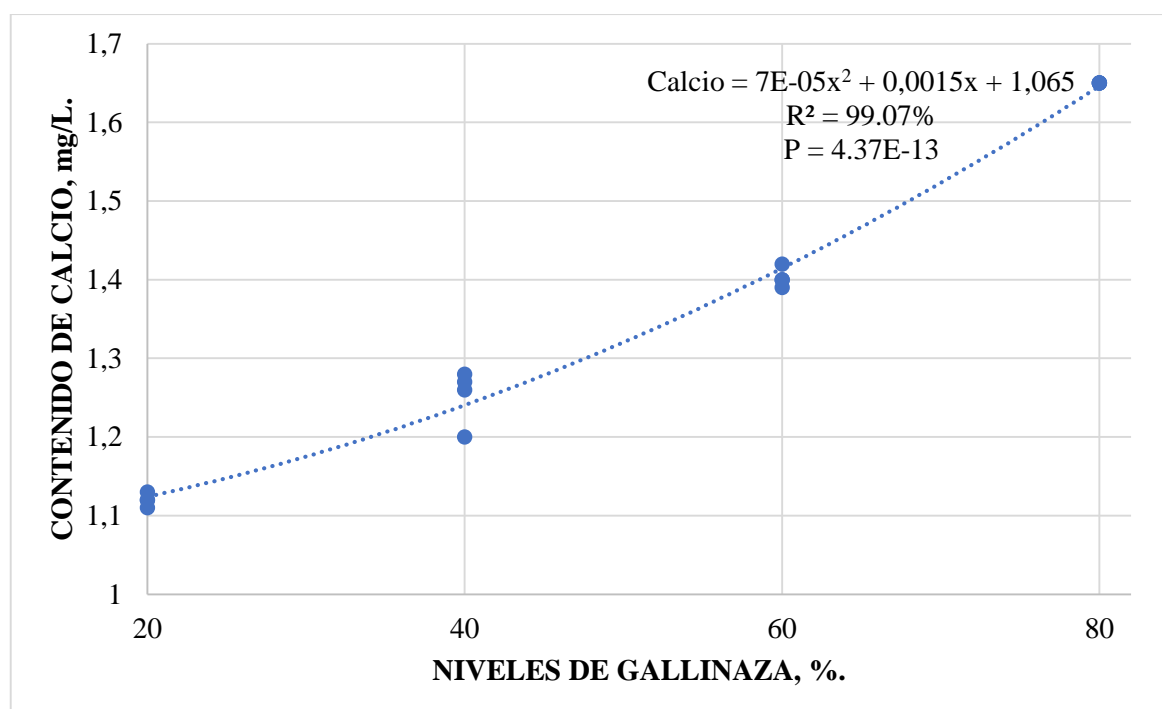


Gráfico 6-3: Evaluación de la regresión del contenido de calcio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.1.7. Contenido de materia orgánica

El contenido de materia orgánica mide la composición nutricional del compost, ya que básicamente evalúa el contenido de nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno que son los componentes mayoritarios en los elementos orgánicos y que son necesarios para la producción agrícola, para lo que se reporta diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$) entre medias.

Al preparar el compost con el 80% de gallinaza (T3) se obtiene el valor más alto con medias de 22.31 mg/L, que disminuye a 21.53 mg/L cuando se formula el compost con la adición de 60% de gallinaza (T3), a continuación, al producir compost con 40% de gallinaza (T2) se reporta valores de 20.97 y el contenido menor de materia orgánica se estableció al preparar compost con 20% de materia orgánica (T1) con medias de 19.75 mg/L.

Con los resultados obtenidos, se indica que para obtener compost con más carga orgánica es necesario incluir mayor cantidad de gallinaza, la composición de la gallinaza que es la materia prima para preparar compost influye directamente en las propiedades finales del producto, principalmente en su composición tiene agua y proteínas, de estas dos sustancias es normal que se extraiga materia orgánica.

(López, 2015, pp. 183-184), en el estudio de la composición química del estiércol de diferentes animales expone que la gallinaza está constituida por nitrógeno, fósforo, potasio y otros componentes minerales orgánicos que hacen de él un material de valor considerable como fertilizante. Por regla general un 10-15% al nitrógeno se halla en forma amoniacal y un 50 % al total de sólidos corresponde a materia orgánica, la cual hace de estos lodos de digestión buenos acondicionadores de suelos arenosos o arcillosos.

Con el uso de una mayor concentración de gallinaza es normal que el contenido de materia orgánica se aumente de manera considerable, el problema con los componentes orgánicos de la gallinaza es el alto contenido de nitrógeno que a condiciones no controladas generan amoníaco y otros gases derivados del nitrógeno que producen que este abono no se pueda transformar en compost.

Por lo que es necesario que la gallinaza sea mezclada con compuestos de alto contenido de carbono (paja, cereales, cáscara de frutas, entre otros), esto ocasionara que el nitrógeno se combine con el carbono y formen proteínas necesarias para la alimentación de los

microorganismos, hongos presentes en las diferentes etapas de elaboración del compost, lo que aumenta la calidad final.

Al comparar los resultados obtenidos con los que reporta (Castillo, 2015, p. 46), con valores de 19.45 mg/L al preparar abono con la combiancion de residuos de cascara de huevo y 90% de gallinaza, asi como tambien los que reporta (Perez, 2015, pp. 8-10) que reporta valores de 4 mg/L en la preparación de compost elaborado con desechos de la industria azucarera; las respuestas son inferiores a las registradas en la presente investigación.

En el análisis de la regresión que se reporta en el gráfico 7-3; se indica que los resultados del contenido de materia orgánica se dispersan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), de donde se desprende que el contenido de materia orgánica partió de un intercepto de 18.526 mg/L, inicialmente aumentó en 0.068 mg/L por cada porcentaje de gallinaza adicionada y posteriormente decreció en 0.00003 mg/L al incrementar 80 % de gallinaza.

Estos resultados reportaron un coeficiente de determinación (R^2), de 98.81%, que indico que en el proceso de elaboración de compost se reguló las variables que pudieran generar cambios en los ensayos del experimento, la ecuación aplicada para determinar la regresión del contenido de materia orgánica fue:

$$\text{Contenido de materia orgánica} = -0.0003(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.0689(\% \text{ de gallinaza}) + 18.526$$

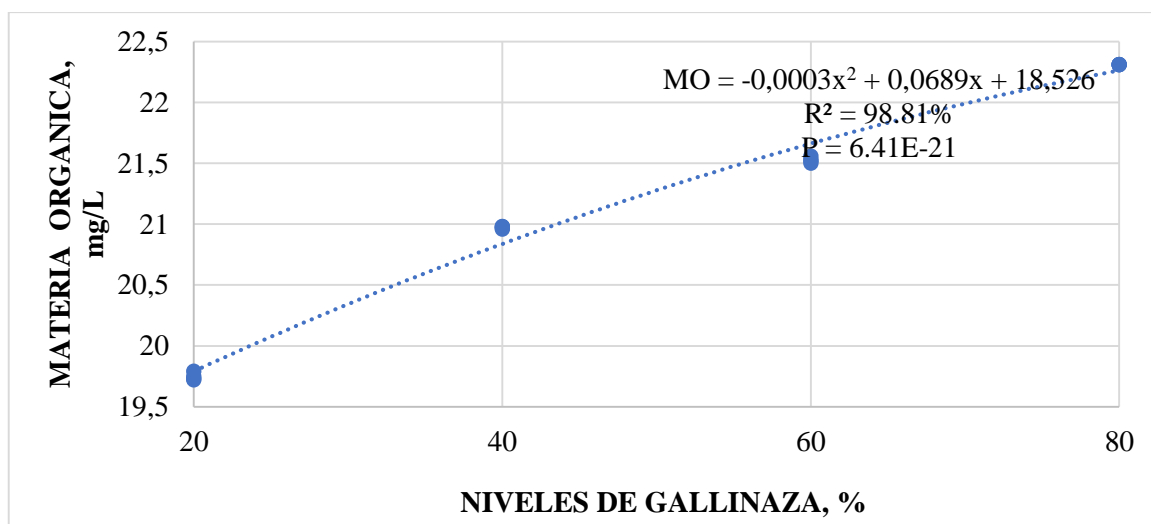


Gráfico 7-3: Evaluación de la regresión del contenido de materia orgánica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.1.8. *Peso final*

Para evaluar la viabilidad de la investigación es necesario conocer además de las características finales del producto, el rendimiento que se tenga al producir por lo cual fue necesario evaluar el peso final del compost, para determinar el rendimiento máximo del proceso productivo, al evaluar esta variable en el compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$) entre medias.

Al elaborar compost orgánico con 20% de gallinaza (T1) el peso final fue de 18.00 g, que disminuye a valores de 16.25 g al preparar el compost con 40% de gallinaza (T2), a continuación, se obtiene las respuestas al añadir el 60% de gallinaza (T3) con medias de 14.25 g y el peso final menor es de 12.25 g; este se obtiene al formular el compost con 80% de gallinaza (T4).

La diferencia estadística de los datos indica que el peso final del compost depende directamente de la cantidad de gallinaza con la que se prepara, la variable es mayor mientras menos cantidad de gallinaza se adicione en la formulación,

Esto se debe según (Alvarez Zapata, R. & Nouel Borges, G., 2011, p. 36), a que las reacciones generadas en la fase mesofila; esto indica que se producen en menor rango las reacciones de desdoblamiento celular evitando la pérdida de peso del material de partida.

El peso final del compost, determina la cantidad de materia que ha sido degradado y la cantidad de sustancias que se han aprovechado, al producir un peso mayor no se han producido suficientes reacciones para aumentar la carga nutritiva del producto, además de que ha sido deficiente la transformación de proteínas, carbohidratos en fuente de nutrientes más simples de digerir por los organismos vivos en el compost.

La evaluación de la regresión obtenida del peso final que reportó en el gráfico 8-3; del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza, reportó una tendencia lineal altamente significativa ($P < 0.01$), es decir que partieron de un intercepto de 20 g, las medias decrecieron en 0.0963 g, por cada unidad de cambio en el porcentaje de gallinaza adicionado en la elaboración de compost orgánico por efecto de la producción de reacciones de degradación

Además se registró un coeficiente de determinación (R^2), de 83.80%, mientras que el restante 16.20% dependió de factores no estudiados, en la investigación que tienen relación directa con los procesos fisiológicos de maduración y reproducción de los seres vivos y de las condiciones

ambientales; en la evaluación de la regresión del peso final del compost se obtuvo la siguiente ecuación de estudio: $\text{Peso final} = -0.0963(\% \text{ de gallinaza}) + 20$

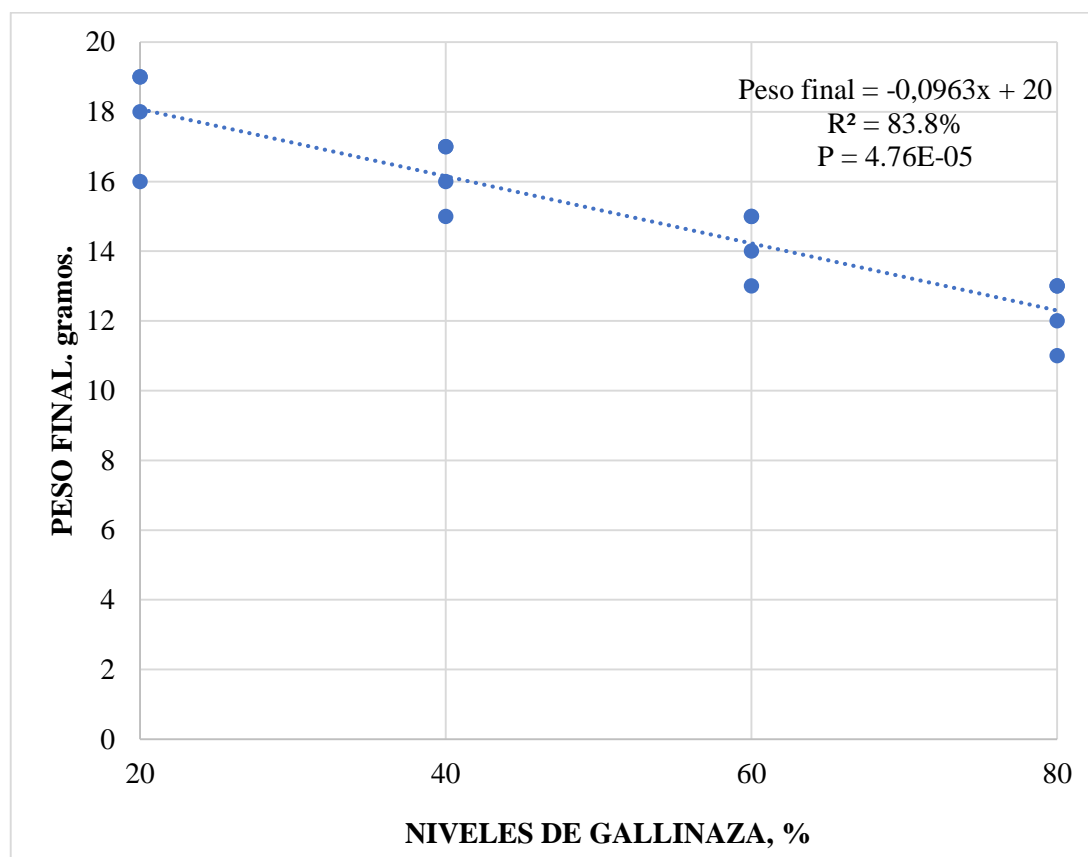


Gráfico 8-3: Evaluación de la regresión del peso final del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.2. Evaluación de las características físicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza

3.2.1. Temperatura

La temperatura es necesaria controlar en las diferentes etapas de producción del compost, esta influye directamente en los procesos biológicos de transformación ya que afecta directamente a la supervivencia de hongos, bacterias presentes en el medio, por lo que es la variable fundamental para asegurar la producción de compost, al probar diferentes niveles de gallinaza en la formulación se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$) entre medias.

En la evaluación de los resultados, la temperatura más alta de producción se obtuvo al adicionar 80% de gallinaza (T4) con medias de 73.00°C, que disminuye a 68.25° en la preparación de compost con 60% de gallinaza (T3), al producir compost con 40% de gallinaza (T2) se obtiene valores de 62.00°C y la temperatura más baja de producción se obtiene al formular el compost con la adición del 20% de compost (T1) con respuestas de 52.00°C.

Es necesario para todos los procesos químicos y biológicas en el interior del compost que se alcance la temperatura adecuada, este control también depende del tipo de bacterias que se encuentren en el interior del compost, pudiendo ser estas termófilas o no que resisten diferentes temperaturas de operación y que logran un pico de producción a condiciones específicas.

El autor (Bohorquez, 2015, p. 45), en el manual de elaboración de compost indica que el compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C, sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable no decaiga demasiado rápido, ya que, mientras más alta es la temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y por ende una mejor higienización.

La temperatura del medio se ve relacionada de manera directa con las características del material de partida, ya que en el material que tiene una alta relación Carbono: Nitrógeno, los microorganismos no tienen el Nitrógeno suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura más de una semana, retrasando así la fase de maduración de la pila; disminuyendo los niveles de nutrientes en el compost. (OPS, 2011, pp. 28-29).

El alto contenido de Nitrógeno presente en la gallinaza, influye en las reacciones de combustión generada, el conjunto de estas reacciones es exotérmicas que no necesitan calor para producirse, pero liberan calor al medio aumentando la temperatura del medio, pero hay que controlar que la temperatura del medio este entre 35-70°C que es la temperatura optima al que se produce la mayoría de reacciones catabólicas en el medio.

La temperatura en el medio registrada en la presente investigación es superior a la que reporta (Zenón, 2016, pp. 40-41), que obtuvo valores de 41°C en la elaboración de compost con residuos domesticos en combiancion con 20% de gallinaza y por los que reporta (Porrás, 2012, p. 40), con medias de 32° en la elaboración de compost combinando Celulosa y 25% de gallinaza, esto indica que el nitrógeno es el componente principal que regula la temperatura del medio.

Los resultados de la temperatura se relacionan a una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$) por efecto de la adición de diferentes niveles de gallinaza, es decir que partiendo de un intercepto de 39.938°C inicialmente se incrementa la temperatura en 0.67°C por cada porcentaje de gallinaza adicionada en la formulación y posterior disminuyen en 0.0033°C al adicionar 80 % del agente de estudio adicionado (ver el gráfico 9-3)

Las medias reportaron un coeficiente de determinación (R^2), del 99.82%, lo que indica la máxima relación entre las repeticiones del experimento en cada uno de los tratamientos, esto se consigue disminuyendo los errores generados por efecto de variación de las condiciones experimentales, la ecuación para determinar la regresión entre los dos factores de estudio fue:

$$\text{Temperatura} = -0.0033(\% \text{ gallinaza})^2 + 0.6744(\% \text{ de gallinaza}) + 39.938$$

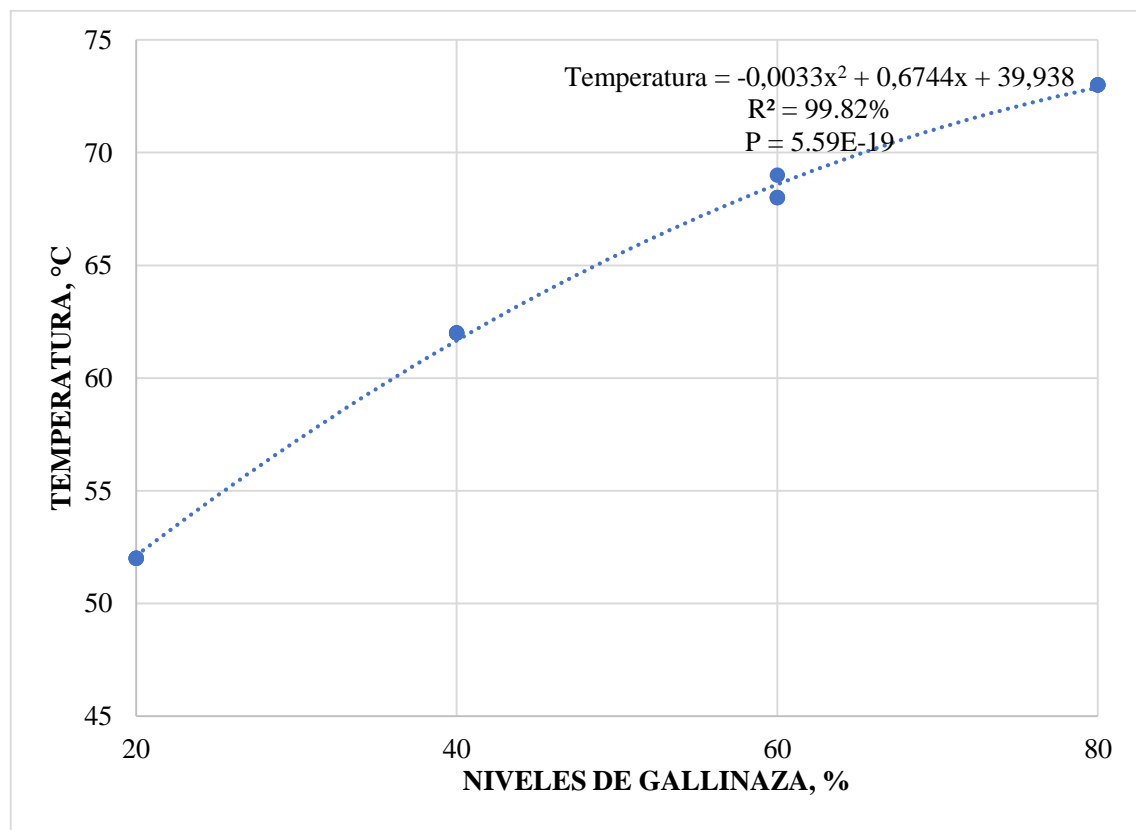


Gráfico 9-3: Evaluación de la regresión de la temperatura del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019

Tabla 12-3: Evaluación de las características físicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”

VARIABLES	NIVELES DE GALLINAZA %.								PROB	SIGN	CV	EE
	20%		40%		60%		80%					
	T1		T2		T3		T4					
Temperatura, °C.	52.00	d	62.00	C	68.25	b	73.00	a	5.6E-19	**	3.9E-01	1.3E-01
Granulometría, mm.	3.83	a	2.55	B	1.65	c	1.05	d	3.64E-15	**	0.99	0.89
Conductividad eléctrica, $\mu S/m$	1.93	a	2.89	B	3.35	c	4.22	d	2.20E-15	**	0.99	0.12

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P < 0,01$).

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia .

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.2.2. *Granulometría*

La granulometría mide el tamaño de las partículas que conforman el compost, es necesario conseguir un tamaño adecuado de partícula ya que esto producirá un flujo normal del agua en el interior del compost, el agua transporta los macro y micronutrientes necesarios para las distintas fases de producción del compost, en el análisis de la granulometría por efecto de la adición de diferentes niveles de gallinaza se reportó diferencias altamente significativas ($P < 0.01^{**}$).

Registrándose que en la preparación del compost con 80% de gallinaza (T4) las respuestas fueron de 1.05 mm; que aumentan a 1.65 en la formulación de compost con la adición de 60% de gallinaza (T3), así como en la formulación con 40% de gallinaza (T2) se reporta valores de 2.55 mm y el tamaño mayor de partícula se alcanzó en el compost al que se agrega 20% de gallinaza (T1) con respuestas de 3.83 mm.

El tamaño de partícula se establece antes de realizar el compost, esto se logra ajustando el tamaño de cada uno de las materias primas añadidas en la preparación, se reporta diferencias estadísticas en las medias ya que la gallinaza es semilíquida que hace que tenga un tamaño de partícula menor, esto se reduce con la adición de menor cantidad de gallinaza ya que el espacio es ocupado por los otros materiales con los que se prepara el compost.

Estos resultados tienen su fundamento en lo expuesto por (Barbado, 2014, p. 23) , quien indica que la estructura y estado final de los restos orgánicos son variables de acuerdo a la procedencia del material, pero es necesario tener un tamaño adecuado que facilite la descomposición y degradación, ya que menor tamaño de partículas consigue una mayor área para el contacto del material con microorganismos.

Un tamaño óptimo de partículas esta entre 2-5 mm, esto se debe lograr con una combinación adecuada de materiales finos y elementos groseros que permiten el paso de aire y agua normal; el uso de material lignocelulósico con tamaños exagerados de partículas por su composición inhiben, ralentizan y retrasan el proceso fermentativo del compost, esto hace que los nutrientes no sean elevados en el producto final.

La filtración de los lixiviados en el compost es necesaria para poder distribuir los nutrientes en todo el producto, esto aumenta la probabilidad de que crezcan los microorganismos y hongos que producen las reacciones de síntesis de proteínas, minerales, vitaminas; esta distribución se logra

disminuyendo el tamaño de grano y aumentando el área de transferencia de los lixiviados, con lo que se optimiza el proceso de absorción.

(Perez, 2015, pp. 8-10) reporta valores de 3 mm en la preparación de compost elaborado con desechos de la industria azucarera y los reportados por (Castillo, 2015, p. 46), con valores de 4 mm al preparar abono con la combiancion de residuos de cascara de huevo y 90% de gallinaza; valores superiores a los reportados en la presente investigación, esto indica la facilidad de manejo cuando se emplea gallinaza.

La evaluación de la regresión que se muestra en el gráfico 10-3, reporta que los daos se dispersan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), en donde partiendo de intercepto de 3.28 mm, la granulometra disminuyó en 0.0147 mm por cada unidad de cambio en el porcentaje de gallinaza adicionado al compost y posteriormente se aprecia una disminución de 0.0002 mm al incluir un 80 % de gallinaza al compost.

Ademas se aprecia un coeficiente de determinacion (R^2), de 42.21%, mientras que el restante 47.79% se logró por errores aleatorios no considerados en la investigacion y que tienen que ver basicamente con la distribucion de las particualas de gallinaza al momento de comenzar la producción de compost, la ecuación para determinar la regresión de la granulometría fue:

$$\text{Granulometría} = -0.0002(\% \text{gallinaza})^2 - 0.0147(\% \text{gallinaza}) + 3.2813$$

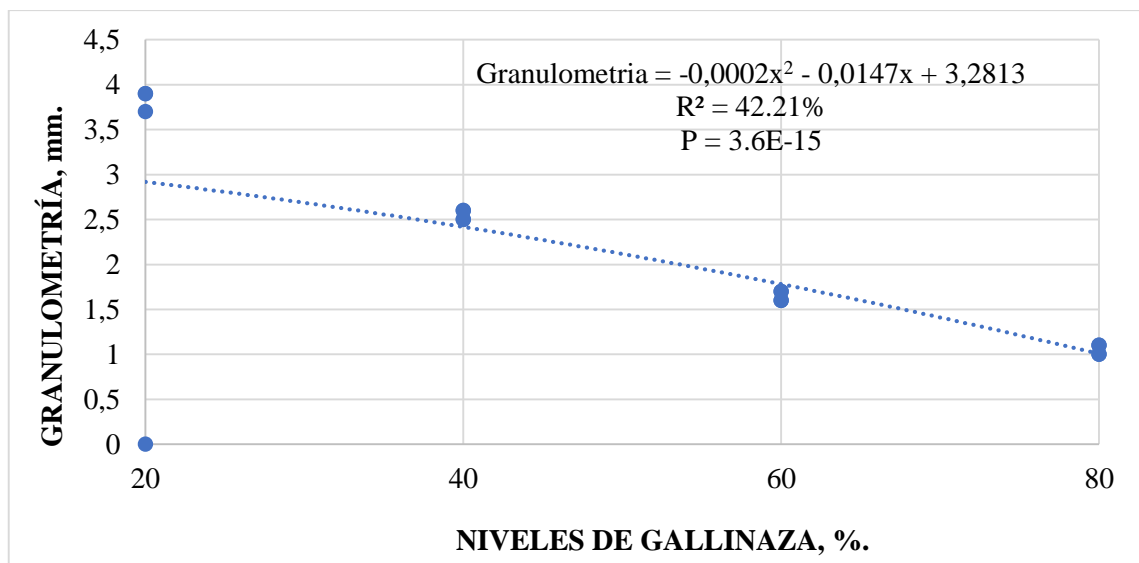


Gráfico 10-3: Evaluación de la regresión de la granulometría del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.2.3. Conductividad Eléctrica

El análisis de la conductividad eléctrica se realiza para determinar cualitativamente la cantidad de minerales disueltos en el compost, que son los micronutrientes necesarios para mejorar las condiciones del suelo después de la fertilización. Al realizar el análisis de varianza se reportó diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01^*$), por efecto de los diferentes niveles de gallinaza recuperada en la granja avícola Bilbao.

En la evaluación estadística de los resultados, se aprecia que los resultados son mayores cuando se formula el compost con 80% de gallinaza (T3) con valores de $4.22 \mu S/m$, que disminuye a $3.35 \mu S/m$, en la formulación preparada con 60% de gallinaza, la formulación en la que se adiciono 40% (T1) de gallinaza reporta valores de $2.89 \mu S/m$; en tanto que los resultados más bajas se registró en la formulación con 20% de gallinaza (T1) con respuestas de $1.93 \mu S/m$.

La tendencia de los datos indica una relación directa, con lo que se infiere que al aumentar la concentración de gallinaza en la formulación se aumenta la conductividad eléctrica del compost, esto como respuesta normal al aumento de los minerales que se elevan por gramo de gallinaza adicionada, el acrecentamiento de la conductividad eléctrica permite mejorar la absorción del agua y los fenómenos de transferencia electrónica entre electrolitos del suelo.

Al respecto (Barbado, 2014, p. 12), indica que durante el desarrollo de la producción de compost, la conductividad eléctrica del sustrato puede incrementar por la presencia de fertilizantes insolubles, como los de liberación lenta, el sustrato tiene una alta CIC (capacidad de intercambio catiónico) y al mismo tiempo, se descompone liberando nutrientes. Todo esto se puede evitar conociendo a priori la cantidad de nutrientes que el cultivo requiere.

La conductividad eléctrica es necesaria para poder liberar los iones presentes en el compost, en general los micronutrientes forman sales muy solubles, que al incluir agua en la formulación estas se ionizan y aumentan la conductividad eléctrica del sustrato, al incrementar la gallinaza es probable que aumente la capacidad de ionizarse del potasio, calcio y demás minerales presentes en la composición de la materia prima.

Al tener los minerales disueltos en el sustrato, estos beneficiaran a las reacciones paralelas de producción de vitaminas y proteínas ya que actúan como catalizador de las reacciones, además de que proveen de energía a los microorganismos y hongos presentes en el medio, lo que aumenta los

procesos catabólicos y anabólicos que mejoran la absorción y transformación de los nutrientes presentes en el compost.

Los resultados son superiores a los reportados por (Bohórquez, 2015 pp. 4-5), que alcanzo respuestas de $3.71 \frac{\mu S}{m}$, al formular compost con la adición de 10% de gallinaza y bagaso y con las que reporta (Perez, 2015, pp. 8-10) con valores de $4.15 \frac{\mu S}{m}$, en la preparación de compost elaborado con desechos de la industria azucarera; con lo que indica concentraciones óptimas de micronutrientes en la gallinaza.

La evaluación de la regresión que se muestra en el gráfico 11-3, la conductividad eléctrica del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza, reporto una tendencia lineal positiva altamente significativa ($P < 0.01$), donde se indica que los datos partieron de un intercepto de $1.26 \mu S/m$, aumentan en $0.093 \mu S/m$, por cada unidad de cambio en el porcentaje de gallinaza adicionado en la elaboración de compost orgánico por efecto de la producción de reacciones de degradación, en la evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost se obtuvo la siguiente ecuación de estudio:

$$\text{Conductividad Eléctrica} = 0.0367(\% \text{ de gallinaza}) + 1.26$$

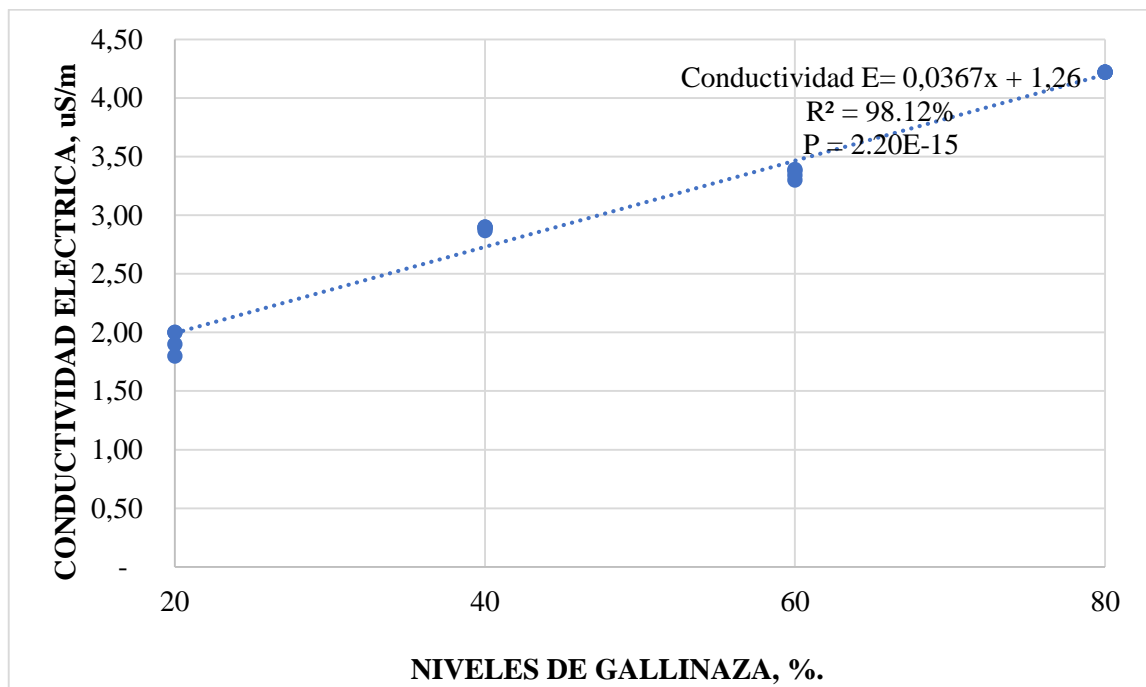


Gráfico 11-3: Evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

Además se aprecia un coeficiente de determinación (R^2), de 98.12%, mientras tanto que el restante 1.88% dependió de factores no estudiados en la presente investigación, que tienen relación directa con los procesos fisiológicos de maduración y reproducción de los seres vivos y de las condiciones ambientales;

3.3. Evaluación de las características sensoriales del compost producido con diferentes niveles de gallinaza

3.3.1. Color

Para la prueba sensorial color del compost se estableció la escala de calificación de acuerdo a las características propias del producto, para lo cual se calificó con 1 punto a las muestras de color café claro, 3 puntos alcanzan las muestras de color amarillo oscuro y 5 puntos tienen las muestras con color café oscuro, realizando el análisis de varianza en función del nivel de gallinaza adicionado se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$) entre medias.

Estableciéndose que al preparar el compost con 80% de gallinaza (T4) se alcanzaron medias de 5.00 puntos, respuestas iguales se presentan con la adición en la formulación del compost el 60% de gallinaza (T3), las cuales disminuyen a 3.00 puntos cuando se elabora compost con la adherencia de 20% de gallinaza (T1), al preparado del 20% de gallinaza con valores de 1.00 punto.

De los resultados analizados, se afirma que al utilizar mayores niveles de gallinaza en la formulación del compost se aprecia una coloración más oscura, hasta llegar a un color café oscuro que indica que el producto elaborado tiene un alto grado de fermentación, en este caso la mayoría de proteínas y vitaminas han sido catalizadas y se obtienen productos de reacción con colores característicos.

La interpretación de los resultados tiene su base en lo que expone (Sánchez, 2011, p. 121)), quien menciona que la degradación de los ácidos obtenidos en la producción de compost provoca el incremento del pH desde 5,5 hasta 7,5, el color del compost se pone más oscuro paulatinamente, una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye con lo que se aumenta las reacciones de catálisis, después de estas operaciones el color del producto final debe ser negro o marrón oscuro.

El color de la composta depende fundamentalmente del origen de los residuos y de las bacterias y hongos que puedan generarse en el medio, por lo general residuos extraídos de excretas animales aumentan la relación de carbono: nitrógeno, esto ocasiona el paradiamiento enzimático de los carbohidratos para que el color del compost se presente café oscuro, por lo que para comprobar la calidad del producto final el tener un color oscuro indica una óptima fermentación del compost y máximo aprovechamiento de los macro y micronutrientes. (Bermúdez, 2010, p. 34).

La evaluación de la regresión que se muestra en el gráfico 12-3, de los resultados del color al adicionar diferentes niveles de gallinaza, reporta una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), donde se describe que partiendo de un intercepto de 3.5 puntos, las medias descendieron en 7.5 puntos por cada porcentaje de gallinaza adicionado y a continuación se elevaron en 12.5 puntos al incluir el 80 % de gallinaza a la formulación.

Se reporta además un coeficiente de determinación (R^2), de 54.55%, mientras tanto que el restante 44.45% dependen de otros factores no considerados en la presente investigación y que tiene que ver con errores en el experimento, además que tienen relación con la variación resultado de la evaluación sensorial que se hace a criterio de una persona y no puede ser comprable, para el análisis de la regresión del color la ecuación planteada fue:

$$\text{Color} = 12.5(\% \text{ gallinaza})^2 - 7.5(\% \text{ gallinaza}) + 3.5$$

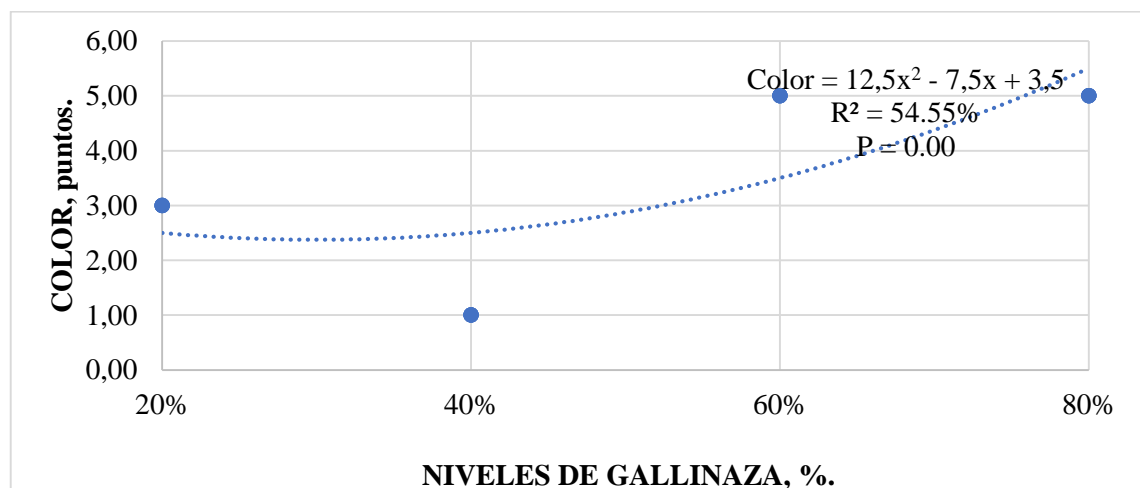


Gráfico 12-3: Evaluación de la regresión del color del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

Tabla 13-3: Evaluación de las características sensoriales del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza en la formulación recuperada en la granja avícola “Bilbao”

VARIABLES	NIVELES DE GALLINAZA, %.				PROB	SIGN	CV	EE
	20% T1	40% T2	60% T3	80% T4				
Color, puntos.	3.00 b	1.00 b	5.00 c	5.00 a	0.0018	**	0.67419986	1.30930734
Olor, puntos.	1.00 b	3.00 c	5.00 c	5.00 a	0.0018	**	0.94387981	0.58554004

abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ($P < 0,01$).

EE: Error estadístico

Prob: probabilidad.

Sign: Significancia .

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.3.2. Olor

La variable organoléptica olor se analiza para comprobar el grado de maduración de la pila de composta, de acuerdo a esto el evaluador estableció que muestras con olor a poco fermento se le asigne un valor de 1,00 punto, un olor a fermento medio se les asigne el valor de 3,00 puntos y muestras con olor a fermento se asigne el valor de 5,00 puntos, en el análisis de varianza se estableció diferencias altamente significativas ($P < 0.01^*$), por efecto de los diferentes niveles de gallinaza adicionado al compost.

Estableciéndose los resultados más altos para las muestras en las que se incluyó el 80% de gallinaza (T4), con valores de 5.00 puntos, al igual que en la preparación de compost con el 60% de gallinaza (T3), las que descendieron a 3.00 puntos cuando se adiciono al compost el 40% de gallinaza (T2) y las respuestas con olor a poco fermento se alcanzaron en la elaboración de compost con el 20% de gallinaza (T1) con una puntuación de 1.00 puntos.

De acuerdo a los resultados obtenidos se verifica la relación existente entre el nivel de gallinaza con el que se formula el compost y la prueba organoléptica olor, se establece que al adicionar mayores niveles gallinaza se alcanza un olor a fermento agradable, lo que indica que la etapa de maduración del compost ha sido óptima y que se han aprovechado los nutrientes y las características de la materia prima para la elaboración del producto final.

Lo que es corroborado con lo que manifiesta (Sánchez, 2011, p. 45) quien señala que el compost debe oler a tierra de bosque y si no lo hace, hay algo mal y su pila de compost no se está calentando adecuadamente y descomponiendo el material orgánico; el resultado final debe ser un olor a fermento.

Uno de los problemas que debe ser evitado en la producción de compost con estiércol de animal y en especial con gallinaza, es el control del amoníaco, el cual se puede distinguir por su olor característico, mientras la pila tenga un olor a poco fermento indica que el amoníaco está disuelto y no combinado, esto se da cuando la concentración de nitrógeno no es adecuada.

Produce daños en la calidad del producto final, mientras que a mayor concentración de amoníaco disuelto se favorece las reacciones de síntesis de macronutrientes, esto indica que para mejores características de las pilas es recomendable utilizar mayores niveles de gallinaza en post de mejorar las reacciones de síntesis. (Sánchez, 2011, pp. 456-466)

La evaluación de la regresión que se muestra en el gráfico 13-3, de los resultados obtenidos del olor de la composta al adicionar diferentes niveles de gallinaza, reporta una tendencia cuadrática altamente significativa ($P < 0.01^*$), donde se indica que partiendo de un intercepto de 2.5 puntos, las medias se incrementan en 19.5 puntos por cada nivel lineal de gallinaza adicionado y a continuación descienden en 12.5 puntos al adicionar el 80 % de gallinaza.

Además se reporta un coeficiente de determinación (R^2) de 98.18%, mientras que el restante 1.82% dependen de otros factores no considerados en la presente investigación como son los errores en el experimento, además que tienen relación con la variación resultado de la evaluación sensorial que se hace a criterio de una persona y no puede ser comprable, para el análisis de la regresión del color la ecuación planteada fue:

$$\text{Olor} = -12.5(\% \text{ gallinaza})^2 + 19.5(\% \text{ gallinaza}) - 2.5$$

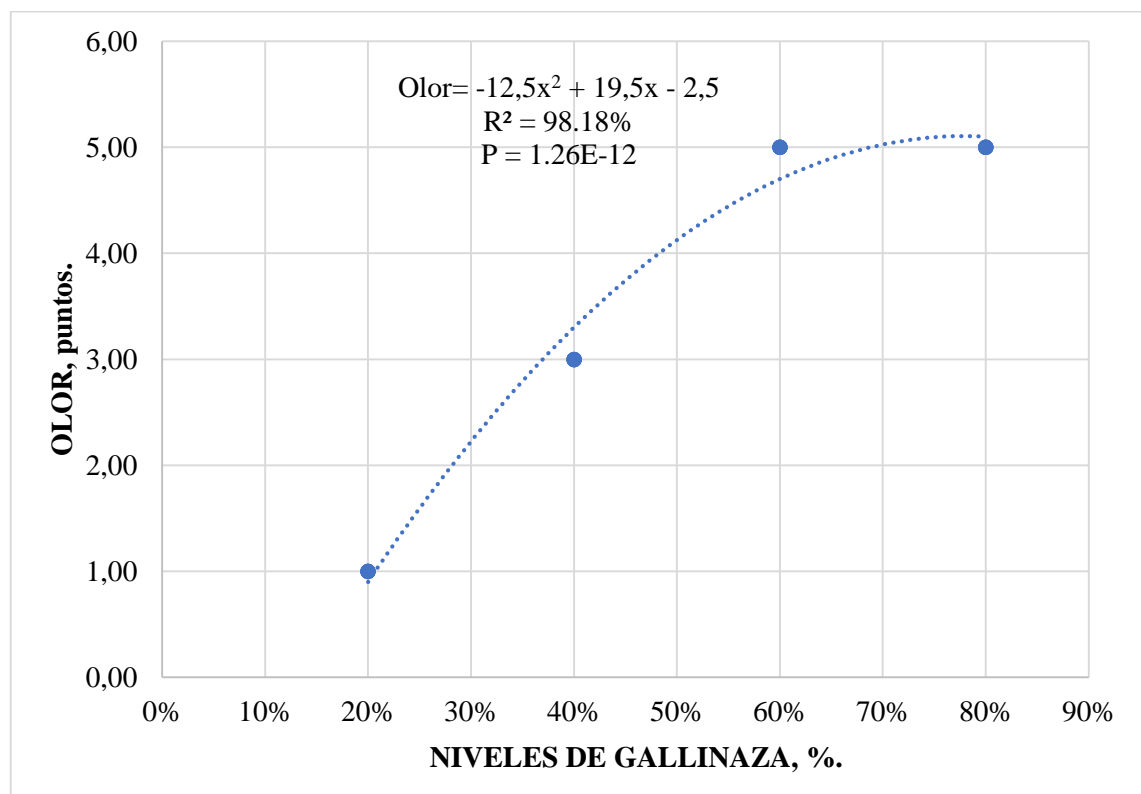


Gráfico 13-3: Evaluación de la regresión del olor del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada en la avícola “Bilbao”.

Realizado por: Ruíz, Karina. 2019.

3.4. Evaluación económica

Al evaluar la producción de composta a partir de residuos sólidos aprovechables de la “Industria Avícola Bilbao” utilizando cuatro porcentajes de gallinaza (20, 40, 60 y 80 %), desde el punto de vista económico se determinó que se registraron como egresos producto de la compra del material, y la elaboración del compostaje valores de \$110; \$113; \$115 y \$117, al utilizar el 20,40,60 y 80% de gallinaza respectivamente. Una vez elaborado el compostaje los ingresos fueron de \$126 \$133 \$140 \$147 en cada uno de los tratamientos antes indicados.

Por lo tanto al dividir ingresos par egresos se obtuvo la relación beneficio costo más alta en el lote de composta al que se agregó 80 % de gallinaza con un valor de 1,26 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 26 centavos de dólar mientras tanto que los ingresos más bajos fueron reportados en la pila de composta elaborada con 20 % de gallinaza con un valor de 1,15 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 15 centavos de dólar.

Mientras tanto que valores intermedios que fueron de 1,18 y 1,22 para las compostas a las que se adicionó 40 y 60 % de gallinaza en su orden, por lo tanto al establecer rentabilidades que van del 15 al 26% se considera una tecnología muy apreciada sobre todo tomando en cuenta la remediación ambiental existente.

De esta manera es recomendable la utilización de residuos sólidos aprovechables (80 % de gallinaza de la “Industria Avícola Bilbao” mediante la técnica de compostaje, ya que incrementa la utilidad económica aprovechando un producto que es contaminante sino se lo trata adecuadamente generando malos olores, proliferación de moscas, roedores y otra fauna nociva.

Una vez compostado puede ser aplicado en el enriquecimiento de los terrenos de la misma industria los cuales son aprovechados para los bovinos de leche que posee la granja y a su vez para la venta directa a los agricultores, solucionando enormemente el problema que aqueja a muchas avícolas del país que tienen que vender la gallinaza en precios por debajo de lo requerido debido a que la producción es alta y no encuentran una manera de industrializarlo en la tabla 14-3, se indica la evaluación económica de la producción de composta a partir de residuos sólidos aprovechables de la “Industria Avícola Bilbao”.

Al obtener buenos resultados con esta técnica de compostaje, lo ideal es compartir lo aprendido, con el resto de avícolas de la zona, para disminuir el impacto que está causando el mal uso de esta gallinaza.

Tabla 14-3. Evaluación económica de la producción de composta a partir de residuos sólidos aprovechables de la “Industria Avícola Bilbao”.

CONCEPTO	NIVELES DE GALINZA APLICADOS A LA COMPOSTA			
	20%	40%	60%	80%
	T1	T2	T3	T4
<i><u>EGRESOS</u></i>				
Mano de Obra	20	20	20	20
Gallinaza	25	28	30	32
Materiales para elaborar la composta	50	50	50	50
servicios básicos	10	10	10	10
Imprevistos	5	5	5	5
TOTAL EGRESOS	110	113	115	117
<i><u>INGRESOS</u></i>				
Producción de compost	18	19	20	21
Venta de compost (7Kg)	126	133	140	147
TOTAL INGRESOS	126	133	140	147
BENEFICIO / COSTO (USD)	1.15	1.18	1.22	1.26

Realizado: Ruíz, Karina, 2019.

CONCLUSIONES

- Al realizar la valoración de la composta proveniente de la industria avícola Bilbao, se apreció que el residuo orgánico agroindustrial (gallinaza), posee un valor intrínseco importante; ya que, se puede obtener mediante la técnica de compostaje, un material a ser utilizado como fertilizante, plaguicida, bioestimulante natural y acondicionador del suelo, supliendo así la necesidad de fertilizantes químicos.
- La elaboración de bio – compost (gallinaza), previene la generación de elementos que contaminan los alrededores de la explotación avícola “Bilbao”; permitió la conservación y almacenamiento de gallinaza por un tiempo más prolongado, disminuyó malos olores y gases amoniacales.
- Los análisis físicos – químicos de: Humedad (31,70 %), temperatura (73 °C), granulometría (1,05 mm), conductividad (4,22), nitrógeno total (2,10); además de los análisis cualitativos color (5 puntos), olor (5 puntos); demostraron que la utilización de la técnica de compostaje tuvo un efecto positivo al aplicar el 80% de gallinaza en la composta con rangos óptimos para su uso agronómico.
- El costo de producción más bajo se obtuvo al utilizar 80% de gallinaza en la composta, el mejor índice de Beneficio/Costo de 1,26; puesto que, de cada dólar invertido se obtuvo una utilidad de 26 centavos de dólar, a más de un menor tiempo en el proceso de remediación ambiental de los alrededores de la explotación “Bilbao”.

RECOMENDACIONES

- Utilizar mayores niveles de residuos orgánicos (80 % de gallinaza), para obtener un producto que sirva de fertilizante natural, evitando el uso de productos químicos que empobrecen el suelo por sus efectos contaminantes. A través de su elaboración se evita el uso de fertilizantes químicos cuya aceptación se ha visto mermada por su ya ineficiente acción en los cultivos y atributos demostrados por los abonos provenientes de los recursos disponibles en el campo.
- Aplicar al compost mayores niveles de gallinaza debido a que el material que se produce presentan muy buenas características físico químicas, para que al ser colocado en el suelo sirva de fuente de macro y micro elementos necesarios para el desarrollo de los cultivos.
- Se aconseja producir bioabonos como una alternativa de uso de residuos orgánicos; como es el caso de la gallinaza, con variados beneficios tanto medioambiental y económico, sobre la salud humana, animal y a la generación de conocimientos.
- Difundir los resultados de la presente investigación de manera que sirva de referente para explotaciones vecinas que pueden tener problemas de contaminación por olores o presencia de vectores nocivos, no solo para los humanos que laboran en la granja sino también para las aves.

BIBLIOGRAFÍA

AGUIAR, Bernardo. Contaminación Ambiental y sus efectos en la producción de aves, universidad de Montevideo - Uruguay. 2009, p. 45.

Consultado [22 de Mayo del 2019]

Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>

AGUILAR, Luis. Contaminación Ambiental, universidad de Toluca - Mexico 2006, p. 34

Consultado [24 de febrero del 2019]

Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/2006/10/que-es-la-contaminacion-ambiental.html>

AGUILERA, Mario., *Contaminacion Ambiental en la produccion avicola*, universidad de Toluca - Mexico 2006. P. 48

Consultado [14 de marzo del 2019]

Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/2006/10/que-es-la-contaminacion-ambiental.html>

ALVAREZ , R.amon & NOUEL, Borges, *Efecto de un programa alternativo de luz sobre la productividad de pollos de engorde, universidad de venezuela. 2011. P.43*

Consultado [04 de Junio del 2019]

Disponible en:<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/produccion-de-pollos-t28907.htm>

ALVAREZ , R.amon & NOUEL, Borges, *Efecto de un programa alternativo de luz sobre la productividad de pollos de engorde, universidad de venezuela. 2011. P.38*

Consultado [04 de Abril del 2019]

Disponible en:<https://www.engormix.com/avicultura/articulos/produccion-de-pollos-t28907.htm>

BARBADO, Artunduanga, *Cría de aves, Univercidad de Buenos Aires – Argentina. 2014. P. 21*

Consultado [24 de Abril del 2019]

Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/13075?show=full>

BARBARO, Lorena, *Importancia del pH y la conductividad electrica en los sustratos para plantas.* Buenos Aires: INTA. 2015.

Consultado [2 de Abril del 2019]

Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/importancia-del-ph-y-la-conductividad-electrica-ce-en-los-sustratos-para-plantas>

BASOOM, David, *Razas y cria de gallinas*. Cúcuta: Mc Grawn Hill, Agapea Libros Urgentes (Malaga - España. 2010.

Consultado [21 de junio del 2019]

Disponible en: <https://www.iberlibro.com/Razas-cr%C3%ADa-pollos-gallinas-Bassom-F/22671930612/bd>

BERMÚDEZ, Angel, *Contaminacion y turismo sostenible, Universidad de molina* - Peru. 2010. P. 18

Consultado [21 de junio del 2019]

Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1934/193424449006.pdf>

BLEIMER, Juan., *Contaminacion y turismo sostenible, universidad Lima – Peru*. 2010.

Consultado [21 de junio del 2019]

Disponible en: <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>

BOHORQUEZ, Alexander, *Evaluación de la calidad del compost producido a partir de subproductos agroindustriales de caña de azúcar, Universidad de Medellin* - Colombia: Corpoica. 2015. P. 26

Consultado [04 de marzo del 2019]

Disponible en: [http://D:/descaras/art%C3%ADculo_redalyc_449944863008%20\(1\).pdf](http://D:/descaras/art%C3%ADculo_redalyc_449944863008%20(1).pdf)

BOHORQUEZ, Manuel., *Evaluación de la calidad del compost producido a partir de los residuos agroindustriales de la caña de azúcar*. 2015. P. 23

Consultado [04 de marzo del 2019]

Disponible en: [http://D:/descaras/art%C3%ADculo_redalyc_449944863008%20\(2\).pdf](http://D:/descaras/art%C3%ADculo_redalyc_449944863008%20(2).pdf)

BUZBY, Jean, *ERS estimates U.S. foodborne disease costs*. Boston: Food Review universidad de Boston - USA. 2015. P. 17

Consultado [04 de marzo del 2019]

Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/ags/uersfr/266263.html>

CALZADA, Marlon., *Biomass Characterization, Universidad de Boston* - USA. 2015. P. 40

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1003824426183>

CASTILLO, Jhoswil, Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (compost, bokashi y lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de el alto. Iii(3), 2015. P. 14

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6835>

CASTILLO, Bernabe, *Acondicionamiento de Biosólidos por medio de Compostaje*". El salvador: AIDIS, Universidad de el Salvador, 2015. P. 19

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n1/21>

HAYNES, Limusa, *Cría Domestica de pollos*. México D.F. 2016, p. 31

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/p65h82i/Haynes-C-1990-Cr%C3%ADa-dom%C3%A9stica-de-pollos-Editorial-Limusa-M%C3%A9xico-DF-318-p-Hess-E/>

JIMENEZ, Pablo, *Contaminacion ambiental en la industria avicola, universidad de caracas – Venezuela*. 2006. P. 21

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/2006/10/que-es-la-contaminacion-ambiental.html>

KALIL, Pablo, *Seguimiento del proceso de humidificación del compost inoculado*, Universidad de Bogotá – Colombia. 2015. P. 15

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis288.pdf>

LÓPEZ, Arturo, *Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña*. Balera: Universidad Agraria de la Habana. 2016.

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-7

MARTÍNEZ, Luisa, *Gallinas Ponedoras*. Buenos Aires: Albatros. 2014. P. 20

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23669/1/Tesis%2057%20Medicina>

MÓRALES, Lucas, *Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique*. Brasilia: Eng. Agríc. 2018.

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1953/195358115005/html/index.html>

NAKASI, Peter, *Microbial succession associated with organic matter decomposition during thermophilic composting*. Ontario: Waste Management & Research. 2015. p. 16

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/939f/ea3d9b07f815f4e9527fec7b80f9192fd4d>.

OPS, *Organizacion Panamericana de la salud, Quito – Ecuador. 2019. P. 21*

Consultado [16 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.paho.org/ecu/>

PANEQUE, Lucas, *Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación*. La Habana. 2014. P. 12.

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>

PÉREZ, Reinaldo, *Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas*, Republica Dominicana. 2015. P. 4

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262653761>.

ROBLES, Charli, *Evaluación de parámetros de temperatura, humedad y pH para la elaboración de compost*, Zacatexas – Mexico. 2015. P. 17.

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/1683/Fredd_Tesis_Licy

SÁNCHEZ, Gustavo, *Spatial variability of soil chemical properties and its effect on crop yields: a case study in maize*. Bogota – Colombia. 2011. P. 19

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-993

VALDIVIÉ, Mario & O. A. *Evaluación de desechos de la industria cafetalera y azucarera como camas avícolas en Guantánamo – Cuba. 2013. P. 26*

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-residuales-avicolas>.

WEEKS, Julian, *Poultry handling and transport..* Wallingford: Livestock handling and transport, California – USA. 2015. P. 38

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: <https://www.googleadservices.com/pagead/aclk?sa=L&ai=DChcSEwj>.

ZENON, Planton, *Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos orgánicos, Cabuco – Bolivia. 2016. P.87.*

Consultado [12 de enero del 2019]

Disponible en: en: <https://www.cabi.org/bookshop/book/9781780643212>

ANEXOS

ANEXO 1. PH DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	6.90	7.00	6.80	6.90
40%	7.10	7.20	7.20	7.10
60%	7.30	7.30	7.40	7.40
80%	8.00	7.90	8.00	7.90

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	2.5	0.16					
Tratamientos	3	2.4	0.80	192.6	3.490	5.953	2.06E-10	**
Error	12	0.1	0.004					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles	medias	Rango
20%	6.9	d
40%	7.15	c
60%	7.35	b
80%	7.95	a

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>de Suma cuadrados</i>	<i>de Promedio cuadrados</i>	<i>de los F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresió					
n	1	2.24	2.24	147.53	8.0E-09
Residuos	14	0.21	0.02		
Total	15	2.46			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 2. TEMPERATURA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	52	52	52	52
40%	62	62	62	62
60%	68	68	68	69
80%	73	73	73	73

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	988.4	65.90					
Tratamientos	3	987.7	329.23	5267.67	3.490	5.953	5.59E-19	**
Error	12	0.8	0.06					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	52.00	d
40%	62.00	c
60%	68.25	b
80%	73.00	a

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	959.11	479.56	457.89	8.90E-13
Residuos	14	29.33	2.09		
Total	16	988.44			

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

ANEXO 3. PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	50.10	50.00	49.90	49.80
40%	37.50	38.00	38.00	37.50
60%	35.50	35.00	35.50	34.00
80%	31.70	31.70	31.70	31.70

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	762.3	50.82					
Tratamientos	3	760.5	253.49	1689.911	3.490	5.953	5.1E-16	**
Error	12	1.8	0.15					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	49.95	D
40%	37.75	C
60%	35.00	B
80%	31.70	A

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>de Promedio de cuadrados</i>	<i>de los F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1.00	661.25	661.25	91.65	0.0000002
Residuos	14.00	101.01	7.22		
Total	15.00	762.26			

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

ANEXO 4. GRANULOMETRÍA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	3.9	3.7	3.8	3.9
40%	2.6	2.5	2.6	2.5
60%	1.7	1.6	1.7	1.6
80%	1	1.1	1	1.1

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	17.5	1.17					
Tratamientos	3	17.5	5.83	1215.78	3.49	5.95	3.6E-15	**
Error	12	0.1	0.0005					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	3.83	a
40%	2.55	b
60%	1.65	c
80%	1.05	d

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	959.11	959.11	457.89	4.29E-12
Residuos	14	29.33	2.09		
Total	15	988.44			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 5. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	1.80	2.00	1.90	2.00
40%	2.90	2.87	2.89	2.90
60%	3.38	3.39	3.30	3.34
80%	4.22	4.22	4.22	4.22

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	11.0	0.73					
Tratamientos	3	11.0	3.66	1322.85	3.49	5.95	2.20E-15	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	1.93	a
40%	2.89	b
60%	3.35	c
80%	4.22	d

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	10.80	10.80	728.86	1.78E-13
Residuos	14	0.21	0.01		
Total	15	11.00			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 6. CONTENIDO DE NITRÓGENO DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	1.10	1.20	1.20	1.10
40%	1.60	1.60	1.70	1.60
60%	1.80	1.80	1.80	1.90
80%	2.10	2.10	2.10	2.10

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	2.0	0.13					
Tratamientos	3	1.9	0.64	308	3.490	5.953	1.30E-11	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	1.15	a
40%	1.63	b
60%	1.83	c
80%	2.10	d

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	1.9005	0.950	249.56	4.27E-11
Residuos	13	0.0495	0.004		
Total	15	1.95			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

**ANEXO 7. CONTENIDO DE FÓSFORO TOTAL DE LA COMPOSTA ELABORADA
CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA
AVÍCOLA “BILBAO”.**

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	2.30	2.20	2.20	2.30
40%	2.70	2.70	2.70	2.80
60%	3.30	3.30	3.20	3.30
80%	3.60	3.60	3.60	3.60

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	4.3	0.29					
Tratamientos	3	4.3	1.42	683.6	3.490	5.953	1.13E-13	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	2.25	a
40%	2.73	b
60%	3.28	c
80%	3.60	d

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	4.2545	2.13	643.12	1.00E-13
Residuos	13	0.043	0.00		
Total	15	4.2975			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

**ANEXO 8. CONTENIDO DE POTASIO TOTAL DE LA COMPOSTA ELABORADA
CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA
AVÍCOLA “BILBAO”.**

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	0.90	0.80	0.90	0.80
40%	1.20	1.30	1.40	1.30
60%	1.80	1.90	1.80	1.90
80%	2.20	2.20	2.20	2.20

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	4.3	0.29					
Tratamientos	3	4.3	1.42	426	3.490	5.953	1.89E-12	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	0.85	a
40%	1.30	b
60%	1.85	c
80%	2.20	d

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión				4.8E+0	
n	2.0E+00	4.2E+00	2.1E+00	2	7.0E-13
Residuos	1.3E+01	5.8E-02	4.5E-03		
Total	15	4.3			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 9. CONTENIDO DE CALCIO TOTAL DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	1.11	1.12	1.13	1.12
40%	1.26	1.27	1.20	1.28
60%	1.40	1.39	1.40	1.42
80%	1.65	1.65	1.65	1.65

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	0.6	0.04					
Tratamientos	3	0.6	0.21	545.08	3.490	5.953	4.37E-13	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	1.12	a
40%	1.25	b
60%	1.40	c
80%	1.65	d

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresió				444.88	
n	1	0.606	0.606	5	5.22E-12
Residuos	14	0.019	0.001		
Total	15	0.625			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

**ANEXO 10. CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LA COMPOSTA
ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA
INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.**

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	19.72	19.73	19.75	19.79
40%	20.98	20.96	20.97	20.98
60%	21.50	21.53	21.52	21.56
80%	22.31	22.31	22.31	22.31

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	13.9	0.93					
Tratamientos	3	13.9	4.65	11,100.23	3.490	5.953	6.41E-21	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	19.75	a
40%	20.97	b
60%	21.53	c
80%	22.31	d

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	13.59	13.59	525.59	1.68E-12
Residuos	14	0.36	0.03		
Total	15	13.95			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 11. PESO FINAL DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de Gallinaza	I	II	III	IV
20%	19.00	18.00	16.00	19.00
40%	17.00	16.00	15.00	17.00
60%	14.00	15.00	13.00	15.00
80%	13.00	12.00	11.00	13.00

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	88.4	5.90					
Tratamientos	3	74.2	24.73	20.82	3.490	5.953	4.76E-05	**
Error	12	14.3	1.19					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	18.00	a
40%	16.25	b
60%	14.25	c
80%	12.25	d

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresió				72.431064	
n	1	74.1125	74.1125	6	6.6159E-07
Residuos	14	14.325	1.023214286		
Total	15	88.4375			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 12. OLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	1.00	1.00	1.00	1.00
40%	3.00	3.00	3.00	3.00
60%	5.00	5.00	5.00	5.00
80%	5.00	5.00	5.00	5.00

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	44.0	2.93					
Tratamientos	3	44.0	14.67	456.00	3.490	5.953	1.26E-12	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	medias	Rango
20%	1	a
40%	3	b
60%	5	c
80%	5	d

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	39.2	39.2	114.33	4.0501E-08
Residuos	14	4.8	0.34285714		
Total	15	44			

Realizado por: RUÍZ, Karina. 2019.

ANEXO 13. COLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

1. BASE DE DATOS

Niveles de gallinaza	I	II	III	IV
20%	3.00	3.00	3.00	3.00
40%	1.00	1.00	1.00	1.00
60%	5.00	5.00	5.00	5.00
80%	5.00	5.00	5.00	5.00

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	15	44.0	2.93					
Tratamientos	3	44.0	14.67	#¡DIV/0!	3.490	5.953	#¡DIV/0!	**
Error	12	0.0	0.00					

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

3. SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN T

Niveles de gallinaza	Medias	Rango
20%	3.00	a
40%	1.00	b
60%	5.00	c
80%	5.00	d

Realizado por: RUIZ, Karina. 2019.

4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>de Promedio de cuadrados</i>	<i>de los</i>	<i>Valor crítico de</i>
				<i>F</i>	<i>F</i>
Regresió				114.33333	
n	1	39.2	39.2	3	4.0501E-08
Residuos	14	4.8	0.34285714		
Total	15	44			

Elaborado por: **Ruíz, Karina. 2019.**

ANEXO 14. UBICACIÓN DE LA GRANJA AVÍCOLA “BILBAO”.



ANEXO 15. ALMACENAMIENTO DEL BALANCEADO Y MATERIA PRIMA.



ANEXO 16. PISO DEL GALPÓN DE PONEDORAS



ANEXO 17. INSTALACIONES DEL GALPÓN DE PONEDORAS.



ANEXO 18. EQUIPOS Y MATERIALES



ANEXO 19. PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO EXPERIMENTAL



ANEXO 20. RESULTADO DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

