



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**“VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS  
APROVECHABLES DE LA GRANJA AVÍCOLA DOS HERMANOS  
MEDIANTE LA TÉCNICA DE COMPOSTAJE EN EL CANTÓN  
CHAMBO”**

**Trabajo de Titulación**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar el grado académico de:

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

**AUTORA: DAYANNA MISHIEL BORJA MORA**

**DIRECTOR: ING. MARCO BOLÍVAR FIALLOS LÓPEZ, Mgs.**

Riobamba – Ecuador

2021

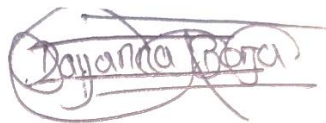
**©2021, DAYANNA MISHIEL BORJA MORA**

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

Yo, **DAYANNA MISHEL BORJA MORA**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de noviembre del 2021

A handwritten signature in purple ink that reads "Dayanna Borja". The signature is stylized and enclosed within a circular scribble.

**Dayanna Mishel Borja Mora**

**060392609-8**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Trabajo experimental “**VALORACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA GRANJA AVÍCOLA DOS HERMANOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE COMPOSTAJE EN EL CANTÓN CHAMBO**” de responsabilidad de la señorita **Dayanna Mishel Borja Mora**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Dr. Luis Rafael Fiallos Ortega., PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021/11/30
Ing. Marco Bolívar Fiallos López., Mgs. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021/11/30
Ing. Julio Enrique Usca Méndez., Mgs. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021/11/30

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Fanny Mora y Luis Borja ustedes son mi inspiración y motivación siempre. Por inculcarme el deseo de superación de vida y apoyarme incondicionalmente en todas mis decisiones, gracias por su confianza al permitirme demostrarles que el esfuerzo que han realizado día a día está dando frutos, por su apoyo, su constancia diaria, sus sabios consejos, por guiarme por el camino de Dios y sobre todo agradezco infinitamente por ese amor incondicional que han sembrado en mí para superar cada obstáculo presente en mi vida y seguir adelante siempre con la frente en alto siendo una persona de bien.

A mi hermano, Cristian Borja, que ha sido esencial a lo largo de este tiempo, he contado con el toda mi vida, su calor humano y su deseo de que todo me salga bien.

A la memoria de mi abuelita, Lucia Gavilánez mi segunda madre que ya no está mi lado, pero su cariño prevalece siempre en mi corazón.

Y a Alejandro Orozco, por todo lo que has hecho por mí, por todo tu cariño y paciencia, gracias por acompañarme en cada momento de mi vida universitaria. Por alentarme a lo largo de mi camino, por tu apoyo incondicional, alegrarte por mis triunfos, aconsejarme y sacarme sonrisas en momentos de agobio.

Dayanna Mishel Borja Mora

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios , por bendecirme y ampararme en todo momento, por ser mi más grande fortaleza, por permitirme culminar esta etapa en mi vida y por la dicha de tener unos padres excepcionales que me apoyaron y me guiaron a lo largo de mi carrera y vida personal.

A mi familia, gracias por su condescendencia y por saber sobrellevar aquellas cosas que sólo una familia unida es capaz de superar.

A mis amigas y compañeras Erika Guzñay y Andrea Carrillo porque de cada una de ellas aprendí algo importante que me ha ayudado a superarme día a día y me enseñaron a apreciar la amistad e hicieron de mi vida universitaria la más divertida experiencia.

A mis tutores de tesis Ing. Marco Fiallos e Ing. Julio Usca que con toda su paciencia supieron guiarme en el desarrollo del presente trabajo de titulación, muchas gracias por su compromiso y por compartir sus conocimientos

Dayanna Mishel Borja Mora

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPITULO I

<b>1.</b>	<b>MARCO TEÓRICO REFERENCIAL .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>Industria avícola .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.</b>	<b>Residuos orgánicos en las explotaciones avícolas .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1.</b>	<i>Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente .....</i>	<i>2</i>
<b>1.2.2.</b>	<i>Problemas derivados del mal uso de los residuos .....</i>	<i>4</i>
1.2.2.1.	<i>Suelo.....</i>	<i>4</i>
1.2.2.2.	<i>Aguas.....</i>	<i>4</i>
1.2.2.3.	<i>Salud humana y animal .....</i>	<i>5</i>
1.2.2.4.	<i>Generación de olores ofensivos .....</i>	<i>5</i>
<b>1.3.</b>	<b>Gallinaza .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1.</b>	<i>Calidad de la gallinaza .....</i>	<i>6</i>
<b>1.3.2.</b>	<i>Producción de gallinaza .....</i>	<i>7</i>
<b>1.3.3.</b>	<i>Alternativas de uso de la gallinaza .....</i>	<i>8</i>
1.3.3.1.	<i>Uso pecuario de la gallinaza .....</i>	<i>8</i>
1.3.3.2.	<i>La gallinaza como un recurso Energético .....</i>	<i>8</i>
<b>1.3.4.</b>	<i>La gallinaza como abono orgánico .....</i>	<i>8</i>
<b>1.4.</b>	<b>Compostaje .....</b>	<b>9</b>

1.4.1.	<i>Compost</i> .....	10
1.4.2.	<i>Tipos de compost</i> .....	11
1.4.3.1.	<i>Mesófila</i> .....	12
1.4.3.2.	<i>Termófila</i> .....	12
1.4.3.3.	<i>Enfriamiento</i> .....	12
1.4.3.4.	<i>Maduración</i> .....	12
1.4.4.1.	<i>Microrganismos y ecología microbiana del compostaje</i> .....	13
1.4.4.2.	<i>Humedad</i> .....	14
1.4.4.3.	<i>Temperatura</i> .....	14

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
2.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	16
2.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	16
2.3.	<b>Materiales, equipos e insumos</b> .....	16
2.3.1.	<i>Materiales</i> .....	16
2.3.2.	<i>Equipos</i> .....	17
2.4.	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	17
2.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	18
2.5.1.	<i>Pruebas Químicas</i> .....	18
2.5.2.	<i>Pruebas físicas</i> .....	18
2.5.3.	<i>Pruebas sensoriales</i> .....	18
2.6.	<b>Análisis estadísticos y pruebas de significancia</b> .....	19
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	19
2.8.	<b>Metodología de evaluación</b> .....	20
2.8.1.	<i>pH</i> .....	20
2.8.2.	<i>Temperatura</i> .....	20
2.8.3.	<i>Contenido de humedad</i> .....	21



2.8.4.	<i>Granulometría</i> .....	21
2.8.5.	<i>Conductividad eléctrica</i> .....	21
2.8.6.	<i>Nitrógeno total</i> .....	21
2.8.7.	<i>Contenido de Fósforo total</i> .....	22
2.8.8.	<i>Contenido de materia orgánica</i> .....	22
2.8.9.	<i>Relación Carbono: Nitrógeno</i> .....	23

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b> .....	24
3.1.	<b>Evaluación de las características químicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza</b> .....	24
3.1.1.	<i>pH</i> .....	24
3.1.2.	<i>Humedad</i> .....	27
3.1.3.	<i>Nitrógeno total</i> .....	28
3.1.4.	<i>Contenido de fósforo total</i> .....	29
3.1.5.	<i>Contenido de potasio</i> .....	31
3.1.6.	<i>Contenido de calcio</i> .....	33
3.1.7.	<i>Relación carbono/ nitrógeno</i> .....	34
3.1.8.	<i>Materia orgánica</i> .....	36
3.2.	<b>Evaluación de las características físicas del compost producido con diferentes niveles de gallinaza</b> .....	38
3.2.1.	<i>Temperatura</i> .....	38
3.2.2.	<i>Granulometría</i> .....	41
3.2.3.	<i>Conductividad eléctrica</i> .....	42
3.3.	<b>Evaluación de las características sensoriales del compost producido con diferentes niveles de gallinaza</b> .....	46
3.3.1.	<i>Color</i> .....	46
3.3.2.	<i>Olor</i> .....	47

<b>3.4.</b>	<b>Evaluación económica .....</b>	<b>49</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>52</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>53</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Estimación de la producción de las ponedoras.....	7
<b>Tabla 2-1:</b>	Valor como abono de las ponedoras de jaula.....	9
<b>Tabla 3-2:</b>	Condiciones experimentales del cantón Chambo.....	16
<b>Tabla 4-2:</b>	Esquema del experimento en la evaluación del compost producido.....	18
<b>Tabla 5-2:</b>	Esquema ADEVA aplicado para la interpretación de los datos.....	19
<b>Tabla 6-3:</b>	Evaluación de las características químicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza.....	25
<b>Tabla 7-3:</b>	Evaluación de las características físicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza.....	39
<b>Tabla 8-3:</b>	Evaluación de las características sensoriales del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza.....	48
<b>Tabla 9-3:</b>	Costos de los materiales.....	50
<b>Tabla 10-3:</b>	Beneficio / Costo.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b>	Efecto de la gallinaza en el medio ambiente.....	3
<b>Figura 2-1:</b>	Fases de elaboración del compost.....	13

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b>	Evaluación de la regresión del pH del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	26
<b>Gráfico 2-3:</b>	Evaluación de la regresión de la humedad del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”...	27
<b>Gráfico 3-3:</b>	Evaluación de la regresión del nitrógeno total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	29
<b>Gráfico 4-3:</b>	Evaluación de la regresión del fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”	31
<b>Gráfico 5-3:</b>	Evaluación de la regresión del potasio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”...	33
<b>Gráfico 6-3:</b>	Evaluación de la regresión del calcio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”..	34
<b>Gráfico 7-3:</b>	Evaluación de la regresión del peso final del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	36
<b>Gráfico 8-3:</b>	Evaluación de la regresión de la relación carbono/nitrógeno del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	37
<b>Gráfico 9-3:</b>	Evaluación de la regresión de la materia orgánica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	40
<b>Gráfico 10-3:</b>	Evaluación de la regresión de la temperatura del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	42
<b>Gráfico 11-3:</b>	Evaluación de la regresión de la granulometría del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	44
<b>Gráfico 12-3:</b>	Evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	45
<b>Gráfico 13-3:</b>	Evaluación de la regresión del color del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”...	47
<b>Gráfico 14-3:</b>	Evaluación de la regresión del olor del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.....	49

## ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** PH DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO B:** HUMEDAD DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO C:** NITRÓGENO TOTAL DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO D:** POTASIO DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO E:** CALCIO DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.
- ANEXO F:** MATERIA ORGÁNICA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO G:** PESO FINAL DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO H** TEMPERATURA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO I:** GRANULOMETRÍA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO J:** CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO K:** RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”
- ANEXO L:** COLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.
- ANEXO M:** OLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE LA INDUSTRIA AVÍCOLA “BILBAO”.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la valoración de los residuos sólidos aprovechables de la granja avícola dos hermanos mediante la técnica de compostaje en el cantón Chambo. En el trabajo se utilizó diferentes niveles de gallinaza (20,40,60,80%) para la elaboración de compost semi maduro las mismas que fueron sometidas a un experimento completamente al azar, terminado el proceso de compostaje se recogieron muestras de 200 gr de cada tratamiento para realizar análisis físicos, químicos y sensoriales. Con los egresos e ingresos se determinó el beneficio costo de cada tratamiento. Dándonos resultados con el uso de 80% de gallinaza de: Humedad (36.76 %), nitrógeno total (2.20mg/L), fósforo total (3.65mg/L), potasio (2.51(mg/L) y materia orgánica (22.35 mg/L) y también el mejor índice de Beneficio/Costo de 1.81 puesto que, de cada dólar invertido se obtuvo una utilidad de 81 centavos de dólar. Se concluye que el tratamiento que presentó el mejor contenido nutricional fue el correspondiente a la mezcla de 80% de gallinaza. Se recomienda aplicar mayor cantidad de residuos orgánicos (80% de gallinaza) para producción de compost semi maduro ya que el producto final presenta muy buenas características agronómicas lo cual aportara nutrientes al suelo para el desarrollo de los cultivos.

**Palabras clave:** <GALLINAZA>, <RESIDUOS ORGÁNICOS>, <COMPOSTAJE>, <COMPOST SEMI MADURO>, <USO AGRONÓMICO>, <CALIDAD DE LA GALLINAZA>.



2247-DBRA-UTP-2021

## ABSTRACT

The aim of this research was the estimation of the solid usable waste from the poultry farm Dos Hermanos through the composting technique in Chambo town. In this investigation, different levels of hen droppings (20, 40, 60, 80%) were used to elaborate the semi ripe compost which was subject of completely random experimentation. Having finished the composting process, samples of 200 g of each treatment were collected in order to carry out the physical, chemical, and sensorial analysis. With the income and remittance, the cost-benefit of each treatment was determined. The use of 80% of hen droppings resulted in: humidity (36.76%), total nitrogen (2.20 mg/L), total phosphate (3,65 mg/L), potassium (2.51 mg/L), organic fertilizer (22.35 mg/L), and the best cost-benefit rate of 1.81; since every dollar invested produced a profit of 81 cents. In conclusion, the treatment that showed the best nutritional content was the one that correspond to the mixture of 80% of hen droppings. It is recommendable to apply the greatest quantity of organic fertilizer (80% of hen droppings) to produce the semi ripe compost because the final product shows very good agronomic characteristics. Therefore, this will contribute with nutrients for the ground to growth the crops.

**Key words:** <HEN DROPPINGS>, <ORGANIC FERTILIZER>, <COMPOSTING>, <SEMI RIPE COMPOST>, <AGRONOMIC USE>, <QUALITY OF HEN DROPPINGS>



Firmado digitalmente  
por WASHINGTON GUSTAVO  
MANCERO OROZCO  
DN: cn=WASHINGTON GUSTAVO  
MANCERO OROZCO c=EC l=QUITO  
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION  
DE INFORMACION-ECIBCE  
Motivo: Soy el autor de este documento  
Ubicación:  
Fecha: 2022-01-10 09:12:05:00



## INTRODUCCIÓN

Nuestro país se caracteriza por ser netamente productor, dedicado a la industria avícola, esto ocasiona que esta sea una de las más contaminantes, debido a la carga contaminante que generan las heces de las aves. Siendo así uno de los mayores problemas, el olor desagradable de los residuos avícolas que a su vez pueden transmitir enfermedades. La gallinaza fresca contiene compuestos orgánicos como el sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y otros, que causan daño a quienes habitan cerca de las granjas avícolas (Regau, 2018, p. 25).

Es importante considerar en los sistemas de producción avícola planes de manejo adecuados para los desechos con el fin de evitar contaminación ambiental local y obtener alternativas económicas para un uso adecuado de la gallinaza, dando así una fuente extra de ingresos para el productor avícola. (Mullo, 2012, p. 2).

Al no procesar la gallinaza se genera un impacto ambiental negativo ya que los desechos llegan a afluentes que se convierten en un contaminante para los seres vivos. Por lo que con la transformación de la gallinaza a compost se le da un valor agregado a este residuo orgánico y se mitiga el efecto ambiental. (Zenon, 2016, p. 24).

Identificar el impacto ambiental que ocasionan los residuos sólidos provenientes de la industria avícola ayuda a formular estrategias de solución, con procesos apropiados para la idoneidad y manejo de los residuos sólidos avícolas. (Ruiz, 2019, p. 1).

La granja avícola “dos hermanos”, da importancia a mitigar el impacto ambiental negativo que ocasionan los procesos productivos, es por ello el interés e importancia de realizar el siguiente trabajo de investigación, con el fin de corregir y disminuir la contaminación causada en la granja y en sus alrededores. Para así conocer el valor de los residuos sólidos aprovechables mediante el compostaje.

Es por ello que los objetivos planteados fueron: Valorar los residuos sólidos aprovechables de la granja avícola dos hermanos mediante la técnica de compostaje, elaborar un compost semi maduro con la utilización de los residuos orgánicos sólidos provenientes de la actividad avícola de la granja “dos hermanos”, evaluar los residuos orgánicos resultantes del proceso de compostaje 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

El objetivo de la industria avícola es el desarrollo de un grupo de actividades agropecuarias para la crianza de aves de granja ya sea patos, pollos y gansos, las aves son criadas en gran masa en sistemas intensivos, ya sea en corral o al aire libre; son actividades que se realizan desde el nacimiento hasta el faenamiento de los animales con el propósito de obtener alimentos derivados de dicha actividad (Weeks, 2015, p. 38).

Una de las industrias con un gran crecimiento a nivel mundial en los últimos años es la industria avícola. Para lograr esto ha sido necesario el implemento y la mejora en los procesos de cuidado animal y nutrición; lo que ha ocasionado una mayor aptitud productiva para satisfacer al mercado con sus primordiales productos como huevos y carne (Weeks, 2015, p. 311).

#### 1.2. Residuos orgánicos en las explotaciones avícolas

La mayor parte de agricultores con cerrados a viejas costumbres, asumiendo que el estiércol es superior a otros y consideran que es el mejor de los abonos. Sin desvalorizar el papel fundamental del estiércol, a pesar de sus ventajas y cualidades que contiene el mismo al ser adicionado al suelo también se debe recalcar los problemas e inconvenientes que con lleva el empleo de este abono fresco. De tal forma asumiendo la importancia de la transformación de la gallinaza por medio de diversos tratamientos (Regau, 1994, p. 25).

##### *1.2.1. Efecto de las deyecciones avícolas en el Ambiente*

Se ocasiona un incremento de consideración en la actividad biológica del suelo al aplicar estiércol fresco, el efecto vitalizante colosal sobre el suelo lo ocasiona el estiércol de una semana de edad aproximadamente (Benzing, 2001, p. 231).

(Mack & North, 1993, p. 798), señala que en conjunto todas las industrias avícolas tienen un problema con la contaminación. La contaminación es proveniente de:

- Cadáveres de aves
- Gallinaza

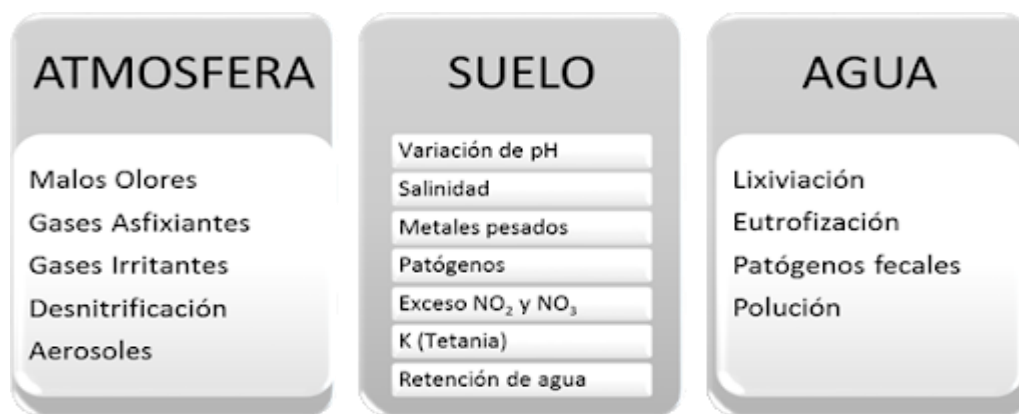
- Residuos de la planta de incubación ( químicos tóxicos en huevos y tejidos)
- Partículas de las plantas de balanceado
- Olores y ruido
- Contaminación del agua de bebida y del alimento
- Moscas
- Suciedad
- Escape de los motores de combustión interno

El desconocimiento de los diversos impactos hace que sea más difícil de manejar, ocasionando que los sistemas sean menos competitivos. Se señala el impacto climático que se dan en las diferentes actividades de carácter avícola, que de acuerdo con el tipo de impacto generado por las características productivas se fragmentan en granjas, plantas de beneficio e incubadoras; (Mack & North, 1993, p. 798).

Es necesario aplicar tácticas de manejo para el impacto ambiental significativo que generan los desperdicios. Con el fin de mitigar la contaminación ambiental; proponiendo un uso adecuado en diversas áreas ya sea para la producción de energía, fertilizantes o uso directo en la nutrición animal (Mack & North, 1993, p. 798).

Los residuos avícolas causan problemas al medio ambiente, dividiéndose en tres bloques: los que afectan a la atmósfera, a los suelos y a las aguas (Mack & North, 1993, p. 798).

En la figura 1-1 se puede observar los efectos de la gallinaza en el medio ambiente.



**Figura 1-1.** Efecto de la gallinaza en el medio ambiente

Fuente: (Mullo, 2012)

El ácido úrico se excreta en más del 50% del N en las aves, para lo cual una táctica para reducir la contaminación ambiental sería el inhibir su conversión de amoníaco, asimismo de las variadas combinaciones de manejo nutricional, métodos de alojamiento, iniciativas de tratamientos, almacenaje y disposición de residuales. (López, 2016).

La indagación de metodologías factibles para el uso de estos residuos es un desafío mayor, debido al ineludible incremento de la producción de excretas. No obstante, durante años se han manejado, principalmente, como fertilizantes e ingredientes de las dietas para animales de granja (Mórales, 2018, p. 67).

### ***1.2.2. Problemas derivados del mal uso de los residuos***

Al manejar los residuos de manera incorrecta pueden asumir un impacto negativo en el ambiente. Posteriormente, se describe algunos de los problemas procedentes del mal uso de los residuos (Bleimer, 2010, p.81).

#### ***1.2.2.1. Suelo***

Al aplicar gallinaza a los terrenos de manera indiscriminada y continua, en primer lugar, se ocasiona una acción mecánica que es una colmatación debido al taponamiento que sufren los poros del suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje de este. Consecutivamente empieza una acción de carácter químico en donde se da una degradación estructural del suelo, provocando por alto contenido de sales y nutrientes; como resultado de la acumulación progresiva de los residuos, se crea una acción biológica consistente en el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los seres vivos. (Aguar, 2009, p.18).

#### ***1.2.2.2. Aguas***

Se da un problema de eutrofización cuando altos niveles de materia orgánica y nutrientes de la gallinaza (o también aguas provenientes de las actividades de limpieza de los galpones) es derramada en manantiales, ríos, fuentes freáticas. La eutrofización consiste en una disminución importante del oxígeno al ser empleado este para la oxidación de material orgánica y nutrientes. . Con el agotamiento del oxígeno, desaparece la vida acuática. De igual manera los contenidos de amonio y nitritos generan toxicidad para los organismos del hábitat acuático (Jaramillo, 2012, p. 121).

### 1.2.2.3. *Salud humana y animal*

Se da un mal gusto al agua por consecuencia de un alto contenido de nitrógeno que lleva a la formación de nitratos los mismos que al mezclarse con agua para el consumo humano forman compuestos halo metanos y organoclorados que pueden llegar a ser tóxicos. De igual manera en los animales los nitritos reaccionan con bacterias que se encuentran en la boca de estos y se transforman en nitratos. Al presentarse concentraciones de nitritos superiores a 40-50 ppm (mg/L), los nitratos de igual manera reaccionan con la hemoglobina para transformarla en metahemoglobina, que perturba el transporte de oxígeno en la sangre. (Jaramillo, 2012, p. 121).

Se da una propagación cruzada entre especies de diferentes enfermedades debido a al suministro de alimento a los animales con residuos frescos como la gallinaza y cadáveres de aves, gracias a que pueden portar patógenos las aves muertas y las excretas. (Aguilar, 2006, p. 34).

### 1.2.2.4. *Generación de olores ofensivos*

La dependencia entre la contaminación climática y las avícolas muestra que, dentro del impacto económico generado por los contaminantes de una explotación avícola, existen costos “directos” agrupados a las medidas que se deben efectuar para enmendar los problemas procedentes de la contaminación debido a los residuos. En el tema de las aguas para consumo, se acrecienta claramente los costos de depuración (se demanda de 10 g de cloro por cada g de nitrógeno) (Aguilar, 2006, p. 34).

La reglamentación de países desarrollados con graves inconvenientes de contaminación exige al productor que va a vender un residuo fijo a caracterizarlo tanto biológica y fisicoquímicamente, a estar al tanto de sus volúmenes de producción y a instaurar sistemas de equilibrio que avalen un producto final seguro desde la perspectiva bioquímica y ambiental. Es una realidad que todos los productores que venden la gallinaza o la usan como fertilizante, no lo es menos el hecho de que su industria es la creadora del residuo. Se debe preguntar si la responsabilidad del avicultor concluye en el instante de vender la gallinaza, para convertirse este residuo en compromiso del cliente (Aguilar, 2006, p. 1).

Entidades como las Corporaciones Autónomas Regionales ejercen presión a las granjas con el fin de mitigar los problemas de contaminación. En donde existen costos llamados “indirectos” y son los que resultan del control de las enfermedades. Se da una gran atención

a la intrepidez de las responsabilidades con dependencia al posible impacto negativo al ambiente de los residuos generados. (Aguilar, 2009, p. 45).

### **1.3. Gallinaza**

La gallinaza que es derivada de la industria avícola donde se hace uso de jaulas resulta de las plumas, deyecciones, huevos rotos y residuo de alimento, que caen al suelo y se combinan. Este prototipo de gallinaza contiene niveles altos tanto de humedad como niveles altos de nitrógeno, que se volatiliza velozmente, generando malos y enérgicos olores, desaprovechando su calidad como fertilizante. Para corregir este inconveniente es preciso someter a la gallinaza a un secado, que también facilitara su manejo (Calzada, 2015, p. 40).

#### ***1.3.1. Calidad de la gallinaza***

La gallinaza al poseer un alto contenido de materia orgánica y tener macro y micronutrientes, es un fertilizante orgánico que genera efectos positivos en la superficie donde es aplicada mejorando sus propiedades ya sea químicas, físicas y biológicas, incrementando el rendimiento de los cultivos (Tecnamed, 2010).

La gallinaza ofrece numerosos nutrientes que contribuyen a la fertilidad del sustrato. Dependiendo de su origen, puede aportar materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales optiman las condiciones físicas de la superficie (Castillo & Chiluisa, 2011).

La gallinaza contiene cantidades de sodio (Na), sulfuros, sulfatos, cloruros y minúsculas cantidades de oligoelementos (boro B, manganeso Mn, cobalto Co, cobre Cu, zinc Zn, molibdeno Mo, hierro Fe). Además, es fuente de materia orgánica (M.O.) y de macro y micronutrientes precisos para el desarrollo de las plantas (Cordero, 2010).

La calidad de la gallinaza está determinada especialmente por: el tipo de alimento, edad del ave, cantidad de plumas, cantidad de alimento desaprovechado, temperatura ambiente y la corriente del galpón. También es imprescindible el tiempo de permanencia del galpón ya que un tiempo prolongado del gallinero, genera abundantes olores amoniacales lo que reduce cuantiosamente su contenido de nitrógeno y, últimamente, el tratamiento que se le haya proporcionado a la gallinaza en el secado (Estrada, 2005, p. 48).

### 1.3.2. Producción de gallinaza

La cantidad de gallinaza depende de diversos factores ya sea como la edad del ave y la línea, por lo general en promedio un ave de postura excreta 35.8 a 40.8 gr. de heces diariamente que contienen alrededor del 75% de agua que representan un factor que se agrega a la carga de trabajo sin añadir entradas financieras a la explotación por lo que se plantea deshidratar la gallinaza y reciclarla como fuente nutritiva para los animales, los factores se describen a continuación (Pasmíño, 1981, p. 48).

- Línea: el escenario de los pollos de engorde es complejo debido a que la cantidad de gallinaza producida es una mixtura de deyecciones con el material utilizado como cama.
- Edad del ave: las aves jóvenes generan menos excretas, debido a que en su primera etapa de vida consumen poco alimento.

De acuerdo con la parte teórica, se debe recalcar que, por cada kilo de alimento consumido, las aves van a producir aproximadamente de 1.1 a 1.2 kg de excretas frescas con una humedad del 70 a 80%. En excretas completamente secas eso sería de 0.2 a 0.3 kg por ave y por kilo de alimento consumido (Warrick, 2010, p. 319).

Al final del periodo la producción de gallinaza pura y seca va a depender del peso vivo y del consumo total, estimándose de 20 a 28 kg/ave. Se calcula que la cantidad de gallinaza con viruta puede variar entre 1.5 a 2 kg por pollo, con una humedad entre 20 a 30% , sin embargo, va a depender de la cantidad de cama de viruta de la humedad del producto final (Warrick, 2010, p. 319).

La estimación de la producción de deyecciones de las ponedoras se puede apreciar en tabla 1-1.

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

<b>Tipo de gallinaza</b>	<b>Consumo de alimento gr/ave/día</b>	<b>Digestibilidad de Materia Seca %</b>	<b>Deyecciones %</b>
Liviana	100-110	75-80	20-27
Semi-pesada	110-120	75-80	22-30

Fuente: (Warrick, 2010)

### ***1.3.3. Alternativas de uso de la gallinaza***

El manejo de los desechos se ha convertido en aspecto crítico desde el punto de vista económico, de cumplimiento con las regulaciones ambientales y de imagen social. En la medida que el desecho requiere de tratamiento y no se logra retribución económica neta de él, se convierte en una carga que desfavorece la rentabilidad de las granjas. Por otra parte, si el desecho se transforma en subproducto que tiene valor económico neto constituye una fuente de ingreso adicional que estimula la producción de las granjas (Murillo, 2009, p. 48).

#### ***1.3.3.1. Uso pecuario de la gallinaza***

Las cantidades empleadas en alimentación de rumiantes son muy variables y dependientes de la estación y del valor de los bovinos en el mercado nacional e internacional. En la composición química de la gallinaza influyen diversos factores: la composición de la dieta, edad y estado fisiológico de las aves. El valor nutritivo de estos residuos es mayor 13 que el de otras heces de animales, ya que son especialmente ricos en proteínas y minerales. Sin embargo, el alto contenido en fibra de las camas y nitrógeno no proteico (NNP) de las heces de aves, establece que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo (Murillo, 2009, p. 48).

#### ***1.3.3.2. La gallinaza como un recurso Energético***

Se puede aprovechar como biocombustible a la gallinaza ya que al descomponerse en biodigestores estos van a desprender biogás (producto compuesto de metano y el resto de dióxido de carbono). El poder calorífico del biocombustible se encuentra entre 5000 a 6000 Kcal. /m<sup>3</sup> en función del contenido de metano (Murillo, 2009, p. 48).

### ***1.3.4. La gallinaza como abono orgánico***

La gallinaza es un producto sólido resultante de la estabilización ya sea de residuos vegetales, animales o la mezcla de estos. Presenta mínimos porcentajes de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total (Murillo, 2009, p. 48).

El nivel de nitrógeno de las deyecciones es más elevado en los pollos de engorde en comparación con la de las gallinas, esto es debido a la relación con la alimentación de las aves. Sin embargo, con el calcio ocurre lo contrario, la composición bromatológica se explica en la tabla 2-1 (Castillo, 2015, p. 14).



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

<b>Tipo</b>	<b>Humedad</b>	<b>Nitrógeno</b>	<b>Ácido Fosfórico</b>	<b>Potasio</b>
Fresca	70-80	1.1-1.6	0.9-1.4	0.4-0.6
Acumulado en 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: (Castillo,2015)

Una mayor cantidad de nutrientes posee la gallinaza seca, va a depender del tiempo y rapidez de secado de esta, además de la composición de: K (K<sub>2</sub>O), N, P (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Para el nitrógeno y el fósforo tiene una especial relevancia ya que, aparte de su valor como abono, en diversas circunstancias, con una densidad animal excesiva en un sitio dichos elementos se consideran contaminantes del sustrato (Meléndez, 2013, p. 142).

#### **1.4. Compostaje**

El proceso de compostaje consiste en la descomposición parcial del material a compostar el mismo que se lo realiza de manera aerobia, dando así un tratamiento propicio a excretas, convirtiendo las mismas de un producto de difícil manejo, fétido, apariencia desagradable y fitotóxico, a un producto apto para uso agrícola, de fácil manejo, inoloro y sobre todo libre de sustancias fitotóxicas (Calzada, 2015, p. 40).

El compostaje es una alternativa para aprovechar los residuos frescos antes de incorporarlos al suelo. En si al compostaje se lo considera el tratamiento óptimo para excretas, debido a que ofrece materia orgánica en avanzado estado de transformación y estabilización lo que ayuda a mejorar suelos aptos para la agricultura mejorando su fertilidad y productividad (Calzada, 2015, p. 40).

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, 2016, p. 89).

Para obtener un compost de buena calidad y en el menor tiempo posible es imprescindible proporcionar condiciones adecuadas a todos los parámetros que están inmiscuidos en el proceso de compostaje entre las cuales se destaca el control de los malos olores debido a la producción de compuestos sulfurados y nitrogenados en un ambiente anaerobio (Calzada, 2015, p. 40).

#### ***1.4.1. Compost***

La obtención del compost es de manera natural y aerobia es decir con presencia de oxígeno ya sea mediante la descomposición de residuos sólidos aprovechables de las explotaciones agrícolas y pecuarias (excretas, animales y vegetales) y con partes líquidas (purines), seguidamente se da la fermentación por medio de bacterias, hongos, actinomicetos aeróbicos y termófilos (ECOCIUDAD, 2005).

Por lo general se controla el exceso de agua para evitar la putrefacción de los residuos a compostar ya que se genera condiciones biológicas anaeróbicas fétidas por impedimento de la aireación-oxigenación. El compost es muy usado en la agricultura y jardinería para mejorar características físico- químicas del suelo (ECOCIUDAD, 2005).

Al compost igualmente se lo define como:

- Conversión biológica bajo condiciones controladas, de material de desecho en un producto higiénico, rico en humus y relativamente estable que acondiciona el suelo y nutre las plantas (Mathur, 1991, p. 147).
- Proceso oxidativo controlado que involucra un sustrato orgánico heterogéneo evoluciona pasando a través de una fase termofílica y una liberación temporal de fitotoxinas; y permite la producción de dióxido de carbono, agua, minerales y materia orgánica estabilizada (Mathur, 1991, p. 147).
- Descomposición biológica aeróbica de residuos orgánicos en condiciones controladas (INTEC, 1997).
- Fermentación aeróbica de una mezcla de materiales orgánicos en condiciones específicas de aireación, humedad, temperatura y nutrientes, y con la intervención de bacterias, hongos y numerosos insectos (Labrador, 1996, p. 293).

#### ***1.4.2. Tipos de compost***

Una clasificación comúnmente aceptada para diferenciar a los tipos de compost es aquella que se realiza atendiendo al origen de sus materias primas. Sin embargo, dado los avances en la investigación sobre los compost logrados hasta el momento, debemos de considerar que esta clasificación puede variar, atendiendo a otros criterios de valoración, tales como: la calidad del producto, el nivel de tecnología empleada en el proceso de producción, entre otros.

En la siguiente lista se presentan los tipos de compost, clasificados según el origen de sus materias primas (Alarcón, 2004, p. 82).

- Compost de maleza.
- Compost de maleza y broza.
- Compost de material vegetal con estiércol.
- Compost tipo Quick
- Return. Elaborado por restos vegetales, a los que se les ha añadido rocas en polvo, algas calcáreas, activador Quick
- Return, paja y tierra.
- Compost de fracción orgánica de los residuos municipales
- Compost de la fracción orgánica de los residuos municipales con restos vegetales
- Compost de la fracción procedente del tratamiento anaeróbico de RM
- Compost de lodos de depuradora de restos vegetales, de poda, serrines, cenizas o corteza
- Compost de fracción orgánica de los residuos procedentes de la industria de producción de alimentos
- Compost activado con levadura de cerveza

Sea cual fuere el origen de los materiales a compostar y el destino del producto final, los requerimientos generales deben encaminarse a conseguir: aspecto y olor aceptables, correcta higienización, bajos niveles de impurezas y contaminantes, niveles óptimos de componentes útiles para el suelo y una cierta regularidad en las características (Alarcón, 2004, p. 82).

#### ***1.4.3. Fases de elaboración de compost***

Existen cuatro fases descritas durante el proceso del compostaje, las cuales se describen a continuación:

#### *1.4.3.1. Mesófila*

Es la primera fase y se caracteriza por la presencia de bacterias y hongos, siendo las primeras quienes inician al proceso por su gran tamaño; ellas se multiplican y consumen los carbohidratos más fácilmente degradables, produciendo un aumento en la temperatura desde la del ambiente a más o menos 40 grados Celsius (GRAMA, 2005, p. 18).

#### *1.4.3.2. Termófila*

En esta fase la temperatura sube de 40 a 60 grados centígrados, desaparecen los organismos mesófilos, mueren las malas hierbas, e inician la degradación los organismos termófilos. En los seis primeros días la temperatura debe llegar y mantenerse a más de 40 grados Celsius a efecto de reducción o supresión de patógenos al hombre y a las plantas de cultivo. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos importantes para el proceso mueren y otros no crecen por estar esporulados. En esta etapa se degradan ceras, proteínas y hemicelulosas y, escasamente la lignina y la celulosa; también se desarrollan en estas condiciones numerosas bacterias formadoras de esporas y actinomicetos (GRAMA, 2005, p. 18).

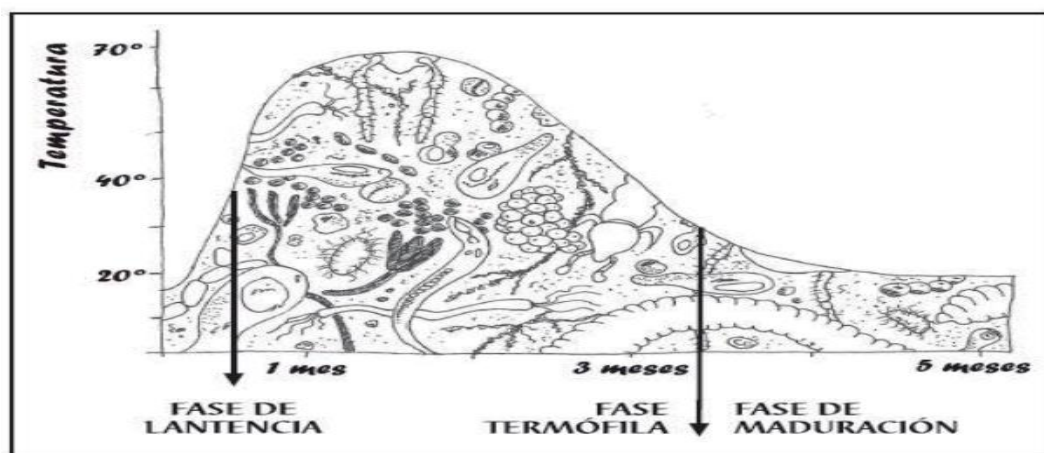
#### *1.4.3.3. Enfriamiento*

La temperatura disminuye desde la más alta alcanzada durante el proceso hasta llegar a la del ambiente, se va consumiendo el material fácilmente degradable, desaparecen los hongos termófilos y el proceso continúa gracias a los organismos esporulados y actinomicetos. Cuando se inicia la etapa de enfriamiento, los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes del proceso realizan la degradación de la celulosa (GRAMA, 2005, p. 18).

#### *1.4.3.4. Maduración*

La maduración puede considerarse como complemento final de las fases que ocurren durante el proceso de fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece más o menos 20 días en esta fase (GRAMA, 2005, p. 18).

En la figura 2-1 se observa las fases de elaboración del compost.



**Figura 2-1.** Fases de elaboración del compost

Fuente: (GRAMA, 2005)

#### **1.4.4. Factores que afectan el proceso del compostaje**

##### **1.4.4.1. Microorganismos y ecología microbiana del compostaje**

El conjunto de microorganismos que se desarrolla durante el compostaje puede afectar el proceso tanto positiva como negativamente. En el grupo de los microorganismos beneficiosos se encuentran los que biotransforman la materia orgánica en presencia de oxígeno, que conducen la obtención de compost de calidad; los microorganismos degradadores de compuestos contaminantes, que permiten aplicar el compostaje en bio descontaminación; y los microorganismos que ejercen actividad antagónica frente a patógenos, que contribuyen a la actividad higienizante del compostaje. Entre los microorganismos indeseables o que puedan afectar negativamente al proceso o a la calidad del producto se encuentran los implicados en la generación de olores y patógenos (Moreno, 2008, p. 570).

- Bacterias. - Representan el 80 a 90 % del billón de microorganismos típicamente presentes en el compost. Son responsables de la mayor parte de la descomposición y de la generación de calor. Son de categorías nutricionales diversas y usan un amplio rango de enzimas para romper químicamente una gran variedad de material orgánico. Las bacterias que se pueden encontrar son: Pseudomonas, Celullomonas, Bacillus, Actinomycetes, bacterias del género Thermus (Rico, 2013, p. 54).
- Hongos. - Incluyen a los hongos filamentosos y las levaduras. Típicamente saprofitos (obtienen la energía de la materia orgánica de las plantas y animales muertos) y aeróbicos, encuentran un hábitat ideal en el compost. Crecen como filamentos casi invisibles o como colonias blancas o grises vellosas en la superficie de la pila. Son responsables de la

descomposición de polímeros complejos (celulosa, hemicelulosas, pectinas, lignina). En el compost son importantes porque rompen los restos vegetales y animales permitiendo que las bacterias continúen con la descomposición una vez que la celulosa se ha agotado. Pueden atacar material demasiado seco, ácido o con bajo contenido de nitrógeno de difícil descomposición por las bacterias (Rico, 2013 p. 54).

- Protozoos y Rotíferos. - Estos animales microscópicos unicelulares (protozoos) o multicelulares (rotíferos) se encuentran en la película de agua en el compost. Se alimentan de materia orgánica, bacterias y hongos. Su participación en la descomposición del material es menor. Los microorganismos sobreviven en un determinado hábitat porque son capaces de colonizarlo y utilizar los recursos contenidos en el mismo. El compostaje es un proceso basado en el control de factores bióticos (nutricionales y ambientales y abióticos (competición, capacidad de supervivencia), relacionados entre sí, condicionan la sucesión de ambientes diferentes necesarios para la consecución del compostaje (Moreno, 2008, p. 570).

#### *1.4.4.2. Humedad*

Se debe controlar la humedad en la pila de compostaje con el fin de asegurar que estén disponibles todos los nutrientes necesarios para los microbios con el fin de que realicen los procesos reproductivos, metabólicos y asimilativos. Si existe una alta humedad, se evita que el oxígeno esté disponible para que los microbios puedan digerir los desechos y se genera mal olor debido a la putrefacción del material a compostar. Por otro lado, un contenido bajo de agua inhibe el proceso microbiano a medida que se va alcanzando el límite inferior el proceso de descomposición se hace más pausado, si se reduce a menos del 8% de humedad toda la actividad de los microbios se estanca; es por ello por lo que los alimentos salados y secos pasan mucho tiempo sin arruinarse (López, 2016 p. 4).

La humedad optima en el proceso de compostaje se encuentra entre el 40 a 60%. Si el porcentaje de humedad es exorbitantemente baja la actividad de los microorganismos disminuye y el proceso se hace más tardío. Si existe un contenido de humedad alto, dicha agua va a ocupar todos los poros y se convertirá en proceso anaeróbico y se dará la podredumbre del material a compostar (López, 2016 p. 4).

#### *1.4.4.3. Temperatura*

En el proceso de compostaje el material pasa por fases de temperaturas debido a la actividad microbiológica. Va a aumentar rápidamente la temperatura de la pila por acción de los

materiales que se degradan fácilmente, se va a mantener así por un lapso corto de tiempo y para posteriormente empezar a enfriarse. Para facilitar la entrada de aire la pila se voltea, se lleva al interior los materiales del exterior por lo tanto la pila se vuelve a calentar. Es importante recalcar que se debe alcanzar altas temperaturas que va desde 40 y 93°C, con el fin de tener una condición termofílica para destruir patógenos que pueden encontrarse en la pila para evitar la producción de compost infectado (López, 2016 p. 41).

Cuando existen temperaturas demasiado altas, muchos microorganismos sugestivos para el proceso de compostaje no actúan al estar esporados y otros mueren. La temperatura óptima para eliminar parásitos, patógenos y semillas de hierbas indeseables está en el intervalo de 35-55°C (Bassom, 2010 p. 12).

Son varios los aspectos que tienen que ver con el proceso biológico del compostaje, siendo estos influenciados por el tipo de residuo orgánico a compostar, las condiciones climáticas y la técnica de compostaje empleada, entre los aspectos más importantes se encuentran:

- pH: es un aspecto que interviene en el proceso gracias a su labor sobre los microorganismos. Generalmente un pH de 5 a 8 los hongos lo toleran, por otro lado, las bacterias tienen mínima capacidad de tolerancia que va en un pH de 6,7 y 5 (López, 2016).
- Oxígeno: la presencia de oxígeno es imprescindible en el proceso de compostaje debido a que es un proceso aeróbico. Es esencial el tipo de material, humedad, textura, frecuencia de volteo ya que de esto dependerá la concentración de oxígeno (López, 2016 p. 46).
- Relación C/N equilibrada: para producir compost de excelente calidad se debe tener una relación equilibrada entre el carbono y el nitrógeno debido a que son los dos elementos básicos constituyentes de la materia orgánica. La relación puede variar de acuerdo con las materias primas que conforman el compost, la relación adecuada de C/N es de 25-35. La actividad biológica disminuirá si la relación de estos dos elementos es muy elevada mientras que una relación C/N muy baja no va a afectar el proceso de compostaje, disipando el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Para obtener un compost equilibrado se debe realizar una mezcla apropiada de los distintos residuos con variadas relaciones (López, 2016 p. 46).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación tuvo lugar en las instalaciones de la granja avícola “dos hermanos” situada en la provincia de Chimborazo, en el Cantón Chambo ubicada al sureste del cantón a 11 km de la cabecera cantonal en el barrio Quintus.

En (Tabla 3-2) se describe las condiciones meteorológicas del Cantón Chambo.

**Tabla 3-2:** Condiciones meteorológicas del Cantón Chambo

PARÁMETROS	VALOR
Temperatura	14°c
Altitud	2400-4730 msnm
Humedad relativa	67 %
Precipitación	600 mm/año
Longitud	78° 34' 59.88" W
Latitud	- 1° 43' 59.99" S

Fuente : (Colegio Nacional Chambo, 2016).

#### 2.2. Unidades experimentales

En la investigación se empleó residuos sólidos (compost de gallinaza) a razón de 20 kg, que fueron acopiados de las pilas composteras edificadas en la avícola “dos hermanos”, a las cuales se les realizó pruebas físico- químicas y sensoriales, las que fueron desarrolladas en el laboratorio de SAQMIC de la provincia de Chimborazo. Las muestras fueron homogéneas a razón de 200 g cada una. Las cuales fueron tomadas de cada uno de los tratamientos y rotulas he identificadas para su posterior envío a dicho laboratorio.

#### 2.3. Materiales, equipos e insumos

##### 2.3.1. Materiales

- Pala.
- Guantes.



- Composteras.
- Recipiente para muestreo.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitado.
- Termómetro.
- Bolsas estériles.
- Marcador permanente

### 2.3.2. Equipos

- pH-metro
- Estufa
- Balanza analítica
- Caja Petri

## 2.4. Tratamientos y diseño experimental

En el trabajo experimental se realizó una evaluación del efecto de cuatro formulaciones de compost semi maduro adicionando diferentes niveles (20,40,60 y 80%) respectivamente, estos tratamientos fueron distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar Simple, el modelo lineal utilizado fue:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Efecto de la media por observación.

$\alpha_i$  = Efecto de los tratamientos (niveles de gallinaza).

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

En la tabla 4-2, se representa el esquema del experimento, la distribución de cada uno de los tratamientos experimentales, las dimensiones de cada unidad experimental y la cantidad de unidades experimentales necesarias por cada uno de los tratamientos:

**Tabla 4-2:** Esquema del experimento en la evaluación del compost producido

<b>NIVELES DE GALLINAZA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>T.U. E</b>	<b>REPETICIONES</b>	<b>COMPOST / TRAT</b>
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: Borja, Dayanna (2020)

## **2.5. Mediciones experimentales**

### **2.5.1. Pruebas Químicas**

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

### **2.5.2. Pruebas físicas**

- Temperatura, °C.
- Conductividad eléctrica,  $\mu\text{m}$ .
- Granulometría, mm.
- Peso final, %.

### **2.5.3. Pruebas sensoriales**

- Color, puntos.
- Olor, puntos.

## 2.6. Análisis estadísticos y pruebas de significancia

Las pruebas físicas, químicas y sensoriales que se realizarán al compost de gallinaza serán analizadas bajo un modelo completamente al azar simple, para lo cual es necesario realizar los siguientes métodos estadísticos:

- Análisis de la varianza ( $P < 0,05$ ).
- Separación de medias por Duncan ( $P < 0,05$ ).
- Análisis de correlación y regresión para muestras que presenten significancia.

El esquema del ADEVA aplicado para la interpretación de los datos se muestra en (Tabla 5-2).

**Tabla 5-2:** Esquema ADEVA aplicado para la interpretación de los datos.

FUENTES DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamiento	3
Error	12

Realizado por: Borja, Dayanna (2020)

## 2.7. Procedimiento experimental

La Avícola “dos hermanos” se encuentra ubicada en el barrio Quintus, Cantón Chambo, la investigación tiene su fundamento en dar una solución a los residuos sólidos aprovechables (gallinaza). Se llevó a cabo los siguientes pasos:

1. Secado de la gallinaza .
2. Se utilizó tablas de la granja para la construcción de las micro composteras. Se edificó 16 micros composteras para cada tratamiento respectivamente de 0,60 m x 0,6m x 0,6m.
3. Se colocó las micro composteras en la misma granja, pero en el sitio donde se efectúa el secado de la gallinaza.
4. Utilizando pedazos de tabla triplex y con la ayuda de un marcador indeleble se realizó el rotulado de los tratamientos con su respectiva repetición,
5. Colecta de los materiales necesarios para compostar ( kikuyo, suero de leche, gallinaza). El kikuyo se cortó de las parcelas de la granja, la gallinaza se recolecto ya seca con el fin de ayudar al proceso de compostaje, la cascarilla de arroz se obtuvo de los depósitos de

la granja y el suero de leche de un centro de procesamiento de la leche en el cantón Chambo.

6. Se picó el kikuyo para facilitar el proceso de volteo
7. Se aplicó una relación de 20 kg en cada micro compostera para todos los tratamientos (se colocó realizando un pesaje de los materiales a compostar) de acuerdo con el esquema:
  - Tratamiento 1: Suero de leche 1kg; Kikuyo 2kg;; Cascarilla de arroz 13kg; Gallinaza 4kg.
  - Tratamiento 2: Suero de leche 1kg; Kikuyo 2kg; ; Cascarilla de arroz 9kg; Gallinaza 8kg.
  - Tratamiento 3: Suero de leche 1kg; Kikuyo 2kg; ; Cascarilla de arroz 5kg; Gallinaza 12kg.
  - Tratamiento 4: Suero de leche 1kg; Kikuyo 2kg; ; Cascarilla de arroz 1kg; Gallinaza 16kg.
8. Diariamente a las 10 am se realizó el volteo de cada micro compostera para esta actividad se utilizó un rastrillo. En cada volteo se observó cada cambio conforme avanza el proceso de compostaje de cada uno de los tratamientos.
9. Diariamente se registró en una libreta de apuntes la medición de la variable temperatura para lo cual se utilizó un termómetro.
10. Al finalizar los 60 días del experimento, se utilizó una zaranda de malla para cosechar el compost y se coloca en saquillos cada tratamiento por separado.
11. Posteriormente se pesó cada tratamiento.
12. Se tomó 200 g de muestra de cada tratamiento las mismas que se colocaron en bolsas plásticas con su respectiva etiqueta para consecutivamente examinar en el laboratorio SAQMIC de la ciudad de Riobamba.

## **2.8. Metodología de evaluación**

### **2.8.1. pH**

Para realizar el análisis del pH en el compost se usa en pH metro, en primer lugar, se calibra el equipo con una solución tampón a continuación, se coloca el cátodo en la muestra de compost a analizar y se registra los valores arrojados por el equipo.

### **2.8.2. Temperatura**

Se utilizó un termómetro de mercurio calibrado para medir la temperatura en el interior del compost, se introdujo en cada tratamiento y se registró directamente la medida reportada por el equipo.

### **2.8.3. Contenido de humedad**

Se realizó el método gravimétrico para conocer el contenido de humedad, para lo cual se pesó con ayuda de una balanza analítica el recipiente vacío y el recipiente con las muestras, después se introduce en la mufla a 110°C la muestra pesada y se deja en el equipo por 24 horas.

Concluido este tiempo, se saca las muestras y se las depositó en un desecador por 15 minutos o hasta que alcance temperatura ambiente la muestra; seguidamente se pesa las muestras en una balanza analítica. El resultado final pertenece a la diferencia entre el peso inicial y el peso final.

### **2.8.4. Granulometría**

La determinación de la granulometría se lo hace sobre la muestra húmeda, se hace pasar una determinada cantidad de muestra por diferentes tamices sometidos a vibración. Para conocer la granulometría se apunta el haz de malla del tamiz donde se quedé retenida la mayor cantidad de muestra.

### **2.8.5. Conductividad eléctrica**

Se realizó in situ la determinación de la conductividad eléctrica, en primer lugar, se calibró el conductímetro con la ayuda de una solución tampón, seguidamente, los cátodos del conductímetro se introdujeron y se registró el resultado que reporto el equipo.

### **2.8.6. Nitrógeno total**

Se empleo el método Kjeldahl para la determinación del nitrógeno total de la muestra para lo cual se realizó:

- Durante 48 h se secó la muestra a 60 °C.
- Se homogeneizó la muestra mediante su molienda y tamizado a tamaño  $\leq 0.5$  mm.
- Pesaje de 1 g de muestra ya seca, molida y tamizada para posteriormente colocarla dentro del tubo del bloque digestor.
- Añadir 5.0 g de mezcla catalizadora ( $K_2SO_4$ - $CuSO_4 \times 5 H_2O$ -Se, 100:10:1 peso/peso) y  $H_2SO_4$  a razón de 15 mL de. Se agitó suavemente.
- Se añadió la temperatura del bloque digestor durante 3-5 h a una temperatura de 370 °C hasta su completa digestión, posteriormente a la muestra se le realiza el enfriamiento a temperatura ambiente.

- Se agregó 15 mL de agua destilada y se transfirió la muestra a un matraz conteniendo 10 N NaOH. A razón de 10 mL.
- Se destiló la muestra y se procedió a recoger el amonio.
- Se realizó la determinación analítica del amonio.

#### **2.8.7. Contenido de Fósforo total**

Se empleo el método Kjeldahl para la determinación del contenido de fósforo total de la muestra para lo cual se realizó:

- Secado de la muestra durante 48 h a 60 °C.
- Homogenizado de la muestra por medio de su molienda y tamizado al tamaño  $\leq 0.5$  mm.
- Se pesó la muestra (1-50 mg) y se la introdujo en una cápsula de estaño y se cerró
- Se colocó la muestra en el Analizador Elemental para su posterior análisis.

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

#### **2.8.8. Contenido de materia orgánica**

Se siguió la técnica detallada por Walkley y Black para la determinación de la materia orgánica, con el procedimiento:

- Se pesó compost seco a razón de 0.5 g de y pasado por un tamiz de 0.5 mm y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Se procesó un blanco con reactivos por triplicado.
- Se adicionó con exactitud 10 ml de dicromato de potasio 1 N volteando el matraz con cuidado para que entre en contacto con la muestra.
- Se agregó con cuidado H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado a la suspensión a razón de 20 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, volteando el matraz nuevamente y se agitó por el lapso de un minuto de esa forma.
- Durante 30 minutos se dejó reposar sobre una lámina de asbesto o puede ser sobre una mesa de madera (evitar mesas de cemento o acero).
- Se añadió agua destilado a razón de 200 ml , más ácido fosfórico 5 ml (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentrado), del indicador de difenilamina se adicionó de 5 a 10 gotas.
- Con la disolución de sulfato ferroso se tituló gota a gota hasta una última etapa verde claro.

### **2.8.9. Relación Carbono: Nitrógeno**

Se realizó la relación entre la composición del carbono y nitrógeno para determinar la relación entre estos dos elementos, se debe conocer la proteína bruta que representa el 51% del carbono para determinar el carbono total, por otro lado también se debe conocer el extracto libre de nitrógeno que representa el 75% de carbono además de la relación entre fibra cruda y fibra bruta que representa el 1% del carbono, teniendo todos estos componentes y multiplicándolos por el porcentaje se conoce el carbono total.

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

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

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

##### 3.1.1. *pH*

En (Tabla 6-3), se reporta el análisis de la prueba química pH del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza encontrando diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, en el análisis estadístico para la formulación con 80% de gallinaza (T4), se reportó valores de 7.60, los que disminuyen a 7.30 en la formulación con 60% de gallinaza (T3), seguidamente las medias para el tratamiento con 40% de gallinaza (T2) fueron de 7.10 finalmente para la formulación con 20% de gallinaza (T1), se reportaron valores de 6.65

De los resultados conseguidos se asevera que a menor nivel de gallinaza se obtendrá valores de pH cercanos a la neutralidad (7), que es el rango adecuado para que se produzca el proceso normal de maduración por medio de los microorganismos, lo que permitirá aprovechar los nutrientes presentes en la gallinaza.

Los resultados de la prueba química pH tienen su fundamento en lo que menciona (Mullo, 2012, p. 29), en general es relativamente amplio el rango de pH tolerado por las bacterias, están grupos fisiológicos que se encuentran totalmente adaptados a valores extremados. Sin embargo, el pH (pH 6.5 – 7.5) cercano al neutro, ligeramente ácido o alcalino nos certifica el desarrollo propicio de la mayor parte de los grupos fisiológicos.

Se imposibilita el crecimiento de los grupos fisiológicos con valores de pH inferiores a 5.5 (ácidos). Valores alcalinos (superiores a 8) igualmente son agentes inhibidores del crecimiento precipitando nutrientes esenciales del medio y por lo tanto para los microorganismos. no son accesibles.



**Tabla 6-3:** Evaluación de las características químicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza

PRUEBAS QUÍMICAS	NIVELES DE GALLINAZA				ERROR EXPERIMENTAL	SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
	20%	40%	60%	80%			
Ph	6.65 d	7.1 c	7.3 b	7.6 a	0.01	**	4.56555E-12
Humedad, %	50 a	42.85 b	40.07 c	36.76 d	0.02	**	1.9904E-1
Nitrógeno total, mg/ L	1.31 d	1.73 c	1.97 b	2.2 a	0.0004	**	1.6139E-12
Fósforo total, mg/ L	2.31 d	2.77 c	3.37 b	3.65 a	0.0004	**	6.6792E-14
Potasio, mg/ L	1.1 c	1.52 b	1.8 b	2.51 a	0.11	**	5.9424E-07
Calcio, mg/ L	1.15 d	1.28 c	1.43 b	1.68 a	0.0004	**	1.9426E-12
Materia orgánica, mg/ L	19.7 d	20.96 c	21.58 b	22.35 a	0.0003	**	1.0093E-12
Relación C/N	12.36 b	13.37 a	12.4 b	13.43 a	0.04	*	0.00020708

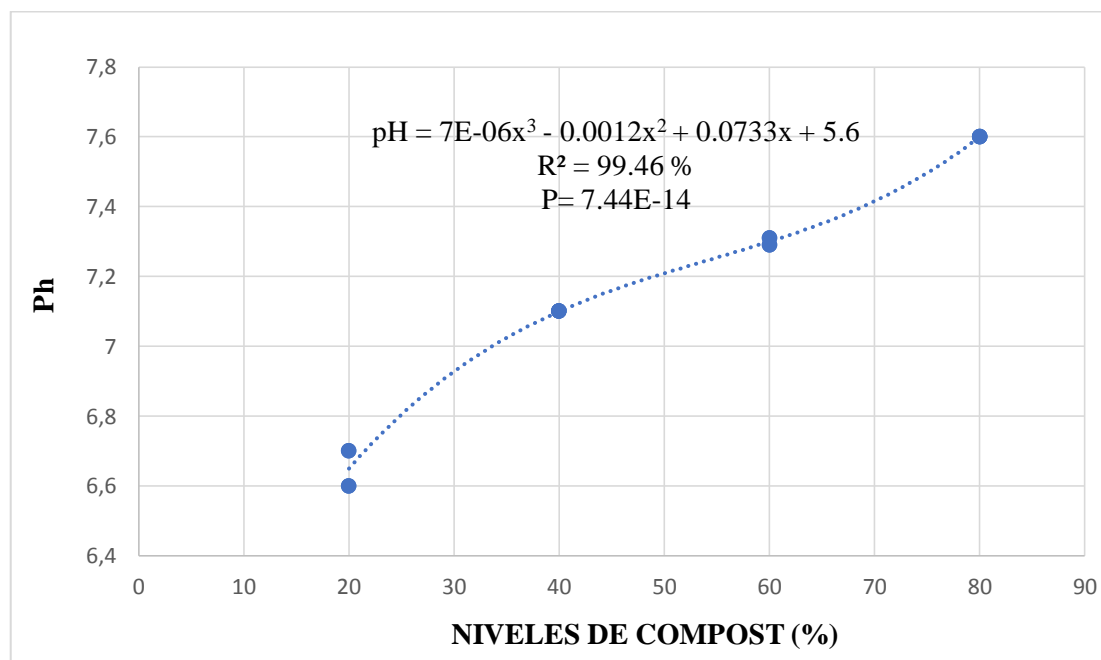
abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ( $P < 0,01$ ).

**Realizado por:** Dayanna, Borja. (2021)

El pH evoluciona normalmente desde ácido, hasta alcalino, de acuerdo con el proceso natural de compostaje. No es necesario controlar el mismo, si el compost se realiza bien y se tienen los cuidados necesarios, este no debería ser un problema en ningún momento.

Según se va dando el proceso de compostaje avanza el proceso de respiración de los microorganismos por lo tanto se da la generación de dióxido de carbono y amoníaco, se da la producción de bases libres y ácidos que según su presencia en el compost van a aumentar o disminuir el pH, por lo cual para que el pH no varíe se busca un equilibrio entre estas dos sustancias.

El pH reportado en el gráfico 1-3; los datos se ajustan hacia una tendencia cubica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), en el análisis se partió de un contenido de 5.6, las medias aumentaron primero en 0.0733 por nivel de gallinaza añadido en la formulación, luego decrecieron en 0.0012 por cada porcentaje de incremento de gallinaza agregado a la formulación posteriormente aumentaron en 0.000007. el coeficiente de determinación fue de 99.46%, en tanto el restante 0.54% se debe a factores que no se pueden controlar por completo como las condiciones ambientales. La ecuación para determinar el contenido de pH fue de:  $\text{pH} = 7\text{E}-06(\% \text{ gallinaza})^3 - 0.0012(\% \text{ gallinaza})^2 + 0.0733(\% \text{ gallinaza}) + 5.6$



**Gráfico 1-3.** Evaluación de la regresión del contenido del pH del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

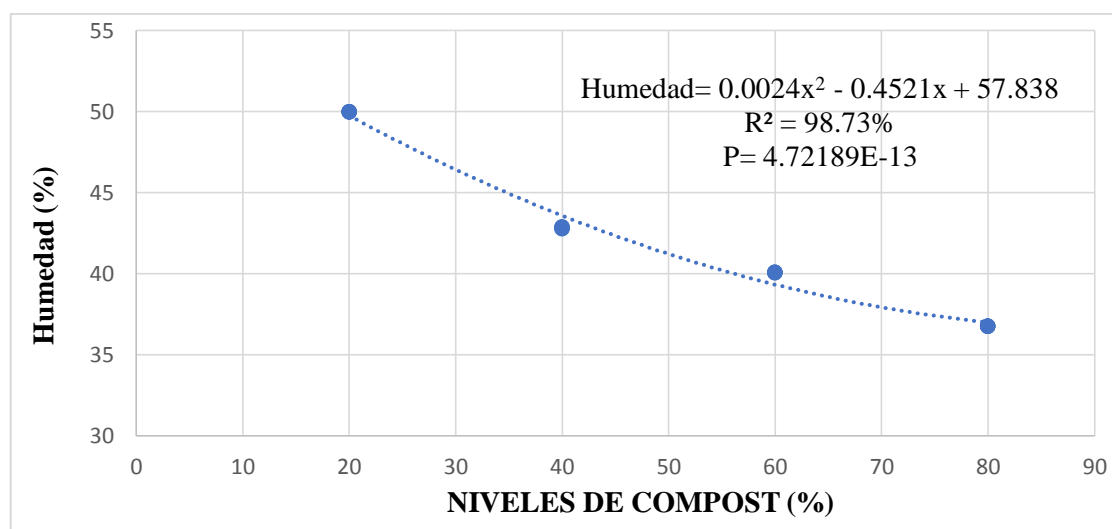
Realizado por: Dayanna. M, Borja M. 2021

### 3.1.2. Humedad

Se debe valorar la cantidad de agua que se encuentra disponible para los procesos de reproducción biológica a cargo de los microbios, para lo cual es preciso conocer el porcentaje de humedad presente en el compost, para la humedad se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias como se reporta en (Tabla 6-3), observándose que para la formulación con el 80% de gallinaza (T4) se reportó una humedad media de 36.76%, subsiguientemente se reportaron resultados de 40.07% de humedad con la formulación de compost con 60% de gallinaza (T3).

Para el compost al que se le adicionó el 40% de gallinaza se reportó valores que aumentan a 42.85% de humedad (T2), finalmente para la formulación con el 20% de gallinaza (T1) se reportaron valores de 50% de humedad, con dichos resultados se afirma que la humedad depende directamente de la cantidad de gallinaza que se agregue a la formulación del compost.

El contenido de humedad reportada en el gráfico 2-3; se observa que los datos se ajustan hacia una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.01^*$ ), para el análisis se partió de un contenido de 57.838%, inicialmente las medias decrecieron en 0.4521% por nivel de gallinaza agregado en la formulación y consecutivamente se incrementaron en 0.0024% por cada porcentaje de aumento de gallinaza adicionado en la formulación; el coeficiente de determinación fue de 98.73%, el resto 1,27% corresponde esencialmente a los factores de reproducción celular. La ecuación para determinar el contenido de humedad fue de: Contenido de humedad =  $0.0024(\% \text{ gallinaza})^2 - 0.4521(\% \text{ gallinaza}) + 57.838$



**Gráfico 2-3.** Evaluación de la regresión del contenido de humedad del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Dayanna. M, Borja M. 2021

Los resultados obtenidos del contenido de humedad tienen su fundamento en lo expuesto por (Marqu ez, 2011, p. 2), menciona que una humedad adecuada oscila entre el 40-60% para que se d e el crecimiento microbiano, cuando existe una humedad por debajo del 30% la actividad biológica decrece significativamente, por otro lado cuando se tiene humedad por encima del 70% se reduce la transferencia de oxígeno y se va a producir una anaerobiosis debido a que el agua va a desplazar al aire en los espacios libres existentes entre partículas. Se va a originar malos olores y se da una disminución del proceso cuando las condiciones se vuelven anaerobias.

### **3.1.3. Nitrógeno total**

El nitrógeno es el componente mayormente aprovechado por el suelo por lo que es imprescindible que el compost tenga alto contenido de este para poder mejorar las características del abono, en el análisis estadístico del contenido de nitrógeno total se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias como se reporta en (Tabla 6-3), el menor contenido de nitrógeno se obtuvo al adicionar 20% de gallinaza (T1) con medias de 1.31 mg/L, aumentando el contenido de nitrógeno a 1.73 mg/L en el compost preparado con el 40% de gallinaza (T2), al preparar el compost con el 60% de gallinaza (T3) el valor del contenido de nitrógeno fue de 1.97 mg/ L, apreciándose el mayor contenido de nitrógeno total al adicionar 80% de gallinaza al compost (T4) con medias de 2.20 mg/ L. Por lo cual al añadir una mayor cantidad de gallinaza a la formulación el contenido de nitrógeno total va a ser mayor.

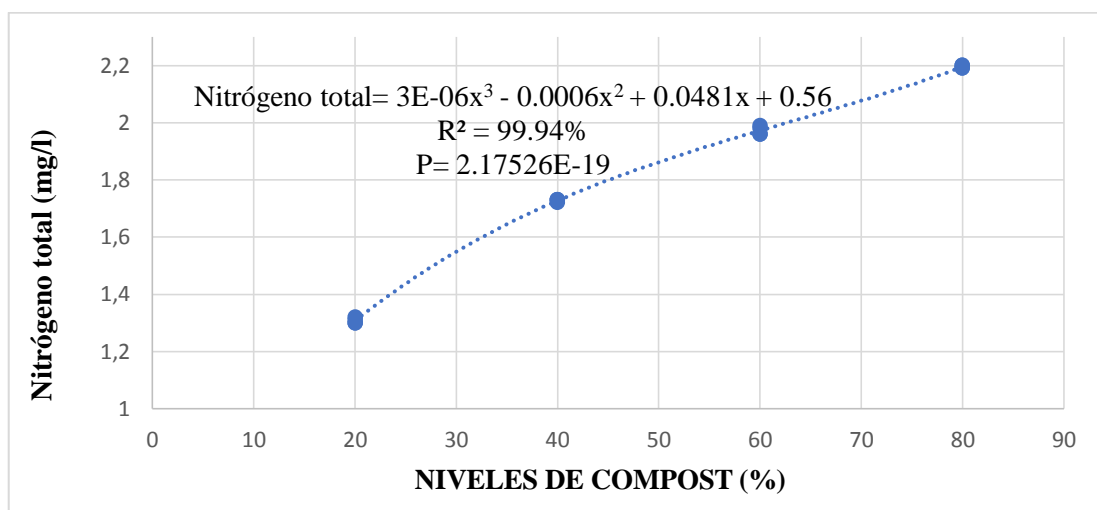
Los resultados de esta investigación tienen su base con lo que menciona (Marqu ez, 2011, p. 6), que para la reproducción celular un elemento esencial es el nitrógeno gracias a la naturaleza proteica del protoplasma; se ha comprobado que la calidad de un compost como fertilizante está estrechamente relacionado con su contenido de N.

Los datos obtenidos son superiores a los que reporta (Bedoya, 2001, p. 6 ) en dicha investigación se presentó valores en nitrógeno de 1.3 mg/L al utilizar una formulación correspondiente a la mezcla de gallinaza de aves de jaula con aserrín en proporción 1 :1 adicionando Microorganismos eficaces (EM) por una vez durante el proceso de compostaje y con los datos que reporta (Bohorquez, 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 aprecia el alto contenido de nitrógeno de la gallinaza, para que se presente un alto contenido de nitrógeno total en la composición del compost se debe adicionar mayor contenido de gallinaza en la formulación, esto se debe a que es especialmente los animales

desprenden amoníaco en las heces y gracias a los procesos naturales de degradación se convierten en nitrógeno presente en el compost.

En el gráfico 3-3 se indica la evaluación de la regresión del contenido de nitrógeno total, reportándose una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), se parte de un intercepto de 0.56 mg / L, las medias acrecentaron en 0.0481 mg/ L por cada porcentaje de gallinaza agregada en la formulación y subsiguientemente redujeron en 0.0006 mg/L por cada porcentaje de gallinaza incluido para finalmente aumentar en 0.000003, el coeficiente de determinación fue de 99.94% que muestra que no existió error relacionado al método experimental. La ecuación de la regresión fue: Nitrógeno total =  $3E-06(\% \text{ gallinaza})^3 - 0.0006(\% \text{ gallinaza})^2 + 0.0481(\% \text{ gallinaza}) + 0.56$



**Gráfico 3-3.** Evaluación de la regresión del contenido de nitrógeno total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Dayanna. M, Borja M. 2021

#### 3.1.4. Contenido de fósforo total

El fósforo es el componente principal en las plantas por lo que un fertilizante debe contener un alto contenido de este nutriente para así mejorar las características del suelo. Para la formación de compuestos celulares ricos en energía, el fósforo desempeña un papel primordial, siendo preciso para el metabolismo microbiano.

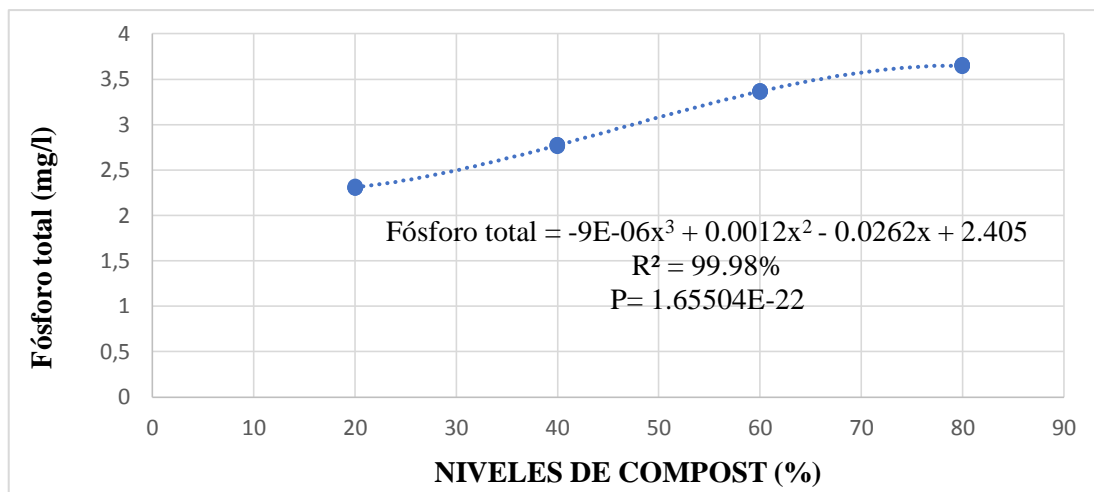
Se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias al evaluar este macronutriente como se reporta en (Tabla 6-3), el mínimo contenido de fósforo total se obtuvo al formular compost con 20% de gallinaza (T1) con medias de 2.31 mg/L, se reportó medias de fósforo total de 2.77 mg/L al preparar el compost con 40% de gallinaza (T2), en la elaboración de compost con

el 60% de gallinaza (T3) se obtuvo medias de 3.37 mg/L, obteniendo el mayor contenido de fósforo al adicionar el 80% de gallinaza en el compost (T4) con medias de 3.65mg/L; con dichos resultados se puede considerar la relación directa que se da entre el contenido de fósforo y el nivel de gallinaza.

Lo que tiene su cimiento en lo expuesto por (Ward, 2016, p. 26), en donde menciona que la industria avícola produce varios tipos de estiércoles, en donde la característica principal de este abono es que se estabiliza la fracción nitrogenada, que, en fases posteriores continuadas, en un proceso natural de compostaje por fermentación aerobia se reorganizaba y permanecía estable de manera orgánica.

Esta estabilización se produce gracias al efecto del balanceado al ser consumido por las aves, gracias al alto contenido de vitaminas y suplementos vitamínicos que tienen elevado fosforo en su constitución, por lo que la estabilización del fosforo ocasionara tener un contenido mayor de este macronutriente en el compost. Es por ello por lo que si se adiciona más estiércol animal a las formulaciones es indiscutible que el nitrógeno se va a estabilizar y va a acrecentar su contenido. Se puede apreciar la estabilidad del fósforo al incrementar el contenido de este en el compost, esto es muestra de que las aves de la granja Dos hermanos están bien nutridas, por lo que no es excesiva la presencia de fósforo en las excretas; que tanto vitaminas y suplementos suministrados en la dieta diaria se aprovecha de forma adecuada. Por lo tanto, si se desea aumentar el contenido de fósforo en el compost se tiene que incrementar la gallinaza en la formulación.

Son mayores las respuestas de la presente investigación al compararlas con lo que reporta (Bohórquez, 2015, pp. 3-4) que alcanzó valores de 0.80 mg / L al agregar 20% de gallinaza en mezcla con los residuos producidos de la industria azucarera y con los resultados de (Bedoya, 2001, pp. 9) que alcanzó valores de 0.65 mg / L en la formulación que corresponde a la mezcla de gallinaza de aves de jaula y aserrín en una proporción 1:1 en volumen, con adición de EM. por dos veces. Para el contenido de fósforo total la regresión de las medias reportó una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), en donde partieron de un intercepto de 2.405 mg / L, luego decreció en 0.0262 mg/L por cada porcentaje de gallinaza adicionada en la formulación, posteriormente aumentó en 0.0012 mg/L por cada porcentaje de gallinaza adicionada en la formulación para últimamente disminuir en 0.000009 mg/L.



**Gráfico 4-3.** Evaluación de la regresión del contenido de fósforo total del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

Se observa un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), de 99.98%, lo que muestra una optimización en el proceso de producción de compost a partir de la gallinaza que fueron mejorados con repeticiones de las muestras para la homogenización de los resultados (Ver el gráfico 4-3). La ecuación de regresión para la prueba de contenido de fósforo total fue: Contenido de fósforo total =  $-9E-06(\% \text{ de gallinaza})^3 + 0.0012(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.0262(\% \text{ de gallinaza}) + 2.405$ .

### 3.1.5. Contenido de potasio

Realizar el análisis del contenido de potasio del compost es importante al estar encargado de procesos que se llevan a cabo en los cultivos como la transferencia energética, es por lo que en los fertilizantes orgánicos o minerales es indispensable incluir potasio porque benefician al proceso de fotosíntesis de las plantas lo que ayuda a resistir condiciones desfavorables del suelo además de que son los que regulan el transporte y aprovechamiento de macronutrientes del suelo.

En (Tabla 6-3), se reportó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias, en el análisis estadístico el mínimo contenido de potasio total se obtiene en la formulación de compost con 20% de gallinaza (T1) con medias de 1.10 mg/L a continuación, se registran medias en el tratamiento T2 (40% de gallinaza) con valores de 1.52 mg/L, que aumentan a 1.80 mg/L en la formulación que incluye el 60% de gallinaza (T3) teniendo el mayor contenido de potasio al adicionar en la formulación el 80% de gallinaza (T4) con valores de 2.51 mg/L.

De resultados conseguidos se deduce que es preciso la inclusión de mayor cantidad de gallinaza en la formulación con el fin de mejorar el contenido de potasio del compost, esto es resultado de

la composición del residuo líquido; ; el contenido alto de potasio es consecuencia de la inclusión de sales de potasio y de sodio en la dieta de las aves, estos minerales fundamentalmente se agregan para aumentar el peso de los animales.

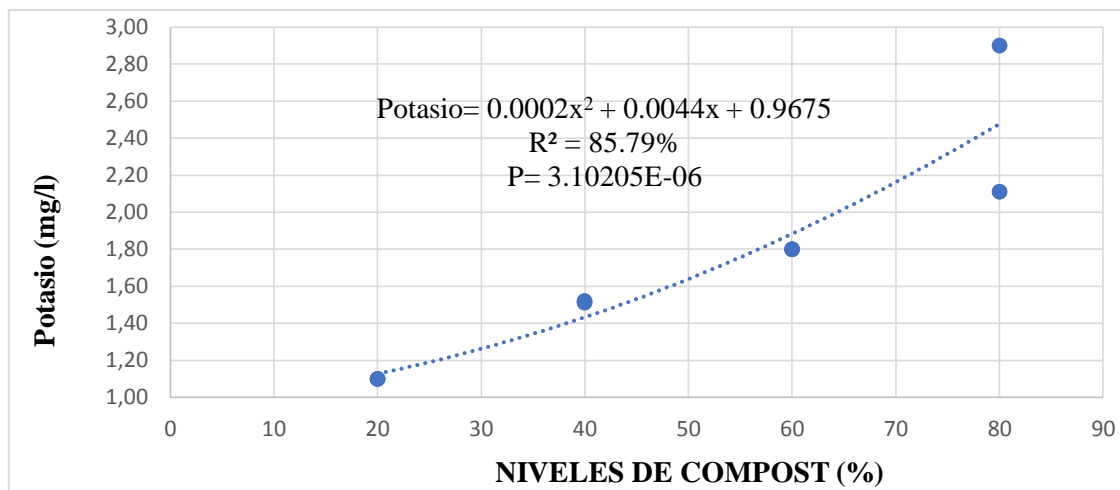
(Mosby, 2015, p. 45), indica que el mayor contenido de potasio al agregar mayores niveles de gallinaza se debe a que el potasio es absorbido por el intestino delgado en donde la mayor parte del potasio es excretado o perdido mediante la orina y que de igual manera se pierde una mínima cantidad en el sudor.

Los riñones excretan más potasio y conservan más sodio cuando existe estrés por esto es un factor importante para considerar. Es por lo que cuando en las granjas las aves son sometidas a niveles considerables de estrés ocasiona que no absorban de manera normal el potasio y en su dieta diaria se deba incluir más de este nutriente que es preciso para realizar los procesos fisiológicos de las aves, como se tiene una mayor dosis de este micronutriente es normal que se dé un aumento en los residuos líquidos y sólidos debido a que no se puede aprovechar en total el potasio.

(Orozco, 2017, pp. 5-6), reporta valores de 0.59 mg / L de potasio al añadir 40% de gallinaza en la formulación para producir compost para el cultivo de cacao, mientras que (Bedoya, 2001) obtuvo 2.12 mg /L en la formulación correspondiente a la mezcla de gallinaza de aves de jaula y aserrín en una proporción 1:1 en volumen, con adición de EM. por dos veces, que son resultados menores a los de esta investigación por lo cual indica que el compost producido tiene un gran contenido nutricional.

Para el contenido de potasio, la regresión de las medias reportó una tendencia cuadrática altamente significativas ( $P < 0.01$ ) en donde partiendo de un intercepto de 0.9675 mg / L primero aumentó el potasio en 0.0044 mg/L por cada porcentaje de gallinaza agregado en la formulación para subsiguientemente aumentar en 0.0002 mg/L. (Ver el grafico 5-3). La ecuación de la regresión a la prueba contenido de potasio fue:  $\text{Contenido de potasio} = 0.0002(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.0044 (\% \text{ de gallinaza}) + 0.9675$ .





**Gráfico 5-3.** Evaluación de la regresión del contenido de potasio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

### 3.1.6. Contenido de calcio

La evaluación del contenido de calcio es importante debido a que es un micronutriente que favorece al suelo, este mineral es desechado en las excretas de los animales. .

Se registró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias teniendo menor contenido de calcio con la adición del 20% de gallinaza en el compost (T1) con medias de 1.15 mg/L), a continuación, se reportaron medias de 1.28 mg/L con la inclusión del 40% de gallinaza (T2), seguido por medias que aumentan a 1.43 mg/L en la preparación de compost con el 60% de gallinaza (T3), el contenido más alto de calcio se obtuvo con la inclusión de 80% de gallinaza en el compost (T4) con respuestas de 1.68 mg/L (Tabla 6-3).

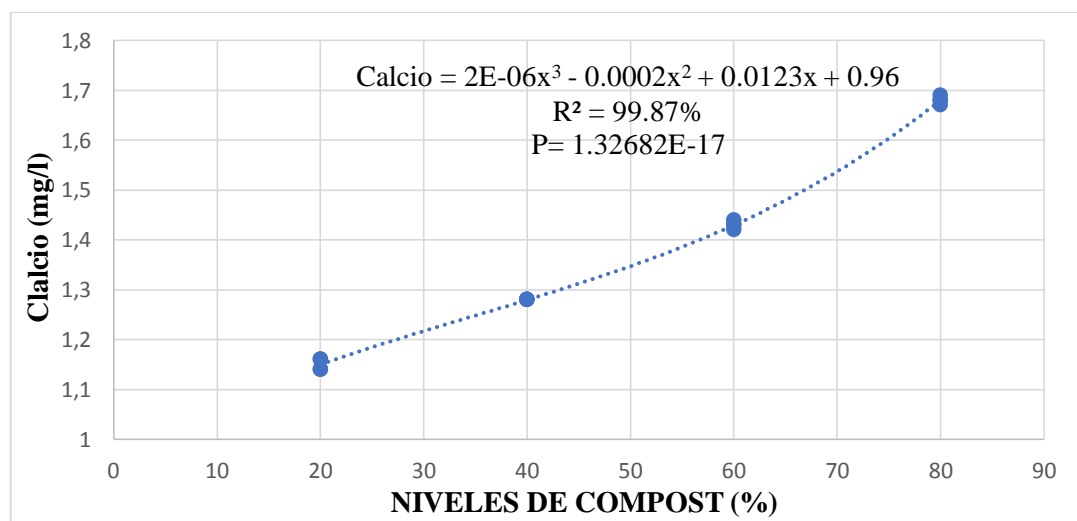
Por lo tanto, se va a producir un aumento de calcio si se incrementa los niveles de gallinaza en la formulación para elaborar compost, debido a que es insoluble en gran cantidad de componentes este no se va a perder en el ciclo de producción de compost, con esto no interfieren las reacciones por efecto de la respiración celular.

(Aguilar, 2006, pp. 480-481), menciona que son diversas las funciones que los minerales realizan en el organismo animal los mismos que están en todos los tejidos y órganos, si ciertos minerales no se hallan en el organismo van a ser incapaces de realizar sus funciones. El principal componente del cascaron del huevo es el calcio.

Las respuestas de esta investigación son superiores con los de (Pérez, 2015, pp. 8- 10) que señala valores de 1,66 mg/L de calcio en la elaboración de compost con utilización de los desechos de la industria azucarera y a lo reportado por (López , 2016, pp. 15-16) que presentó valores de 0.72 mg/L de calcio en la formulación con el 20% de gallinaza y bagazo de la caña de azúcar.

El análisis regresional del contenido de calcio reportó en el gráfico 6-3; una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01^*$ ), partiendo de un intercepto de 0.96 mg/L, las medias al inicio decrecieron en 0.0123 mg/L por cada nivel de gallinaza agregado en la formulación, subsiguientemente la disminución prosiguió en 0.0002 mg/L por cada nivel de gallinaza agregado en la formulación para últimamente aumentar en 0.000002 mg/L.

El coeficiente de determinación fue de 99.87%, el restante 0.23% dependen fundamentalmente de factores que tienen que ver con la reproducción celular. La ecuación para determinar el contenido de calcio fue:  $\text{Contenido de calcio} = 2\text{E-}0(\% \text{ gallinaza})^3 - 0.0002(\% \text{ gallinaza})^2 - 0.0123(\% \text{ gallinaza}) + 0.96$



**Gráfico 6-3.** Evaluación de la regresión del contenido de calcio del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

### 3.1.7. *Relación carbono/ nitrógeno*

Para obtener un compost de buena calidad debe existir una relación equilibrada entre el carbono y el nitrógeno, al evaluar dicha variable no se encuentra diferencias significativas entre medias.

En (Tabla 6-3) se reporta que al elaborar compost orgánico con 80% de gallinaza (T4) la relación carbono/nitrógeno fue de 13.43 , que disminuye a valores de 13.40 al preparar el compost con 60% de gallinaza (T3), a continuación, se obtiene las respuestas al añadir el 40% de gallinaza

(T2) con medias de 13.37 y el peso final menor es de 12.36; este se obtiene al formular el compost con 20% de gallinaza (T1).

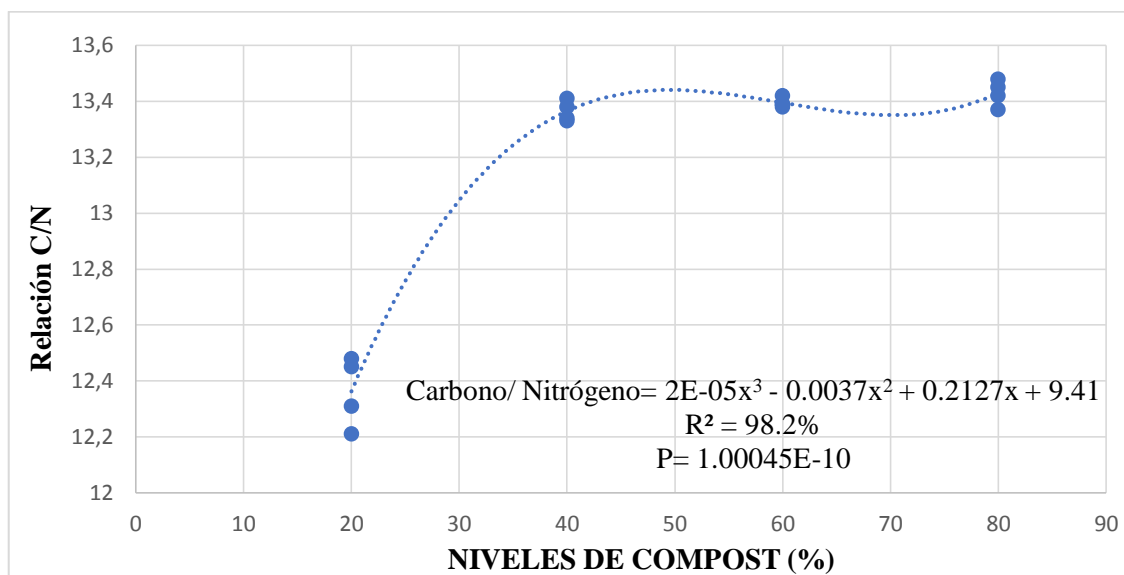
(Cabrera, 2010, p. 5), menciona que por lo general los microorganismos utilizan 30 partes de C por cada una de N, por lo que el intervalo de C/N teórico óptimo para el compostaje de un producto es de 25-35. Cabe recalcar que para un correcto compostaje en donde se aproveche y se retenga gran parte del C y del N, la relación del material de partida debe ser la apropiada.

(Cabrera, 2010, p. 6), menciona que un factor importante es la relación C/N ya que esta tiene que ver con la velocidad del proceso y en la pérdida de amonio durante el proceso de compostaje. Si existe una relación mayor de C/N de 40 va a disminuir la actividad biológica y los microorganismos deberán oxidar el exceso de carbono haciendo lento el proceso, por causa de la poca disponibilidad de N para que se dé la síntesis proteica a cargo de los microorganismos.

(Cabrera, 2010, p. 6), argumenta que es necesaria la aparición continuada de varias especies microbianas con el fin de eliminar el exceso de carbono en forma de anhídrido carbónico. El nitrógeno contenido en su biomasa se recicla al morir los microorganismos y va a disminuir la relación C/N. Si la materia orgánica es poco biodegradable y el residuo tiene una relación alta de C/N, realmente la relación C/N disponible para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará de manera rápida, pero afectará sólo a una proporción de la masa total. Si existe una relación muy baja de C/N el proceso de compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en manera amoniacal, produciendo una autorregulación de la relación C/N del proceso.

Los resultados de la presente investigación son mayores en comparación con (Bedoya, 2001, p. 167), que obtuvo una relación C/N de 9.2 en la formulación correspondiente a la mezcla de gallinaza de aves de jaula y aserrín en una proporción 1:1 en volumen, con adición de EM. por dos veces.

En el gráfico 7-3 se reporta el análisis de la regresión; en donde los resultados de la relación C/N se dispersan hacia una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), de donde se desprende que la relación C/N partió de un intercepto de 9.41, primariamente aumentó en 0.2127 por cada porcentaje de gallinaza adicionada, subsiguientemente disminuyó en 0.0037, para finalmente aumentar en 0.00002. Estos resultados reportaron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), 98.2 % lo que indica que en el ciclo de elaboración de compost se regularizó las variables que pueden ocasionar cambios en las pruebas del experimento, la ecuación aplicada para determinar la regresión del contenido de C/N fue: Contenido de C/N =  $2E-05(\% \text{ de gallinaza})^3 - 0.0037 (\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.2127(\% \text{ de gallinaza}) + 9.41$



**Gráfico 7-3.** Evaluación de la regresión del contenido de la relación C/N del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

### 3.1.8. *Materia orgánica*

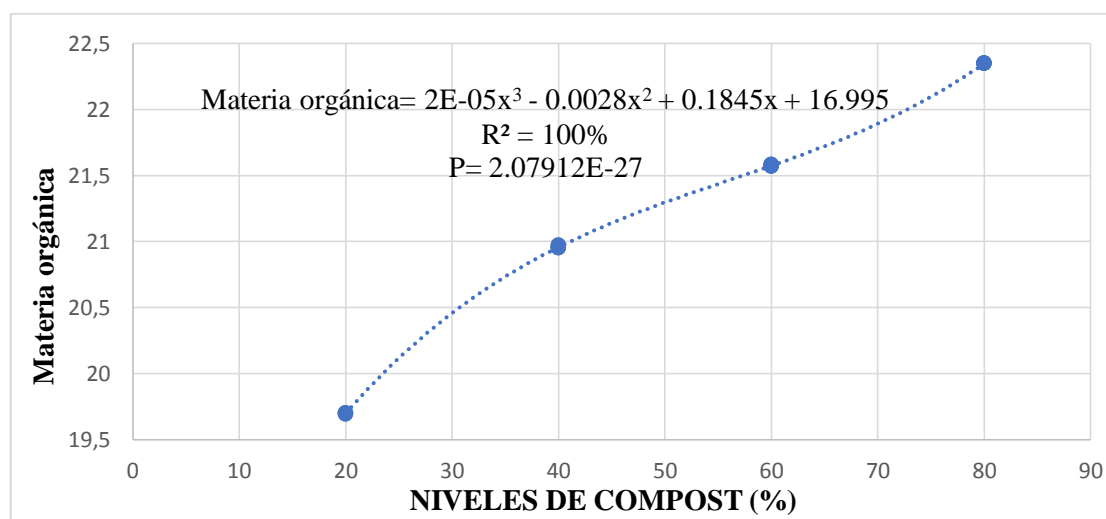
Para conocer la composición nutricional del compost es necesario saber la materia orgánica que contiene el mismo, donde va a medir los componentes mayoritarios de los elementos orgánicos como el contenido de nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno, en (Tabla 6-3) se reportan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias. El menor contenido de materia orgánica se obtuvo al preparar compost con 20% de materia orgánica (T1) con medias de 19.70 mg/L, a continuación, al producir compost con 40% de gallinaza (T2) se reportan valores de 20.96, que incrementan a 21.58 mg/L con la formulación del 60% de gallinaza (T3), al preparar el compost con el 80% de gallinaza (T4) se obtiene el valor más alto de materia orgánica con medias de 22.35 mg/L.

Con los resultados se indica que al incluir mayor cantidad de gallinaza se va a obtener un compost con más carga orgánica ya que la gallinaza influye directamente en las propiedades finales del producto (López, 2015, pp. 183-184), en su estudio de la composición química del estiércol de diferentes animales; indica que la constitución de la gallinaza es de: potasio, nitrógeno, fósforo y otros elementos minerales orgánicos que hacen a dicho material un fertilizante de importante valor. El nitrógeno se encuentra en forma amoniacal en un 10 a 15% y la materia orgánica un 50% del total de sólidos, lo que ocasiona que dichos lodos de digestión sean adecuados acondicionadores de suelos arcillosos o arenosos.

Al comparar los resultados obtenidos en esta investigación los mismos son mayores a los reportados por (Castillo, 2015, p. 46), con resultados de 19.45 mg/L a la formulación para elaboración de abono en mezcla de y 90% de gallinaza y residuos de cascara de huevo y con los valores reportados por de (Pérez, 2015, pp. 8-10), con resultados de 4 mg/ L de materia orgánica en la elaboración de compost a partir de los desechos de la explotación azucarera.

Cuando se va a usar una mayor cantidad de gallinaza en formulación para elaborar compost es necesario e indispensable mezclarla con compuestos de alto contenido de carbono( paja, cereales, cascara de frutas, etc.) esto es con el fin de evitar que el alto contenido de nitrógeno de la gallinaza produzca amoniaco y gases procedentes del nitrógeno que causaran que el abono no se convierta en compost. Al mezclar estos dos componentes, el nitrógeno se combina con el carbono y forma proteínas requeridas para el alimento de los microorganismos, los hongos que se encuentran proceso del compost acrecientan la calidad final.

En el gráfico 8-3 se reporta el análisis de la regresión; se muestra que los resultados del contenido de materia orgánica se dispersan hacia una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$  en el cual el contenido de materia orgánica partió de un intercepto de 16.995 mg/L, inicialmente acrecentó en 0.1845 mg/L por cada porcentaje de gallinaza agregada, subsiguientemente decreció en 0.0028 mg/L para finalmente aumentar en 0.00002 mg/L.



**Gráfico 8-3.** Evaluación de la regresión del contenido de materia orgánica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

Estos resultados reportaron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), 100% lo que indica que en el proceso de producción de compost se regularizó las variables que pudieran crear cambios en los ensayos del experimento, la ecuación aplicada para determinar la regresión del contenido de

materia orgánica fue: Contenido de materia orgánica=  $2E-05(\% \text{ de gallinaza})^3 - 0.0028(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0.1845(\% \text{ de gallinaza}) + 16.995$

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

#### **3.2.1. Temperatura**

Es importante e indispensable el control de la temperatura durante todas las etapas de producción del compost ya que la misma influye en los procesos biológicos de transformación que va a afectar directamente en la supervivencia de bacterias, hongos presentes en el medio, en la presente investigación se reporta diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias

En (Tabla 7-3), se reporta la evaluación de los resultados, la temperatura más baja se obtuvo con la formulación de compost al agregar el 20% de compost (T1) con respuestas de 49.50°C, al producir compost con 40% de gallinaza (T2) se obtiene valores de 53.50°C, que aumenta a 61.25° en la elaboración de compost con 60% de gallinaza (T3), ), la temperatura más alta se obtuvo al adicionar 80% de gallinaza (T4) con medias de 68.75 °C.

En el proceso de compostaje se da un ciclo de temperaturas debido a la actividad microbiológica, debido a materiales que se degradan más fácilmente por acción del compostaje la temperatura va a aumentar, dicha temperatura se mantiene por un lapso y luego empieza a enfriarse.

Existen tres fases bien diferenciadas que se llevan a cabo en el proceso de descomposición aeróbica: la fase mesófila inicial donde se tiene temperaturas  $< 45^\circ\text{C}$  al terminar la misma se produce ácidos orgánicos, en la fase termófila se presenta temperaturas  $> 45^\circ\text{C}$  y por último la fase mesófila final donde se alcanza de nuevo la temperatura inicial.

Los resultados de la presente investigación tienen su fundamento en lo que menciona (Carvajal, 2010, p. 30) en donde el intervalo óptimo de temperatura se encuentra entre 45-65°C para lograr la eliminación de parásitos, patógenos, y semillas de hierbas indeseables.

**Tabla 7-3:** Evaluación de las características físicas del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza

PRUEBAS FÍSICAS	NIVELES DE GALLINAZA				ERROR EXPERIMENTAL	SIGNIFICANCIA	PROBABILIDAD
	20%	40%	60%	80%			
Temperatura, °C.	49.5 d	53.5 c	61.25 b	68.75 a	0.27	**	4.6509E-13
Granulometría, mm	3.86 a	2.58 b	1.69 c	1.07 d	0.01	**	1.4078E-12
Conductividad eléctrica, $\mu S/m$	1.98 d	2.94 c	3.4 b	4.28 a	0.0003	**	5.1455E-14
Peso final, kg	11.2 d	13.2 c	15.2 b	17 a	0.0022	**	8.9447E-24

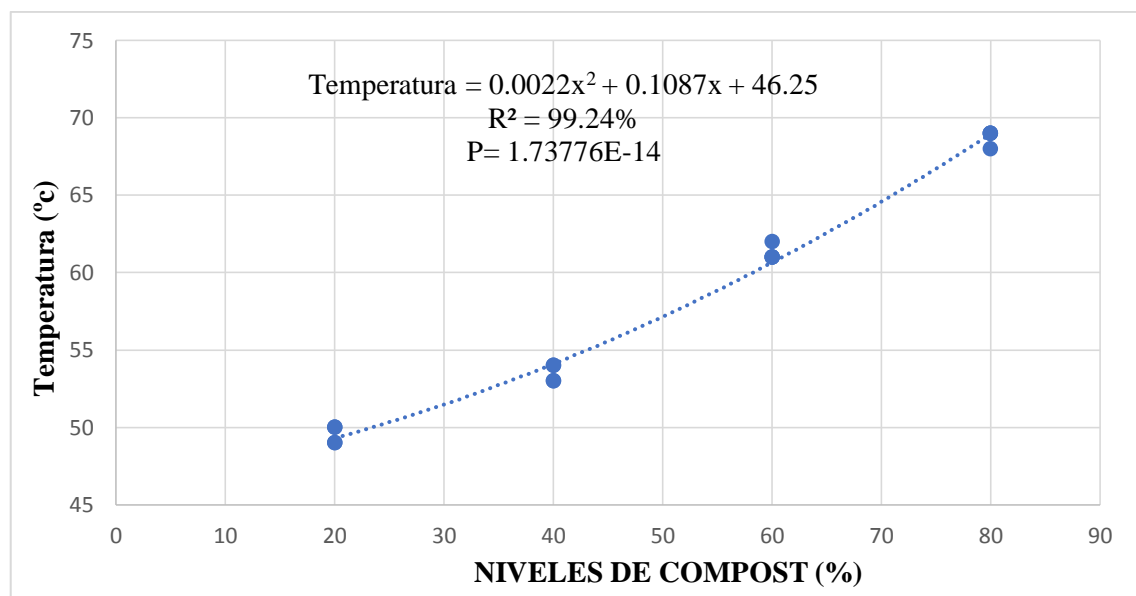
abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ( $P < 0,01$ ).

**Realizado por:** Borja, Dayanna. 2019.

(OPS, 2011, p. 28-29), menciona que el material de partida para realizar el proceso de compostaje está relacionado directamente con la temperatura, cuando hay material con una alta relación Carbono: Nitrógeno, no van a tener suficiente nitrógeno los microorganismos para la generación de proteínas y enzimas por lo que reducen su actividad. La temperatura de la pila se demora en aumentar más de una semana, retardando la fase de maduración de esta; reduciendo los niveles de nutrientes en el compost.

La temperatura de la presente investigación es superior a lo reportado por (Porras, 2012, p. 40), con resultados de 32°C en la producción de compost adoptando celulosa y 25% de gallinaza y (Zenon, 2016, p. 40), que reporta resultados de 41°C en la producción de compost con residuos domésticos en mezcla con 20% de gallinaza.

En el gráfico 9-3, se muestra los resultados de la temperatura que se relacionan a una tendencia cuadrática altamente significativa ( $P < 0.01$ ) por efecto de la adición de diferentes niveles de gallinaza, se partió de un intercepto de 46.25°C inicialmente aumenta la temperatura en 0.1087°C por cada porcentaje de gallinaza agregada en la formulación y posteriormente aumenta en 0.0022°C al adicionar 80 % de gallinaza.



**Gráfico 9-3.** Evaluación de la regresión de la temperatura del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Dayanna. M, Borja M. 2021

Las medias reportaron un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), del 99.24%, lo que muestra la máxima relación entre las repeticiones del experimento en cada uno de los tratamientos, esto se logra con la disminución de los errores causados por efecto de variación de las condiciones



experimentales. La ecuación para determinar la regresión de la temperatura fue: Temperatura =  $0.0022 (\% \text{ gallinaza})^2 + 0.1087 (\% \text{ gallinaza}) + 46.25$

### 3.2.2. *Granulometría*

Para que se dé el flujo normal de agua en el interior del compost es necesario conseguir un tamaño adecuado de partículas para así asegurar el transporte de los macro y micronutrientes precisos para las diferentes fases de elaboración de compost.

En (Tabla 7-3) se presenta el análisis de la granulometría resultado de la añadidura de diferentes niveles de gallinaza en donde se reporta diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ). El tamaño mayor de partícula se alcanzó en el compost al que se agregó 20% de gallinaza (T1) con respuestas de 3.86 mm, en la formulación con 40% de gallinaza (T2) se reporta valores de 2.58 mm, que disminuyen a 1.68 mm en la formulación de compost con la adición de 60% de gallinaza (T3), teniendo el resultado más bajo en la preparación del compost con 80% de gallinaza (T4) las respuestas fueron de 1.07 mm de granulometría.

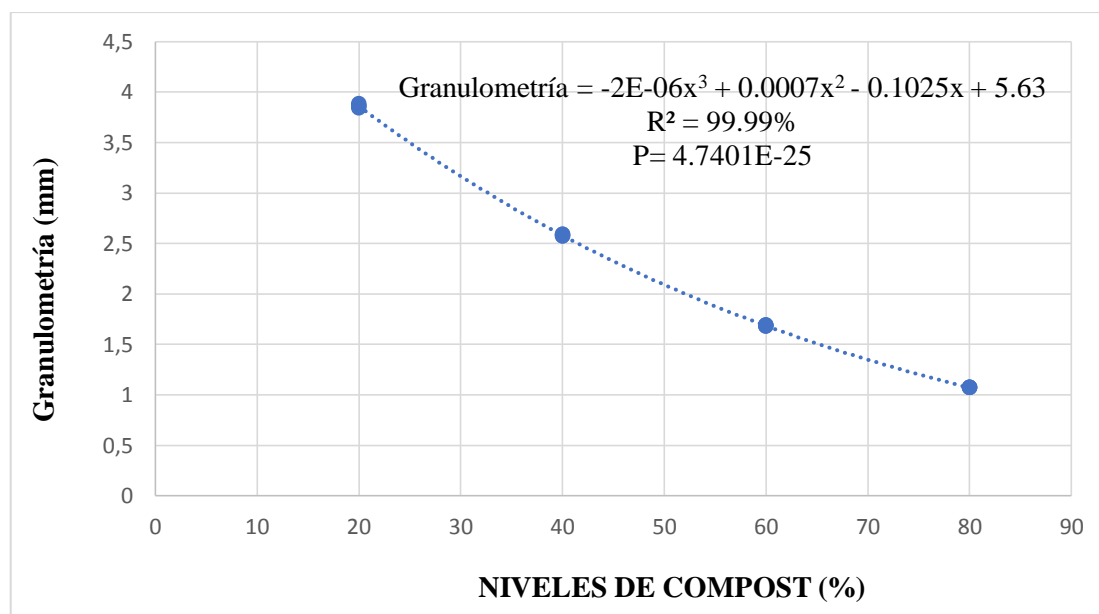
Estos resultados tienen su fundamento en lo argumentado por (Barbado, 2014, p. 23), tanto el estado final como la estructura de los restos orgánico van a variar conforme a la procedencia del material, pero es indispensable que haya un tamaño apropiado con el fin de facilitar la degradación y descomposición, por lo que a menor tamaño de partículas se logra una mayor área para el contacto entre el material y los microorganismos.

El tamaño de la partícula está relacionado con la actividad microbiana (facilidad de acceso al sustrato). Si se utiliza materiales lignocelulósicos con un tamaño de partículas excesivo debido a la composición de estas va a ralentizar, inhibir y retrasar el proceso fermentativo del compostaje. Por otro lado, cuando existe una adecuada combinación entre materiales gruesos y finos se va a lograr un tamaño adecuado de partículas que va desde 1 a 5 mm.

(Castillo, 2015, p. 46), reporta resultados de 4 mm al elaborar abono con mezcla de residuos de cascara de huevo y 90% de gallinaza que son resultados superiores a los reportados en la presente investigación mientras que (Pérez, 2015, pp. 8-10) obtuvo resultados de 3 mm en la elaboración de compost con desechos de la industria azucarera.

En el gráfico 10-3, se muestra la evaluación de la regresión, reportando que los datos se dispersan hacia una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), se parte de un intercepto de 5.63 mm, la granulometría disminuyó en 0.1025 mm por cada unidad de cambio en el porcentaje de

gallinaza agregado al compost, subsiguientemente se aprecia un aumento de 0.0007 mm, finalmente disminuye en 0.000002 mm. Además, se aprecia un coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>), de 99.99%. La ecuación para determinar la regresión de la granulometría fue:  $\text{Granulometría} = -2\text{E-}06(\% \text{gallinaza})^3 + 0.0007(\% \text{gallinaza})^2 - 0.1025(\% \text{gallinaza}) + 5,63$



**Gráfico 10-3.** Evaluación de la regresión de la granulometría del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Borja, Dayanna. 2021

### 3.2.3. Conductividad eléctrica

Se debe conocer la cantidad de minerales que se encuentran disueltos en el compost para lo cual se realiza el análisis de la conductividad eléctrica. Al ejecutar el análisis de varianza se reporta diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los diferentes niveles de gallinaza.

En la evaluación estadística de los resultados, se aprecia en (Tabla 7-3) que los resultados más bajos se registraron en la formulación con 20% de gallinaza (T1) con respuestas de  $1.98 \mu\text{S}/\text{m}$ , la formulación en la que se adiciono 40% (T2) de gallinaza reporta valores de  $2.94 \mu\text{S}/\text{m}$ , que aumenta a  $3.40 \mu\text{S}/\text{m}$  en la formulación preparada con 60% (T3) de gallinaza y finalmente los resultados son mayores cuando se formula el compost con 80% de gallinaza (T4) con valores de  $4.28 \mu\text{S}/\text{m}$  de conductividad eléctrica.

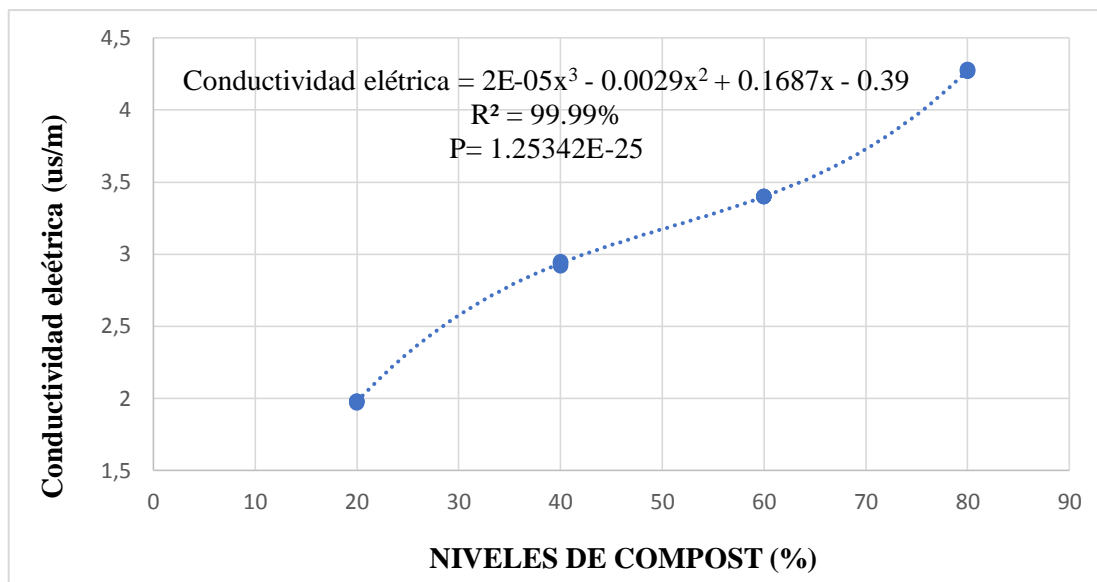
(Sanchez, 2001, p. 301), menciona que la conductividad eléctrica del compost está dada tanto por la naturaleza como por la composición del material del que se parte, principalmente por su concentración de sales y en mínimo grado por la presencia de iones de amonio o nitrato desarrollados en el proceso .

Por lo general la conductividad eléctrica suele aumentar en el proceso del compostaje gracias a la mineralización de la materia orgánica, por lo que se da un incremento de la concentración de los nutrientes. Durante el proceso se da a veces un descenso de la conductividad eléctrica lo que puede ser producto de los fenómenos de lixiviación en la masa, debido a la excesiva humedad de esta. La dosis de compost que se puede añadir a un suelo es proporcional a la conductividad eléctrica que presenta el compost. Demasía salinidad en la solución del suelo va a dificultar la absorción de agua por medio de las raíces de los cultivos, de manera que estas condiciones solo van a prosperar especies resistentes (Sanchez, 2001, p. 301).

Los datos de esta investigación indican una relación directa por lo tanto al incrementar el porcentaje de gallinaza en la fórmula de igual manera se incrementa la conductividad eléctrica del compost, esto es gracias al acrecentamiento de los minerales que se elevan por gramo de gallinaza agregada, el incremento de la conductividad eléctrica va a permitir perfeccionar la absorción del agua y los fenómenos de transferencia electrónica entre electrolitos del suelo.

Los resultados son menores a los reportados por (Pérez, 2015, p. 10) con resultados de  $4.65 \mu S m$ , en la elaboración de compost con desechos de la industria azucarera; con lo que muestra concentraciones adecuadas de micronutrientes en la gallinaza y con resultados de (Bohórquez, 2015 pp. 4-5), con valores de  $3.71 \mu S m$ , en la formulación para obtener compost con la adición de 10% de gallinaza y bagazo.

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 cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), donde se muestra que los datos parten de un intercepto de  $-0.39 \mu S/m$ , aumentan en  $0.1687 \mu S/m$  por cada unidad de cambio en el porcentaje de gallinaza, posteriormente disminuye en  $0.0029 \mu S/m$  para finalmente aumentar en  $0.00002 \mu S/m$  por cada unidad de cambio en el porcentaje de gallinaza agregado en la elaboración de compost por consecuencia de la producción de reacciones de degradación.



**Gráfico 11-3.** Evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Borja, Dayanna, 2021

En la evaluación de la regresión de la conductividad eléctrica del compost se obtuvo la siguiente ecuación de estudio:  $\text{Conductividad Eléctrica} = 2\text{E-}05(\% \text{ de gallinaza})^3 - 0,0029(\% \text{ de gallinaza})^2 + 0,1687 (\% \text{ de gallinaza}) - 0,39$

### 3.2.4. *Peso final*

Es importante y necesario determinar el rendimiento máximo del proceso productivo por lo que es preciso evaluar el peso final del compost producido, al evaluar dicha variable encontramos diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias.

En (Tabla 7-3), se reporta que al elaborar compost se encontró el mayor peso final al formular el compost con 80% de gallinaza (T4) con medias de 17.00 kg, a continuación, se obtiene medias de 15.20 kg al añadir el 60% de gallinaza (T3), que disminuye a valores de 13.20 kg al preparar el compost con 40% de gallinaza (T2), y el peso más bajo se reporta con el 20% de gallinaza (T1) con medias de 11.20 kg.

Como se puede apreciar la diferencia estadística de los datos nos muestra que el peso final del compost va a depender directamente de la cantidad de gallinaza que se formule el mismo; por lo cual va a ser mayor el e peso final si se adiciona mayor cantidad de gallinaza.

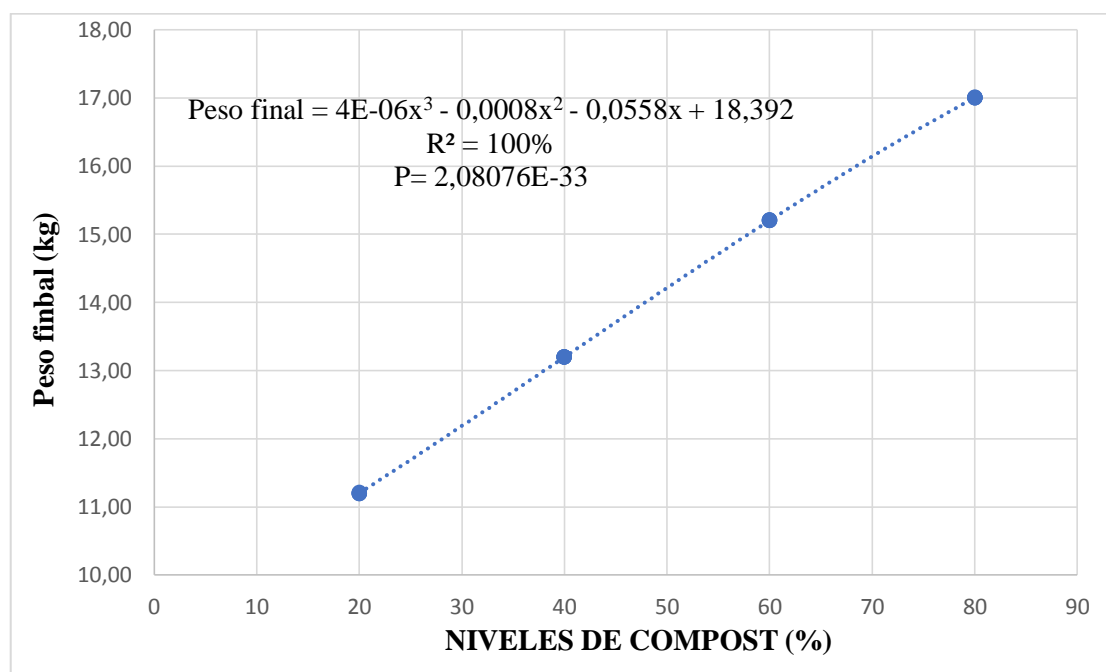
Esto tiene su fundamento con lo que menciona (Alvarez Zapata, R. & Nouel Borges, G., 2011, p. 36), en donde las reacciones que se generan en la fase mesófila se van a producir en rango menor las

reacciones que están relacionadas con el desdoblamiento celular de esta manera se evita la pérdida de peso del material de partida.

El peso final del compost nos ayuda a determinar la cantidad de materia que ha sido degradada de igual manera la cantidad de sustancias que se han aprovechado.

En la evaluación de la regresión del peso final se reporta una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ) como se puede observar en el gráfico 12-3, en donde se partió de un intercepto de 18.392 g, las medias disminuyeron en 0.0558 g, por cada porcentaje de gallinaza agregado en la formulación, posteriormente decreció en 0.0008 para finalmente aumentar en 0.00004. Se registró un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), de 100%.

En la evaluación de la regresión del peso final del compost se obtuvo la siguiente ecuación de estudio:  $\text{Peso final} = 4\text{E}-06(\% \text{ de gallinaza})^3 - 0.0008(\% \text{ de gallinaza})^2 - 0.0558(\% \text{ de gallinaza}) + 18.392$



**Gráfico 12-3.** Evaluación de la regresión del peso final del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Dayanna. M, Borja M. 2021

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

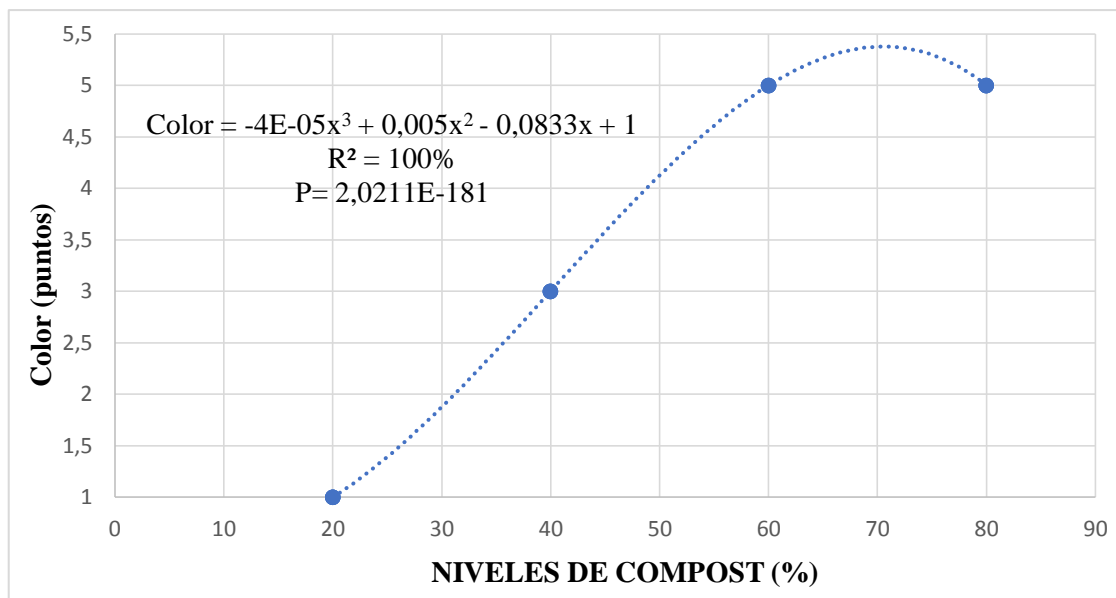
#### **3.3.1. Color**

El color del compost es una prueba sensorial para la cual se estableció una escala de calificación de acuerdo con las características propias del producto, para lo cual se estableció una escala de: 1 punto a las muestras de color café claro, 3 puntos 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 agregado se reportaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre medias. En (Tabla 8-3) se reporta que al elaborar compost con 80% de gallinaza (T4) se consiguieron medias de 5.00 puntos, respuestas iguales se presentan con la adición en la formulación del compost el 60% de gallinaza (T3), las cuales reducen a 3.00 puntos cuando se elabora compost al agregar el 20% de gallinaza (T1), a la formulación con el 20% de gallinaza se obtuvo valores de 1.00 punto.

(Bermúdez, 2010, p. 34), menciona que el color de la composta va a depender principalmente del origen de los residuos, hongos y bacterias que pueden generarse en el medio, frecuentemente los residuos que se extraen de las excretas de los animales incrementan la relación C/N; ocasionando el pardeamiento enzimático de los carbohidratos por lo que se presenta el color café oscuro en el compost, con esto para comprobar la calidad final del compost el mismo debe poseer un color oscuro lo que va a indicar una fermentación óptima del compost y un buen aprovechamiento de los macro y micronutrientes.

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 cúbica altamente significativa ( $P < 0.01$ ), que partiendo de un intercepto de 1 punto, las medias reducen en 0.0833 puntos por cada nivel lineal de gallinaza agregado, seguidamente aumentan en 0.005 para finalmente disminuir en 0.00004 puntos por cada nivel lineal de gallinaza adicionado.

Se reporta además un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), de 100%. Para el análisis de la regresión del color la ecuación planteada fue:  $\text{Color} = -4E-05(\% \text{gallinaza})^3 + 0,005(\% \text{gallinaza})^2 - 0,0833(\% \text{gallinaza}) + 1$



**Gráfico 13-3.** Evaluación de la regresión del color del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

**Realizado por:** Borja, Dayanna, 2021

### 3.3.2. Olor

Es importante analizar el olor del compost que es una variable organoléptica para así comprobar el grado de maduración de la pila de composta. Se estableció un valor de 1,00 punto para las muestras que presenten poco olor a fermento, 3,00 puntos olor a fermento medio y un valor de 5,00 puntos a muestras con olor a fermento. En el análisis de varianza se estableció diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de los diferentes niveles de gallinaza agregado al compost.

En (Tabla 8-3) se aprecia que se obtuvo respuestas con olor a poco fermento en la elaboración de compost con el 20% de gallinaza (T1) con una puntuación de 1.00 punto, las que aumentaron a 3.00 puntos cuando se adicioneo al compost el 40% de gallinaza (T2), para las muestras en las que se agregó 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),

Con los resultados obtenidos se indica que existe una relación entre el nivel de gallinaza con el que se elabora el compost y la prueba organoléptica olor, al agregar mayor nivel de gallinaza se consigue un olor a fermento agradable, por lo que demuestra que ha existido una maduración adecuada del compost.

**Tabla 8-3:** Evaluación de las características sensoriales del compost elaborado a partir de diferentes niveles de gallinaza

<b>PRUEBAS SENSORIALES</b>	<b>NIVELES DE GALLINAZA</b>				<b>ERROR EXPERIMENTAL</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
	<b>20%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>80%</b>			
Color, puntos	1 c	3 b	5 a	5 a	0,0018	**	0.018
Olor, puntos	1 c	3 b	5 a	5 a	0,0018	**	0.018

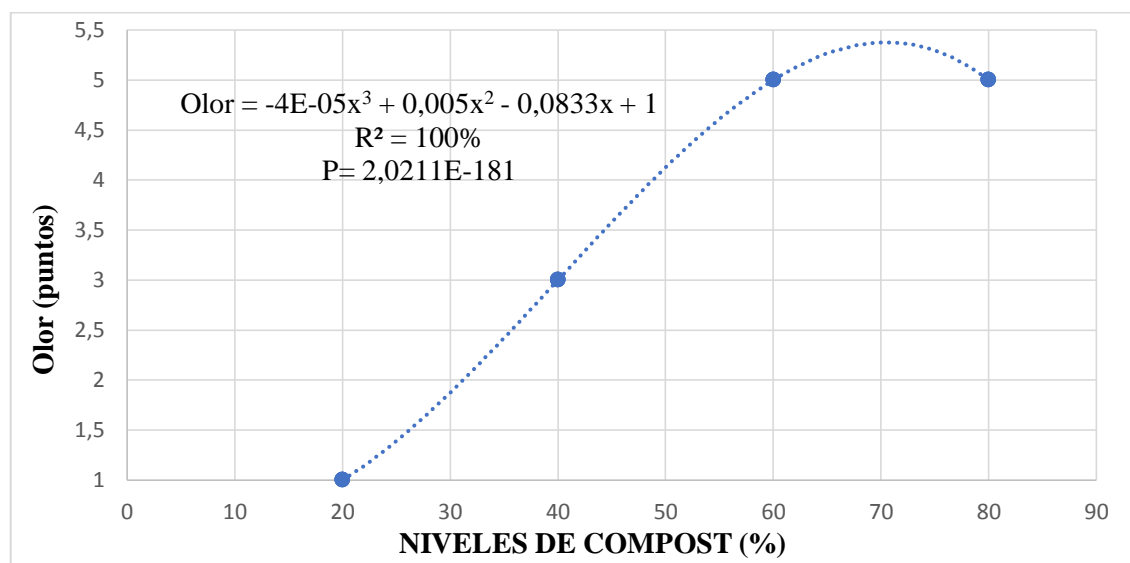
abc: Promedios con letras diferentes en la misma fila difieren estadísticamente según Duncan ( $P < 0,01$ ).

**Realizado por:** Borja, Dayanna. 2021.



Los resultados obtenidos tienen su fundamento en lo que menciona (Sánchez, 2011, p. 45), quien menciona un buen compost tiene un olor a tierra de bosque y si no tiene dicho olor significa que hay algo mal y la pila de compost no se calentó adecuadamente y no descompuso el material orgánico por lo tanto al final del compostaje el olor debe ser a fermento.

La evaluación de la regresión que se muestra en el gráfico 14-3, de los resultados obtenidos del olor de la composta al agregar diferentes niveles de gallinaza, reportó una tendencia cúbica altamente significativa ( $P < 0.01^*$ ), se indica que partiendo de un intercepto de 1 punto, las medias disminuyen en 0.0833 puntos por cada nivel lineal de gallinaza agregado, consecutivamente incrementan en 0.005 para finalmente disminuir en 0.00004 puntos por cada nivel lineal de gallinaza adicionado. Se reporta un coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 100%, para el análisis de la regresión del color la ecuación planteada fue:  $\text{Olor} = -4\text{E-}05(\% \text{ gallinaza})^3 + 0,005(\% \text{ gallinaza})^2 - 0,0833(\% \text{ gallinaza}) + 1$



**Gráfico 14-3.** Evaluación de la regresión del olor del compost elaborado con diferentes niveles de gallinaza recuperada de la granja avícola “DOS HERMANOS”.

Realizado por: Borja, Dayanna. 2021

### 3.4. Evaluación económica

En la evaluación de la producción de compost por medio de residuos sólidos aprovechables de la granja avícola “DOS HERMANOS” utilizando diferentes porcentajes de gallinaza ( 20, 40, 60 y 80 %), desde el punto de vista económico como se reporta en (Tabla 9-3), se registró como egresos producto de la adquisición del material, y la posterior producción del compostaje valores de \$4.80; \$4.23; \$3.66 y \$3.09 en la formulación de 20,40,60 y 80% de gallinaza correspondientemente.

En (Tabla 10-3), se aprecia el peso de compost que se obtuvo de cada tratamiento en los cuales se utilizó 20,40,60 y 80% de gallinaza con un volumen de compost de 11, 13, 15, 17 kg respectivamente. Los ingresos producto de la venta del compost fueron de \$3.63 \$4.29 \$4.95 \$5.61 en cada uno de los tratamientos mencionados.

Por lo que, al dividir ingresos para egresos se consiguió la relación beneficio costo más alta en la composta que se agregó 80 % de gallinaza con un valor de 1.81 es decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad de 0.81 centavos de dólar, mientras tanto la composta elaborada con 20 % de gallinaza se obtuvo un valor de 0.75 es decir que no es rentable.

Para las compostas a las que se agregó 40 y 60 % de gallinaza los valores fueron de 1.01 y 1.35 correspondientemente.

De esta manera es recomendable la utilización de residuos sólidos aprovechables con el 80 % de gallinaza mediante la técnica de compostaje, ya que se obtiene una buena rentabilidad y así se aprovecha un producto que es contaminante.

**Tabla 9-3:** Costos de los materiales

<b>COSTO TRATAMIENTO (20% GALLINAZA)</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Gallinaza	Kg	4	0.05	0.20
Suero de leche	Kg	1	0.10	0.10
Cascarilla de arroz	Kg	13	0.19	2.50
<b>Costo tratamiento</b>				<b>2.80</b>
<b>COSTO TRATAMIENTO (40% GALLINAZA)</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Gallinaza	Kg	8	0.05	0.40
Suero de leche	Kg	1	0.10	0.10
Cascarilla de arroz	Kg	9	0.19	1.73
<b>Costo tratamiento</b>				<b>2.23</b>
<b>COSTO TRATAMIENTO (60% GALLINAZA)</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Gallinaza	Kg	12	0.05	0.60
Suero de leche	Kg	1	0.10	0.10
Cascarilla de arroz	Kg	5	0.19	0.96
<b>Costo tratamiento</b>				<b>1.66</b>

<b>COSTO TRATAMIENTO (80% GALLINAZA)</b>				
<b>PRODUCTO</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>V. UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
Gallinaza	Kg	16	0.05	0.80
Suero de leche	Kg	1	0.10	0.10
Cascarilla de arroz	Kg	1	0.19	0.19
<b>Costo tratamiento</b>				<b>1.09</b>

Realizado por: Borja, Dayanna. 2021

**Tabla 10-3:** Beneficio/Costo

<b>CONCEPTO</b>	<b>NIVELES DE GALLINAZA</b>			
	<b>20%</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>	<b>80%</b>
	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<b><u>EGRESOS</u></b>				
Mano de obra ( \$ )	2.00	2.00	2.00	2.00
Gallinaza ( \$ )	0.20	0.40	0.60	0.80
Suero de leche ( \$ )	0.10	0.10	0.10	0.10
Cascarilla de arroz ( \$ )	2.50	1.73	0.96	0.19
<b>TOTAL, EGRESOS ( \$ )</b>	<b>4.80</b>	<b>4.23</b>	<b>3.66</b>	<b>3.09</b>
<b><u>INGRESOS</u></b>				
Producción de compost (kg)	11	13	15	17
Venta de compost (0.33 ctvs. )	3.63	4.29	4.95	5.61
<b>TOTAL, INGRESOS ( \$ )</b>	<b>3.63</b>	<b>4.29</b>	<b>4.95</b>	<b>5.61</b>
<b>BENEFICIO / COSTO(USD) = INGRESOS / EGRESOS</b>	3.63/4.80	4.29/4.23	4.95/3.66	5.61/3.09
	0.75	1.01	1.35	1.81

Realizado por: Borja, Dayanna. 2021

## CONCLUSIONES

- El tratamiento que presentó la mejor composición química fue el correspondiente a la mezcla de 80% de gallinaza ya que en los análisis químicos el compost semi maduro tiene los rangos óptimos para su uso agronómico. Dándonos resultados de: Humedad (36.76 %), nitrógeno total (2.20mg/L), fósforo total (3.65mg/L), potasio (2.51(mg/L), relación carbono nitrógeno (13.43) y materia orgánica (22.35 mg/L)
- De acuerdo con los análisis físicos el tratamiento mejor es el correspondiente a la mezcla de 80% de gallinaza con resultados de: granulometría (1.07 mm). En los análisis cualitativos los tratamientos con mezclas del 60 y 80% de gallinaza obtuvieron resultados de: color (5 puntos), olor (5 puntos).
- El costo de producción más bajo se obtuvo al utilizar 80% de gallinaza en la composta además del mejor índice de Beneficio/Costo de 1.81; puesto que, de cada dólar invertido se obtuvo una utilidad de 81 centavos de dólar.

## **RECOMENDACIONES**

- Iniciar con una adecuada relación C/N de los materiales a compostar, ya que una alta relación C/N retarda el proceso y una muy baja impide la descomposición, por lo que se considera que una relación de 30/1 es favorable para el desarrollo de los microorganismos
- Realizar volteos diarios a la pila para asegurar la aireación necesaria, para proporcionar oxígeno suficiente a los microorganismos aeróbicos, y así estos puedan estabilizar los residuos orgánicos
- Difundir los resultados de la presente investigación de manera que sirva de referente para diferentes explotaciones que pueden tener problemas de contaminación por olores o presencia de vectores nocivos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**AGUIAR, B.** . *Contaminación Ambiental y sus efectos en la producción de aves* [en línea]. Montevideo, Uruguay, 2019. [Consulta: 01 de Septiembre de 2020]. Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/>

**AGUILAR, L.** *Contaminación Ambiental*. [en línea]. Toluca, México, 2018 [Consulta: 19 de Septiembre de 2020]. Disponible en: <http://contaminacion-ambiente.blogspot.com/2006/10/que-es-la-contaminacionambiental.html>

**ALARCÓN, F..** "*Evaluación del uso de diferentes técnicas biotecnológicas para la producción de compost.*" . Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria,2016 pp. 50-52

**BASSOM, D..** *Razas y cria de gallinas*. [en línea]. Cúcuta: Mc Graw Hill: Agapea Libros Urgentes. 2010. [Consulta: el 18 de Octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/Razas-cr%C3%ADa-pollos-gallinas-BassomF/22671930612/bd>

**BEDOYA, D.** "*Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula.*" [en línea]. (Trabajo de Titulación) Medellín, Colombia, 2001 [Consulta: 2021-07-30]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323763/20780950>

**BENZING, A.** . *Agricultura Orgánica Fundamentos para la Región Andina. 1a*, Alemania.201, p 221

**BLEIMER, J.** *Contaminacion y turismo sostenible*. [en línea]. Lima, Peru, 2010 [Consulta: 18 de Octubre de 2020]. Disponible en: <http://galeon.com/mauriciobermudez/contaminacion.pdf>

**BOHORQUEZ, A.** *Evaluación de la calidad del compost producido a partir de. 26.* [en línea]. Medellín, Colombia. 2015. [Consulta: 30 de Julio de 2021]. Disponible en: [http://D:/descaras/art%C3%ADculo\\_redalyc\\_449944863008%20\(1\).pdf](http://D:/descaras/art%C3%ADculo_redalyc_449944863008%20(1).pdf)

**CABRERA, F.** *Factores que afectan al proceso de Compostaje*. [en línea]. Huelva, Sevilla: Universidad de Huelva,2010. [Consulta: 29 de Julio de 2021]. Disponible en: <file:///C:/Users/dwysystems/Documents/TESIS%20MISHEL/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

**CALZADA, M.** *Biomás Caracterization*. Universidad de Boston , USA, 2015 pp, 210-212

**CARVAJAL, G.** "Evaluación de diferentes niveles de compost generados a partir de la utilización de recursos orgánicos de la producción avícola y su aplicación en una mezcla forrajera de *Lolium perenne* y *Medicago sativa*". [en línea]. (Trabajo de titulación). Riobamba, Ecuador. 2010. [Consulta: 2021-07-03]. Disponible en: <file:///C:/Users/dwsystems/Documents/TESIS%20MISHEL/17T0932.pdf>

**CASTILLO, J.** "Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (compost, bokashi y lombrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de el alto." 2015 [en línea]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6835>

**CASTILLO, M. & CHILUISA, P.** "Evaluación de tres abonos orgánicos (estiércol de bovino, gallinaza y humus) con dos dosis de aplicación en la producción de pimiento (*Capsicum annum* L.) en el recinto San Pablo de Maldonado, cantón La Maná, provincia de Cotopaxi,". [en línea]. Universidad. 2010 [Consulta: 2021-03-17]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18563/1/> de Septiembre de 2020

**CORDERO, B.** "Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de *Raphanus sativus* L. para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura". [en línea]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2010 [Consulta: 2020-12-17]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/13/UPSCT002009.pdf>

**ESTRADA, P.** *Manejo y procesamiento de la gallinaza*. [en línea]. La Sallista de Investigación, 2005 [Consulta: 01 de Enero de 2021]. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/>

**GRAMA.** *Manual del Buen Compostador*., 2007. pp. 100-130

**INTEC.** . *Manual de compostaje*. Chile. 2010. pp. 150-156

**JARAMILLO, D** *Efectos de los residuos avícolas*. Colombia 2012 [en línea]. [Consulta: 01 de Enero de 2021] Disponible en: <http://tesis.udea.edu.co>.

**LABRADOR, J.** *La Materia orgánica en los agros sistemas: Aproximación al conocimiento de la dinámica, la gestión y la reutilización de la materia orgánica en los agros sistemas.* Madrid: Mundi prensa - libros.1996. p.295

**LÓPEZ, A.** *Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de jugo de caña* [en línea].(Trabajo de Titulación) Universidad Agraria de la Habana.2018. [Consulta: 2020-10-20]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-7](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-7)

**MACK, O. & NORTH, D.**(1993). *Manual de producción Avícola. 3a.* (M. Carrol, Trad.) México.pp 10.17

**MARQUÉZ, P**"*Factores que afectan al proceso de Compostaje.*" [en línea]. Sevilla: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS),2011 [Consulta el 29 de Julio de 2021]. Disponible en:  
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>

**MATHUR, P.** *Composting processes.* Essex. Elsevier Scienc,1991. pp.67-69

**MORALES, L.** *Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique.* [en línea]. Brasilia. (2018). [Consulta: el 11 de Septiembre de 2020 ]. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/1953/195358115005/html/index.html>

**MULLO, I.** *De los resultados obtenidos en la prueba química pH se afirma que menores niveles de gallinaza.* [en línea].(Trabajo de titulación) ESPOCH Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2012. [Consulta:2021-07-29] Disponible en:  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>

**MURILLO, T.** *Alternativas de uso para la gallinaza,* [en línea]. Costa Rica: Congreso Nacional,2009 [Consulta: 01 de Enero de 2021]. Disponible en:  
<http://www.solvesacorp.com/solvesacorp.com/docs/downloads/Plan%20de%20>

**PAZMIÑO, J.**(2001). *"Efectos de diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cerdos mestizos en crecimiento y engorde."* [en línea]. Riobamba , Chimborazo, Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1323>



**PÉREZ, R.** *Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas.* [en línea]. República Dominicana, 2015. [Consulta: 30 de Julio de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/262653761>.

**RICO, A.** *Identificación e implementación de la AGENDA 21 relativa a gestión de residuos sólidos orgánicos y aguas residuales asimilables a urbanas en proyectos de la contraparte.* [en línea]. Tural, Madagascar: Cooperación Internacional para el desarrollo, 201. [Consulta: 21 de Julio de 2021]. Disponible en: [http://www.uclm.es/fundacion/masterCooperacion/Ii/pdf/proyectos/pfm/ALICIA%](http://www.uclm.es/fundacion/masterCooperacion/Ii/pdf/proyectos/pfm/ALICIA%20AGENDA%2021.pdf)

**SANCHEZ, M.** *Nitrogen transformation during*, 2001, pp.34-36

**ZENON, P.** *Determinación de la calidad de compost, elaborado a partir de residuos sólidos.* [en línea]. Cabuco, Bolivia, 2016. [Consulta: 01 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.cabi.org/bookshop/book/9781780643212>

## ANEXOS

### ANEXO A. PH DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.

#### 1. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	6.60	6.60	6.70	6.70	26.60	6.65
40%	7.10	7.10	7.10	7.10	28.40	7.10
60%	7.29	7.31	7.31	7.29	29.20	7.30
80%	7.60	7.60	7.60	7.60	30.40	7.60
Promedio General						7.16
Desviación Estándar						0.36
Coeficiente de Variación						4.99

#### 2. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	1.91	3	0.64	733.65	<0.0001
Error	0.01	12	8.7E-04		
Total	1.92	15			

#### 3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \geq 0,05$ )

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	6.65	0.01	A
40%	7.10	0.01	B
60%	7.30	0.01	C
80%	7.60	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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	3	1,9075	0,635833333	733,6538462	7,44E-14
Residuos	12	0,0104	0,000866667		
Total	15	1,9179			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	5,6	0,122270193	45,80020593	7,65927E-15	5,333596136	5,866403864	5,333596136	5,866403864
Variable X 1	0,073333333	0,009349812	7,843295092	4,60128E-06	0,052961843	0,093704823	0,052961843	0,093704823
Variable X 2	-0,0011875	0,000206534	-5,74966156	9,16824E-05	-0,001637499	0,000737501	-0,001637499	0,000737501
Variable X 3	7,29167E-06	1,37142E-06	5,316881677	0,000183225	4,3036E-06	1,02797E-05	4,3036E-06	1,02797E-05

**ANEXO B. HUMEDAD (%) DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	50	50	50	50	200	50
40%	42.90	42.80	42.80	42.90	171.40	42.85
60%	40.05	40.08	40.08	40.08	160.29	40.07
80%	36.75	36.77	36.75	36.75	147.02	36.76
Promedio General						42.41
Desviación Estándar						5.04
Coeficiente de Variación						11.88

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	380.98	3	126.99	138852.71	<0.0001
Error	0.01	12	9.1E-04		
Total	380.99	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	50.00	0.02	A
40%	42.85	0.02	B
60%	40.07	0.02	C
80%	36.76	0.02	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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	376,1505875	188,0752938	505,421325	4,72189E-13
Residuos	13	4,83750625	0,372115865		
Total	15	380,9880938			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	57,838125	0,849102167	68,116803	5,46487E-18	56,00375129	59,67249871	56,00375129	59,67249871
Variable X 1	-0,45209375	0,038731022	-11,67265215	2,90979E-08	-0,535767036	-0,36842046	-0,535767036	-0,368420464
Variable X 2	0,002395313	0,000381258	6,282652949	2,82125E-05	0,001571654	0,003218971	0,001571654	0,003218971

**ANEXO C. NITRÓGENO TOTAL (MG/L) DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1.32	1.31	1.30	1.30	5.23	1.31
40%	1.73	1.73	1.72	1.73	6.91	1.73
60%	1.96	1.98	1.96	1.99	7.89	1.97
80%	2.20	2.19	2.19	2.20	8.78	2.20
Promedio General						1.80
Desviación Estándar						0.34
Coeficiente de Variación						18.89

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	1.73	3	0.58	6166.64	<0.0001
Error	1.1E-03	12	9.4E-05		
Total	1.74	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	1.31	4.8E-03	A
40%	1.73	4.8E-03	B
60%	1.97	4.8E-03	C
80%	2.20	4.8E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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>
					2,17526E-
Regresión	3	1,73436875	0,578122917	6166,644444	19
Residuos	12	0,001125	9,375E-05		
Total	15	1,73549375			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,56	0,04021427	13,92540514	9,06533E-09	0,472380633	0,647619367	0,472380633	0,64761936
Variable X 1	0,04810417	0,003075123	15,64300676	2,40266E-09	0,04140405	0,054804284	0,04140405	0,05480428
Variable X 2	-0,0006	6,79283E-05	-8,83283916	1,34523E-06	0,000748003	0,000451997	-0,000748003	0,00045199
Variable X 3	3,1771E-06	4,51055E-07	7,043673284	1,34941E-05	2,19432E-06	4,15985E-06	2,19432E-06	4,15985E-06

ANEXO D. FOSFORO TOTAL MG/L DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	2.32	2.30	2.30	2.31	9.23	2.31
40%	2.76	2.80	2.77	2.78	11.09	2.77
60%	3.37	3.36	3.37	3.36	13.46	3.37
80%	3.65	3.64	3.65	3.66	14.60	3.65
Promedio General						3.02
Desviación Estándar						0.54
Coeficiente de Variación						17.78

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	4.34	3	1.45	20419.41	<0.0001
Error	8.5E-04	12	7.1E-05		
Total	4.34	15			

**3.- Medias y asignación de rangos según T ( $p \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	2.31	4.2E-03	A
40%	2.77	4.2E-03	B
60%	3.37	4.2E-03	C
80%	3.65	4.2E-03	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



#### 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	3	4,339125	1,446375	20419,41176	1,65504E-22
Residuos	12	0,00085	7,08333E-05		
Total	15	4,339975			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	2,405	0,03495533	68,80209953	5,90273E-17	2,328838882	2,481161118	2,328838882	2,481161118
Variable X 1	-0,0261875	0,00267298	-9,797118837	4,46712E-07	-0,032011423	-0,020363577	-0,032011423	-0,020363577
Variable X 2	0,001246875	5,9045E-05	21,11731935	7,38713E-11	0,001118227	0,001375523	0,001118227	0,001375523
Variable X 3	-9,0625E-06	3,9207E-07	-23,11454851	2,55873E-11	-9,91675E-06	-8,20825E-06	-9,91675E-06	-8,20825E-06

**ANEXO E. POTASIO MG/L DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1.10	1.10	1.10	1.10	4.40	1.10
40%	1.51	1.52	1.52	1.51	6.06	1.52
60%	1.80	1.80	1.80	1.80	7.20	1.80
80%	2.90	2.11	2.90	2.11	10.02	2.51
Promedio General						1.73
Desviación Estándar						0.57
Coeficiente de Variación						32.76

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	4.19	3	1.40	26.88	<0.0001
Error	0.62	12	0.05		
Total	4.82	15			

**3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	1.10	0.11	A
40%	1.52	0.11	B
60%	1.80	0.11	B
80%	2.51	0.11	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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>
				39,24587	
Regresión	2	4,1341	2,06705	41	3,10205E-06
Residuos	13	0,6847	0,052669231		
Total	15	4,8188			

	<i>Coficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,9675	0,319447389	3,028667731	0,00968961	0,277375872	1,657624128	0,277375872	1,657624128
Variable X 1	0,004375	0,014571302	0,30024771	0,76873567	-0,027104384	0,035854384	-0,027104384	0,035854384
Variable X 2	0,00018125	0,000143436	1,263628784	0,22855401	-0,000128625	0,000491125	-0,000128625	0,000491125

**ANEXO F. CALCIO MG/L DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1.14	1.14	1.16	1.16	4.60	1.15
40%	1.28	1.28	1.28	1.28	5.12	1.28
60%	1.42	1.43	1.44	1.43	5.72	1.43
80%	1.69	1.68	1.67	1.68	6.72	1.68
Promedio General						1.38
Desviación Estándar						0.20
Coeficiente de Variación						14.70

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	0.62	3	0.21	3106.00	<0.0001
Error	8.0E-04	12	6.7E-05		
Total	0.62	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	1.15	4.1E-03	a
40%	1.28	4.1E-03	b
60%	1.43	4.1E-03	c
80%	1.68	4.1E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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	3	0,6212	0,207066667	3106	1,32682E-17
Residuos	12	0,0008	6,66667E-05		
Total	15	0,622			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,96	0,03391165	28,30885558	2,34081E-12	0,886112862	1,033887138	0,886112862	1,033887138
Variable X 1	0,012333333	0,002593171	4,75608135	0,00046724	0,006683299	0,017983368	0,006683299	0,017983368
Variable X 2	-0,000175	5,72822E-05	-3,055050463	0,009990511	-0,000299807	-5,01928E-05	-0,000299807	-5,01928E-05
Variable X 3	1,66667E-06	3,80363E-07	4,38178046	0,000893505	8,37927E-07	2,49541E-06	8,37927E-07	2,49541E-06

**ANEXO G. MATERIA ORGÁNICA MG/L DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	19.70	19.69	19.70	19.70	78.29	19.70
40%	20.96	20.95	20.95	20.97	83.83	20.96
60%	21.58	21.57	21.57	21.58	86.30	21.58
80%	22.35	22.35	22.35	22.35	89.40	22.35
Promedio General						21.14
Desviación Estándar						1.00
Coeficiente de Variación						4.74

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	15.07	3	5.02	133949.78	<0.0001
Error	4.5E-04	12	3.7E-05		
Total	15.07	15			

**3. MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	19.70	3.1E-03	a
40%	20.96	3.1E-03	b
60%	21.58	3.1E-03	c
80%	22.35	3.1E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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>
Regre- sión	3	15,06935	5,023116667	133949,778	2,07912E-27
Residuos	12	0,00045	3,75E-05		
Total	15	15,0698			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	16,995	0,025433737	668,2069453	8,49968E-29	16,93958465	17,05041535	16,93958465	17,05041535
Variable X 1	0,184520833	0,001944878	94,87525342	1,25702E-18	0,180283307	0,188758359	0,180283307	0,188758359
Variable X 2	-0,002803125	4,29616E-05	-65,24714918	1,11391E-16	-0,00289673	-0,00270952	-0,00289673	-0,00270952
Variable X 3	1,66667E-05	2,85272E-07	58,42373947	4,17672E-16	1,60451E-05	1,72882E-05	1,60451E-05	1,72882E-05

**ANEXO H. PESO FINAL KG DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	17.00	17.00	17.01	17.00	68.01	17.00
40%	15.20	15.20	15.20	15.21	60.81	15.20
60%	13.20	13.20	13.20	13.20	52.80	13.20
80%	11.20	11.21	11.20	11.20	44.81	11.20
Promedio General						14.15
Desviación Estándar						2.24
Coeficiente de Variación						15.83

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p – valor
Tratamientos	75.34	3	25.11	1339360.33	<0.0001
Error	2.3E-04	12	1.9E-05		
Total	75.34	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T (P ≤ 0,05)**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	17.00	2.2E-03	a
40%	15.20	2.2E-03	b
60%	13.20	2.2E-03	c
80%	11.20	2.2E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



#### 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	3	75,33901875	25,11300625	1339360,33	2,08076E-33
Residuos	12	0,000225	1,875E-05		
Total	15	75,33924375			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	18,3925	0,017984368	1022,693696	5,14547E-31	18,35331543	18,43168457	18,35331543	18,43168457
Variable X 1	-0,055791667	0,001375237	-40,5687732	3,25476E-14	-0,05878805	-0,052795283	-0,05878805	0,052795283
Variable X 2	-0,000771875	3,03785E-05	-25,40861829	8,39578E-12	-0,000838064	-0,000705686	-0,000838064	0,000705686
Variable X 3	4,32292E-06	2,01718E-07	21,43050785	6,21717E-11	3,88341E-06	4,76242E-06	3,88341E-06	4,76242E-06

**ANEXO I. TEMPERATURA °C DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	49	50	50	49	198	49.50
40%	54	53	54	53	214	53.50
60%	61	62	61	61	245	61.25
80%	69	68	69	69	275	68.75
Promedio General						58.25
Desviación Estándar						7.65
Coeficiente de Variación						13.12

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p – valor
Tratamientos	873.50	3	291.17	998.29	<0.0001
Error	3.50	12	0.29		
Total	877.00	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	49.50	0.27	a
40%	53.50	0.27	b
60%	61.25	0.27	c
80%	68.75	0.27	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 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	870,3	435,15	844,320896	1,73776E-14
Residuos	13	6,7	0,515384615		
Total	15	877			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	46,25	0,999278586	46,28338949	8,1431E-16	44,09118986	48,40881014	44,09118986	48,40881014
Variable X 1	0,10875	0,045581183	2,385852959	0,0329455	0,010277841	0,207222159	0,010277841	0,207222159
Variable X 2	0,0021875	0,000448689	4,875310935	0,00030314	0,001218166	0,003156834	0,001218166	0,003156834

**ANEXO J. GRANULOMETRÍA MM DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	3.86	3.88	3.84	3.86	15.44	3.86
40%	2.59	2.59	2.57	2.57	10.32	2.58
60%	1.68	1.69	1.68	1.69	6.74	1.68
80%	1.07	1.07	1.07	1.07	4.28	1.07
Promedio General						2.29
Desviación Estándar						1.08
Coeficiente de Variación						47.14

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	17.61	3	5.87	54192.23	<0.0001
Error	1.3E-03	12	1.1E-04		
Total	17.61	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	3.86	0.01	A
40%	2.58	0.01	B
60%	1.68	0.01	C
80%	1.07	0.01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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	3	17,612475	5,870825	54192,2308	4,7401E-25			
Residuos	12	0,0013	0,000108333					
Total	15	17,613775						

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	5,63	0,043229041	130,2365227	2,8177E-20	5,53581201	5,72418799	5,53581201	5,72418799
Variable X 1	-0,1025	0,003305658	-31,00744541	7,9578E-13	-0,109702409	-0,095297591	-0,109702409	-0,095297591
Variable X 2	0,00074375	7,30208E-05	10,18545972	2,9353E-07	0,000584651	0,000902849	0,000584651	0,000902849
Variable X 3	-2,1875E-06	4,84869E-07	-4,511523706	0,00071223	-3,24394E-06	-1,13106E-06	-3,24394E-06	-1,13106E-06

**ANEXO K. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA US/M DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1.98	1.97	1.98	1.98	7.91	1.98
40%	2.92	2.94	2.95	2.94	11.75	2.94
60%	3.40	3.40	3.40	3.40	13.60	3.40
80%	4.27	4.28	4.28	4.27	17.10	4.28
Promedio General						3.14
Desviación Estándar						0.86
Coeficiente de Variación						27.19

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	10.99	3	3.66	67643.38	<0.0001
Error	6.5E-04	12	5.4E-05		
Total	10.99	15			

**3.- Medias y asignación de rangos según T ( $p \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	1.98	3.7E-03	a
40%	2.94	3.7E-03	b
60%	3.40	3.7E-03	c
80%	4.28	3.7E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 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	3	10,99205	3,664016667	67643,3846	1,25342E-25
Residuos	12	0,00065	5,41667E-05		
Total	15	10,9927			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	-0,39	0,030567548	-12,75862879	2,43553E-08	-0,456600966	-0,323399034	-0,456600966	-0,323399034
Variable X 1	0,168729167	0,002337453	72,18505335	3,32251E-17	0,163636294	0,173822039	0,163636294	0,173822039
Variable X 2	-0,002896875	5,16335E-05	-56,10459228	6,77972E-16	-0,003009375	-0,002784375	-0,003009375	-0,002784375
Variable X 3	1,89583E-05	3,42854E-07	55,29556944	8,06562E-16	1,82113E-05	1,97053E-05	1,82113E-05	1,97053E-05

**ANEXO L. RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	12.45	12.48	12.21	12.31	49.45	12.36
40%	13.33	13.34	13.38	13.41	53.46	13.37
60%	13.42	13.39	13.38	13.39	53.58	13.40
80%	13.37	13.45	13.42	13.48	53.72	13.43
Promedio General						13.13
Desviación Estándar						0.47
Coeficiente de Variación						3.55

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	3.22	3	1.07	217.82	<0.0001
Error	0.06	12	4.9E-03		
Total	3.28	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	E.E	Rango
20%	12.36	0.04	a
40%	13.37	0.04	b
60%	13.40	0.04	b
80%	13.43	0.04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )



#### 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	3	3,21696875	1,072322917	217,822683	1,00045E-10
Residuos	12	0,059075	0,004922917		
Total	15	3,27604375			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	9,41	0,2914109	32,29117376	4,91705E-13	8,77507019	10,04492981	8,77507019	10,04492981
Variable X 1	0,212666667	0,022283739	9,543580857	5,91864E-07	0,16411457	0,261218763	0,16411457	0,261218763
Variable X 2	-0,003659375	0,00049224	-7,434133996	7,90233E-06	-	-0,002586877	-	-0,002586877
Variable X 3	2,03646E-05	3,26855E-06	6,230465876	4,38103E-05	0,00473187	2,74861E-05	0,00473187	2,74861E-05

**ANEXO N. COLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1. RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1	1	1	1	4	1
40%	3	3	3	3	12	3
60%	5	5	5	5	20	5
80%	5	5	5	5	20	5
Promedio General						3.5
Desviación Estándar						1.71
Coeficiente de Variación						48.93

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	44.00	3	14.67	456.00	1.26E-12
Error	0.00	12	0.00		
Total	44.00	15			

**3.- Medias y asignación de rangos según T ( $p \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	Rango
20%	1	A
40%	3	B
60%	5	C
80%	5	D

#### 4. ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<i>Suma de</i>							
	<i>Grados de li-</i>	<i>Cuadra-</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico</i>			
	<i>bertad</i>	<i>dos</i>			<i>de F</i>			
Regre-								
sión	3	44	14,66666667	6,247E+30	2,0211E-181			
		2,81735E-						
Residuos	12	29	2,34779E-30					
Total	15	44						

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1	6,36391E-15	1,57136E+14	2,9723E-165	1	1	1	1
	-							
Variable X 1	0,083333333	4,86638E-16	-1,71243E+14	1,0594E-165	-0,083333333	-0,083333333	-0,083333333	-0,083333333
Variable X 2	0,005	1,07497E-17	4,65131E+14	6,569E-171	0,005	0,005	0,005	0,005
	-4,16667E-							
Variable X 3	05	7,13795E-20	-5,83735E+14	4,3034E-172	-4,16667E-05	-4,16667E-05	-4,16667E-05	-4,16667E-05

**ANEXO O. OLOR DE LA COMPOSTA ELABORADA CON RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES DE GRANJA AVÍCOLA “DOS HERMANOS”.**

**1.- RESULTADOS EXPERIMENTALES**

Tratamientos	Repeticiones				Suma	Promedio
	I	II	III	IV		
20%	1	1	1	1	4	1
40%	3	3	3	3	12	3
60%	5	5	5	5	20	5
80%	5	5	5	5	20	5
Promedio General						3.5
Desviación Estándar						1.71
Coeficiente de Variación						48.93

**2. ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	p - valor
Tratamientos	44.00	3	14.67	456.00	1.26E-12
Error	0.00	12	0.00		
Total	44.00	15			

**3.- MEDIAS Y ASIGNACIÓN DE RANGOS SEGÚN T ( $P \leq 0,05$ )**

Tratamientos	Medias	Rango
20%	1	a
40%	3	b
60%	5	C
80%	5	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

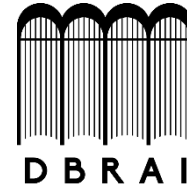
#### 4.- ADEVA DE LA REGRESIÓN

	<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	3	44	14,66666667	6,247E+30	2,0211E-181
Residuos	12	29	2,34779E-30		
Total	15	44			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1	6,36391E-15	1,57136E+14	2,9723E-165	1	1	1	1
Variable X 1	0,083333333	4,86638E-16	-1,71243E+14	1,0594E-165	-0,083333333	-0,083333333	-0,083333333	-0,083333333
Variable X 2	0,005	1,07497E-17	4,65131E+14	6,569E-171	0,005	0,005	0,005	0,005
Variable X 3	-4,16667E-05	7,13795E-20	-5,83735E+14	4,3034E-172	-4,16667E-05	-4,16667E-05	-4,16667E-05	-4,16667E-05



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO  
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE



UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS  
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 15 / 12 / 2021

**INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)**

**Nombres – Apellidos:** DAYANNA MISHEL BORJA MORA

**INFORMACIÓN INSTITUCIONAL**

**Facultad:** *Ciencias Pecuarias*

**Carrera:** Zootecnia

**Título a optar:** Ingeniera Zootecnista



2247-DBRA-UTP-2021