

TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS DE GALLINAZA PARA SU PROVECHAMIENTO
COMO MATERIA PRIMA

JOSÉ JOAQUÍN BARRERA CARRILLO

PROYECTO INTEGRAL DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN GESTIÓN AMBIENTAL

DIRECTOR
HARVEY ANDRES MILQEZ SANABRIA
INGENIERO QUÍMICO

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

Nombre del director

Firma del Director

Nombre

Firma del presidente Jurado

Nombre

Firma del Jurado

Nombre

Firma del Jurado

Bogotá, D.C. marzo de 2023

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Vicerrector Académico de Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada Garcia-Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dra. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macias Rodríguez

Decano Facultad de Ingenierías

Dra. Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora Ingeniería Química

Ing. Nubia Liliana Becerra Ospina

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia principalmente, porque son la base y la razón de todos mis esfuerzos e impulsos de sacar cualquier proyecto adelante, a cada persona que conocí en la región del Valle de Tenza en el proceso de investigación y aprendizaje que tienen claridad sobre los procesos avícolas y agrícolas razón de ser de esta iniciativa, al Doctor Harvey Andrés Milquez Sanabria que ha acompañado el paso a paso de este proyecto y a la Fundación Universitaria de América por su oferta y formación en educación.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	9
INTRODUCCIÓN	10
1. OBJETIVOS	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos	12
2. DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL DE MANEJO DE GALLINAZA EN COLOMBIA Y DEL VALLE DE TENZA	13
2.1 ¿Qué es la Gallinaza?	13
2.2 Generalidades de la norma ISO 14040	14
2.3 Ciclo de Vida de la Gallinaza	16
2.3.1 Alistamiento del Galpón	16
2.3.2 Elaboración de la cama en el Galpón	17
2.3.3 Ingreso de aves en el Galpón	18
2.3.4 Retiro de aves del Galpón	18
2.3.5 Retiro de la Gallinaza del Galpón	19
2.3.6 Valorización de la Gallinaza	19
3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE USO DE GALLINAZA A NIVEL MUNDIAL	21
3.1 Campo de Aplicación de la Gallinaza	21
3.2 Alternativas para la Valorización de la Gallinaza	27
3.2.1 CONPES 3934 de 2018	27
3.3 Análisis Individual de las Alternativas	27
3.3.1 Alimento Para Ganado	27
3.3.2 Fertilizante	28
3.3.3 Biogás	29

3.3.4 Compostaje	30
3.3.5 Comparativo sobre las características y el uso de la Gallinaza en diferentes regiones de Colombia	31
4. ESTABLECIMIENTO DE LA ESTRATEGIA DE VALORIZACIÓN DE LA GALLINAZA APLICANDO EL CICLO DE VIDA PHVA CON BASE EN LA NORMA ISO 14001	33
4.1 Definiciones parámetros matriz de decisión	33
4.2 Matriz de decisión	34
4.3 El Compostaje	35
4.4 Fases del compostaje	37
4.5 Ciclo PHVA	38
5.CONCLUSIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	43
ANEXOS	48

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de la Gallinaza y Pollinaza	13
Tabla 2. Normatividad Nacional Vigente aplicable para la Industria Avícola	21
Tabla 3. Comparación sobre las características y el uso de la Gallinaza en diferentes regiones de Colombia	31
Tabla 4. Matriz de decisión de alternativas	35

RESUMEN

La gallinaza es considerada como uno de los problemas más grandes para el medio ambiente desde el sector de la producción avícola por la gran cantidad de contaminantes que genera; por esta razón, es importante resaltar que este residuo orgánico puede ser una oportunidad para ser transformado en un nuevo producto, al que se le pueda dar un mayor valor agregado y, así, al utilizar los desechos que se generan en los galpones ese nuevo beneficio trae nuevas posibilidades de mejorar el medio ambiente.

Para lograrlo, en este proyecto se propone el manejo de un plan adecuado para los desechos, el cual permita convertirlos en una fuente de ingresos a través de los nuevos usos que se les dé a los mismos, dando soluciones a todos los factores involucrados que se vean afectados por los efectos negativos de los residuos. Estas alternativas para la utilización de la gallinaza, tales como el abono, alimento, biogás, y entre otros, tienen como objetivo que en su disposición final mejorar la calidad del medio ambiente.

Palabras clave: Acondicionador, Compostaje, Fertilización, Transformación, Valor agregado.

INTRODUCCIÓN

La industria de la avicultura es una de las más importantes industrias que podemos encontrar, no solo por su alcance como fuente alimentaria de la gran mayoría de habitantes de un país, sino también porque la proteína generada por esta industria es de las más económicas y asequibles que se encuentra en el mercado.

Es de resaltar que el crecimiento que ha tenido esta industria a nivel nacional, paralelamente ha generado también una variedad de actividades que conllevan a contaminación en los cuerpos de agua, los suelos, el aire, entre otros, a causa de la gran cantidad de residuos sólidos y gases resultantes de esta actividad; y no menos preocupante, para los avicultores que aún no han tomado conciencia de la afectación y daño que han producido en su entorno, para lo cual, el gobierno ha hecho cambios y ha fortalecido las políticas públicas y normatividad para minimizar el impacto ambiental y optimizar el manejo de estos residuos, y así garantizar un adecuado manejo y la menor afectación al medio ambiente por parte de estos residuos sólidos.

La gallinaza es el residuo que se genera en mayor cantidad y es resultado de las excretas que produce la gallina al caer sobre una cama, que generalmente es de cascarilla de arroz o de viruta de madera, y que al cabo del ciclo de producción de huevos se debe retirar del galpón, para garantizar que las aves que ingresan a iniciar un nuevo ciclo encuentren un ambiente adecuado y libre de patógenos que afecten su sanidad y producción.

Es por esto, que la saturación de material orgánico sin las medidas adecuadas para la incorporación a los suelos puede desencadenar problemas tanto sanitarios, como químicos o biológicos en el lugar donde se aplica, con consecuencias que pueden no ser menores tanto para los cultivos, como para el medio ambiente y la población aledaña donde se incorporaron este tipo de materiales sin el debido proceso para su utilización.

Durante muchos años se viene practicando la utilización de gallinaza sin ningún tipo de control, lo que hace que en muchos lugares esa práctica se realice de manera irresponsable, y aunque ya hay manera de ejercer control por parte de las autoridades del orden local y nacional, desafortunadamente este control no se ejerce de manera efectiva y se generan consecuencias que muchas veces no se pueden estimar

económicamente, pero son grandes no solo para el medio ambiente, sino también para la salud humana y la producción agrícola.

Sin embargo, este residuo orgánico que se ha generado por mucho tiempo en la producción avícola, al ser tratado con un proceso adecuado, puede ser reincorporado en diferentes procesos productivos con un valor agregado que sea seguro tanto para el ser humano como para el medio ambiente, y todos los factores directa e indirectamente involucrados.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Proponer las estrategias para el manejo de la gallinaza previo a su utilización en las diferentes alternativas de valorización en la zona del Valle de Tenza (Boyacá).

1.2 Objetivos Específicos

- Describir la situación actual de manejo de gallinaza en Colombia y específicamente en el Valle de Tenza.
- Analizar las alternativas de uso de la gallinaza a nivel mundial.
- Establecer la estrategia de valorización de la gallinaza aplicando el ciclo de vida PHVA con base en la norma ISO 14001.

2. DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL DE MANEJO DE GALLINAZA EN COLOMBIA Y DEL VALLE DE TENZA

2.1 ¿Qué es la Gallinaza?

La gallinaza es un residuo orgánico el cual resulta de todo el ciclo productivo que se realiza en los galpones; esta se genera a partir de la mezcla de la cama que se prepara al inicio del proceso productivo, las plumas, los residuos de alimento, los excrementos de las aves, los huevos que se rompen y revuelven, por lo cual, depende de la dieta que le sea asignada a las aves y de la organización que se le dé al galpón para alojar las mismas durante el proceso productivo.

La calidad de la gallinaza depende de diversos factores tales como la edad de las aves puesto que las gallinas más jóvenes al consumir menos alimento deyectan menos, el tipo de alimento que le sea suministrado a las aves y la cantidad del mismo que se desperdicie, la cantidad de plumas que se les cae a las gallinas lo cual depende tanto de la edad de las mismas como de la ventilación que haya en el galpón, la temperatura del ambiente, entre otros.

En la Tabla 1, se observan las propiedades fisicoquímicas tanto de la gallinaza como de la pollinaza.

Cabe resaltar las diferencias entre la gallinaza y la pollinaza ya que estas hacen indispensable que su manejo, utilización y procesos cambien dependiendo del destino final.

Tabla 1.

Propiedades fisicoquímicas de la Gallinaza y Pollinaza

Nutriente	Pollinaza	Gallinaza
Materia seca %	84.7	89.6
Proteína cruda %	31.3	28.0
Proteína verdadera %	16.7	11.3
Proteína digestible %	23.3	14.4
Fibra cruda %	16.8	12.7
Grasa cruda %	3.3	2.0

Tabla 1. (Continuación)

Nutriente	Pollinaza	Gallinaza
Elementos libres de nitrógeno %	29.5	28.7
Cenizas %	15.0	28.0
Total de nutrientes digestibles %	72.5	52.0
Energía digestible, Kcal/Kg *	2440	1911
Calcio %	2.37	8.8
Fósforo %	1.8	2.5
Magnesio %	0.44	0.67
Manganeso, mg/Kg	225	406
Sodio %	0.54	0.94
Potasio %	1.70	2.33
Cobre, mg/Kg	98	150
Zinc, mg/Kg	235	463

Nota. Porcentaje de composición de la pollinaza y la gallinaza. Tomado de: Ochoa Cordero & Urrutia Morales (2007). Uso de Pollinaza y Gallinaza en la Alimentación de Rumiantes. San Luis Potosi: Fundación Produce de San Luis Potosí, A. C.

2.2 Generalidades de la norma ISO 14040

Según la Organización Internacional de Normalización (2006), la norma ISO 14040 cuenta con las siguientes características:

La creciente conciencia con respecto a la importancia de la protección ambiental, y los posibles impactos asociados con los productos, tanto manufacturados como consumidos, han aumentado el interés por el desarrollo de métodos para comprender mejor y tratar esos impactos. Una de las técnicas desarrolladas en este sentido es el análisis del ciclo de vida (ACV) Introducción párrafo uno.

El ACV puede ayudar a:

- la identificación de oportunidades para mejorar el desempeño ambiental de productos en las distintas etapas de su ciclo de vida,
- la aportación de información a quienes toman decisiones en la industria, organizaciones gubernamentales o no gubernamentales (por ejemplo, para la planificación estratégica, el establecimiento de prioridades, el diseño y rediseño de productos o procesos),

- la selección de los indicadores de desempeño ambiental pertinentes, incluyendo técnicas de medición, y
- el marketing (por ejemplo, implementando un esquema de etiquetado ambiental, elaborando una reivindicación ambiental, o de una declaración ambiental de producto).

Para quienes realizan un ACV, la Norma ISO 14044 detalla los requisitos para efectuar un ACV.

El ACV trata los aspectos ambientales e impactos ambientales potenciales (por ejemplo, el uso de recursos y las consecuencias ambientales de las emisiones) a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto desde la adquisición de la materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final (es decir, de la cuna a la tumba).

Hay cuatro fases en un estudio de ACV:

- la fase de definición del objetivo y el alcance,
- la fase de análisis del inventario,
- la fase de evaluación del impacto ambiental, y
- la fase de interpretación.

El alcance de un ACV, incluyendo los límites del sistema y el nivel de detalle, depende del tema y del uso previsto del estudio. La profundidad y amplitud del ACV puede diferir considerablemente dependiendo del objetivo de un ACV en particular.

La fase de análisis del inventario del ciclo de vida (fase ICV) es la segunda fase del ACV. Es un inventario de los datos de entrada/salida en relación con el sistema bajo estudio. Implica la recopilación de los datos necesarios para cumplir los objetivos del estudio definido.

La fase de evaluación del impacto del ciclo de vida (fase EICV) es la tercera fase del ACV. El objetivo de la EICV es proporcionar información adicional para ayudar a evaluar los resultados del inventario del ciclo de vida (ICV) de un sistema del producto a fin de comprender mejor su importancia ambiental.

La interpretación del ciclo de vida es la fase final del procedimiento de ACV, en la cual se resumen y discuten los resultados del ICV o del EICV o de ambos como base

para las conclusiones, recomendaciones y toma de decisiones de acuerdo con el objetivo y alcance definidos.

Hay casos en los cuales el objetivo de un ACV se puede satisfacer desarrollando únicamente un análisis de inventario y una interpretación. Generalmente se hace referencia a esto como un estudio de ICV.

Esta Norma Internacional abarca dos tipos de estudio: análisis del ciclo de vida (estudios de ACV) y análisis del inventario del ciclo de vida (estudios de ICV). Los estudios de ICV son similares a los estudios de ACV, pero excluyen la fase EICV. No hay que confundir los estudios de ICV con la fase ICV de un estudio de ACV.

Generalmente la información desarrollada en un estudio de ACV o ICV se puede utilizar como parte de un proceso de decisión mucho más amplio. La comparación de los resultados de estudios de ACV o ICV diferentes, es posible sólo si las suposiciones y el contexto de cada estudio son equivalentes. Por lo tanto, esta Norma Internacional contiene varios requisitos y recomendaciones para asegurar la transparencia en estos temas.

El ACV es una de las diversas técnicas de gestión ambiental existentes (por ejemplo, evaluación del riesgo, evaluación del desempeño ambiental, auditoría ambiental y evaluación del impacto ambiental) y podría no ser la técnica más apropiada para usar en todas las situaciones. Generalmente el ACV no considera los asuntos económicos o sociales de un producto, pero el enfoque del ciclo de vida y las metodologías descritas en esta Norma Internacional se pueden aplicar a estos otros aspectos.

Esta Norma Internacional, al igual que otras Normas Internacionales, no está prevista para crear barreras no arancelarias al comercio ni para incrementar o modificar las obligaciones legales de una organización.

2.3 Ciclo de Vida de la Gallinaza

2.3.1 Alistamiento del Galpón

Antes de entrar un lote nuevo de gallinas ponedoras a un galpón, existen muchos factores de preparación importantes que se deben tener en cuenta, puesto que son los que garantizan tanto la calidad de los productos finales como el bienestar de las aves que estarán ahí todo su ciclo productivo. Entre esos factores a tener en cuenta se encuentran:

El tiempo que se deja descansar un galpón por la entrada de los diferentes lotes de las gallinas, “la regla en general es que una finca debe estar sin aves por lo menos entre 14 a 28 días” (Nilipour, 2005) como mínimo; esto, para garantizar que durante este periodo la limpieza y desinfección del galpón evitará que un lote entrante pueda contraer alguna enfermedad del lote saliente.

En caso de se elabore el Galpón por primera vez, se debe verificar la sanitización de los elementos que se ingresan; mientras que, si se trata de un cambio de lote de las aves, se deben desarmar y retirar todos los equipos tales como comederos y bebederos, para posteriormente ser lavados y desinfectados antes de ser reutilizados.

“Lavar con abundante agua a presión y detergente, las estructuras de la construcción (techos, mallas, paredes y pisos de galpones y depósitos) tanto interna como externamente, eliminando todo residuo de polvo, telarañas o materia orgánica, enjuagar y dejar secar; lavar y desinfectar tanques de abastecimiento de agua y tuberías permitiendo que el desinfectante permanezca en ellos hasta el momento de usarlos nuevamente.” (Barra, 2009)

Flamear los pisos y paredes para garantizar la desinfección y sanitización del galpón.

Fumigación y control de roedores.

Mantenimiento a los equipos de ser necesario.

2.3.2 Elaboración de la cama en el Galpón

“El correcto manejo de la cama es fundamental para la salud de las aves, rendimiento y calidad final de la canal” (Cobb- Vantress , 2013), la cama puede elaborarse a partir de la integración de diferentes materiales como la viruta de madera, el aserrín, la paja, la cascarilla y entre otros. Su característica principal, es que debe ser absorbente, estar seca, ser liviana, libre de hongos, no tóxica, no debe compactarse, y tener un grosor de entre 5cm y 10cm, entre otras.

Su importancia radica en las funciones que cumple dentro del galpón, entre las cuales se tiene la “absorción de la humedad, la dilución del material fecal minimizando el contacto de las aves con las excretas y proveer aislación entre las aves y las temperaturas frías del piso” (Cobb- Vantress , 2013).

2.3.3 Ingreso de aves en el Galpón

Es importante conocer la cantidad de aves que van a ingresar en cada lote al galpón, principalmente para regular la temperatura que se manejará en el galpón, y para tener el stock de insumos básicos como las vacunas y el alimento, que son suministrados por un proveedor. Realizar un banco de datos sobre las aves y su comportamiento en los diferentes lotes, permite comparar y analizar las características de calidad de las aves.

Cuando las gallinas ponedoras cumplen con estándares de calidad altos, generan a su vez mayores cantidades de gallinaza durante ese periodo productivo, esto entre otras cosas, debido a que la mortalidad disminuye, y al alimentarse mejor las aves, excretan más.

2.3.4 Retiro de aves del Galpón

Al terminar su ciclo productivo, las gallinas son trasladadas a una “planta de sacrificio” o “planta de beneficio” donde son procesadas para “ser entregadas como carne de canal o despresada. La primera operación realizada dentro de la planta es la insensibilización, esta se hace mediante un proceso conocido como electronarcosis el cual consiste en aplicar un choque eléctrico que va dirigido al cerebro, causando así un estado de fatiga neuronal que indica que el ave esta inconsciente o insensible al dolor. Una vez insensibilizado el animal, este pasa a la parte de degüello, en donde después de cortar la carótida y yugular, el animal se deja desangrar mínimo por los siguientes 90 segundos. Terminado este proceso, se pasa a la fase de escaldado, en este punto una vez desangrado el animal, se procede a sumergirlo en tanques con agua caliente.

Ya estando pelado, se procede al corte de patas y se pasa al proceso de evisceración. Este proceso, se hace en una parte aislada de la planta, ya que allí no solo se cortan las cloacas y cabezas, sino también se le extraen todas las vísceras al animal, donde se rescatan las que son comercializables (corazón hígado y mollejas) que se lavan y pasan directamente a un proceso de enfriamiento independiente del resto de la producción y se desechan de forma controlada las que no sirven. Una vez terminado este proceso obtenemos el ave en canal o simplemente “canal”, el cual debe pasar a un tanque de lavado con agua fría, en el que se removerán la mayor parte de los residuos

de sangre y grasa, este proceso dura entre 30 y 40 minutos. Terminado este proceso los canales pasan a un enfriador, allí deben durar otros treinta o cuarenta minutos, de donde salen con una temperatura inferior a los 4°C. Por último, las canales y viseras deben ser empacadas y almacenadas en cuartos fríos donde comienza la cadena de frío, la cual es indispensable para el manejo y comercialización del ave.” (Universidad de los Andes, Facultad de Administración, 2016)

2.3.5 Retiro de la Gallinaza del Galpón

La gallinaza debe ser recogida con rastrillos, para luego ser empacada en costales, “se recomienda barrer todo residuo de gallinaza de pisos y aledaños para evitar reinfectar al galpón” (Barra, 2009).

Este tipo de gallinaza tiene un alto contenido de humedad y altos niveles de nitrógeno, que se volatiliza rápidamente, creando malos y fuertes olores, perdiendo calidad como fertilizante. Para solucionar este problema es necesario someter la gallinaza a secado, que además facilita su manejo. Al ser deshidratada, se produce una un proceso de fermentación aeróbica que genera nitrógeno orgánico, siendo mucho más estable (Pareja M. , 2005).

Adicionalmente, la gallinaza debe ser almacenada en una bodega que tenga una buena ventilación y debe ser aireada con frecuencia, ya sea manualmente o con maquinaria.

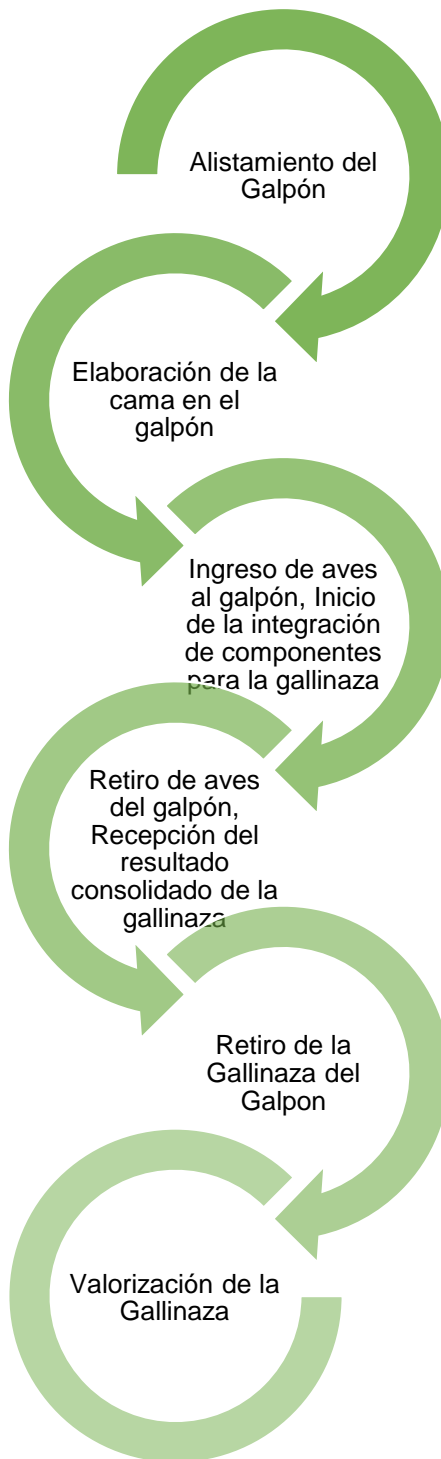
2.3.6 Valorización de la Gallinaza

Se realizan procesos de transformación a la gallinaza, dando espacio a nuevas oportunidades que impacten de manera positiva el medio ambiente al disminuir la contaminación de aguas, aire y suelos. Se estudian las diferentes alternativas que se pueden obtener a partir de la gallinaza, y cuál es la que favorecerá mayormente tanto al ser humano como al medio ambiente, al hacer frente a la tendencia de crecimiento que tiene el sector avícola y los residuos que genera.

En la Imagen 1 se puede observar la representación de cada paso del ciclo de vida de la gallinaza.

Figura 1.

Ciclo de vida de la gallinaza



Nota. Se muestra el proceso mediante el cual se transforma un producto en residuo sólido aprovechable.

3. ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS DE USO DE GALLINAZA A NIVEL MUNDIAL

3.1 Campo de Aplicación de la Gallinaza

La producción avícola en el país, para el año 2020 se tuvo un crecimiento total de entre el 5 y 6%, lo que la convierte en uno de los sectores que no decrece como sucede con otros sectores; sin embargo, este constante crecimiento también presenta consecuencias negativas que se ven reflejadas desde el aspecto ambiental, por lo tanto, las medidas que se tomen para controlar este tipo de impacto deben ser conducidas hacia la sostenibilidad y a ser ambientalmente amigable, ya que se considera que los residuos sólidos que provienen de esta industria pueden ser potencialmente contaminante tanto en los suelos, como en el aire y las escorrentías.

La liberación de amoníaco que se puede dar en un momento dado a la atmósfera es el mayor contaminante vinculado a la producción avícola debido al gran impacto ecológico que presenta, “la cual depende de un sin número de variables que se pueden suscitar en cualquier momento, como lo son el clima, los procedimientos para construir los galpones, el manejo de los residuos sólidos, y su proceso una vez finalizado el ciclo productivo de las aves.” (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2013)

Es importante tener en cuenta, que si bien el aire es quizá el factor que presente una mayor contaminación con los residuos del sector avícola, otros factores como los suelos y las fuentes hídricas también se ven afectadas por contaminantes como el material particulado que se genera de los mismos.

“A continuación, se presenta un resumen de la normatividad nacional vigente, aplicable para la industria avícola, en relación con la gestión integral de residuos sólidos” (Castañeda, 2013)

Tabla 2.

Normatividad Nacional Vigente aplicable para la Industria Avícola

NORMA	EXPIDE	DESCRIPCIÓN
Constitución	Asamblea	Contiene 49 artículos relacionados con la protección del
Política de 1991	Nacional	medio ambiente, dentro de los cuales se cita el deber del
	Constituyente	estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente

			y de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, así como el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano y la prohibición de introducir al territorio nacional residuos nucleares y desechos tóxicos.
Decreto Ley de 1974	2811	Presidencia de la República	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En cuanto a residuos, basuras desechos y desperdicios, decreta que: “Se utilizaran los mejores métodos de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento y disposición final”. Igualmente cita: “La investigación científica y técnica se fomentará para desarrollar métodos que reintegren al proceso natural los residuos sólidos, líquidos y gaseosos provenientes de las industrias... y para perfeccionar y desarrollar nuevos métodos para su tratamiento y recolección”; prohíbe las descargas de residuos sólidos que causen daño a suelos y/o núcleos humanos.
Ley 9 de 1979		Congreso de la República	Código Sanitario Nacional y Protección Medio Ambiente. Dicta medidas sanitarias para la protección del medio ambiente, manifiesta la responsabilidad que tienen los generadores de residuos durante la recolección, transporte y disposición final, así mismo ante los perjuicios ocasionados sobre la salud pública y el ambiente.
Resolución 1986	2309 de	Ministerio de Salud	Dicta normas para el manejo de residuos especiales, su almacenamiento, transporte, tratamiento y demás medidas generales. Algunos de sus artículos fueron derogados por la Ley 99/93, por cuanto algunas funciones expresadas han pasado al Ministerio del Medio Ambiente. Se encuentra vigente la responsabilidad de quienes produzcan basuras con características especiales en cuanto a su manejo, recolección, transporte y disposición final.
Ley 99 de 1993		Congreso de la República	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y se organiza el Sistema Nacional Ambiental - SINA-. Enmarca el manejo de los residuos sólidos

regulando las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, con el fin de mitigar e impedir el impacto de actividades contaminantes al entorno natural; propendiendo por el establecimiento de límites máximos con base en estudios técnicos de emisión, descarga, transporte o depósito, fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias que causen degradación al medio ambiente, como son los productos químicos o biológicos utilizados en actividades agropecuarias.

Resolución 189 de 1994	Ministerio del Medio Ambiente	Define los criterios técnicos para que un residuo pueda catalogarse como infeccioso, toxico, explosivo, corrosivo, inflamable, volátil, combustible, radioactivo o reactivo, además de listar las sustancias que confieren peligrosidad a un residuo.
Norma técnica GTC. 24/1996	ICONTEC	Guía Técnica Colombiana de Gestión Ambiental en Residuos Sólidos, que da los lineamientos para la separación en la fuente y el código de colores para los residuos reciclables y no reciclables.
Decreto 605 de 1996	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamenta la Ley 142 de 1994, en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo. Señala el manejo que debedarse a los residuos sólidos en su componente de presentación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, así mismo, determina las responsabilidades de algunos actores en este manejo.
Ley 388 de 1997	Congreso de la República	Dentro de sus objetivos está el establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.

Ley 430 de 1998	Ministerio de Medio Ambiente	de	<p>Regula la prohibición de introducir desechos peligrosos al territorio nacional, en cualquier modalidad según lo establecido en el Convenio de Basilea, y la responsabilidad por el manejo integral de los desechos generados en el país en el proceso de producción, gestión y manejo de los mismos. Se centra en los principios de minimización de la generación de residuos peligrosos; el impedimento del ingreso y tráfico ilícito de residuos peligrosos de otros países, el diseño de estrategias para estabilizar su generación en industrias con procesos obsoletos y contaminantes y el establecimiento de políticas e implementación de acciones para sustituir procesos de producción contaminantes por procesos limpios.</p>
Resolución 120 de 2000	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.	de	<p>Por el cual se reglamente la realización de aforos de residuos sólidos a los usuarios grandes productores por parte de entidades prestadoras del servicio público domiciliario de aseo.</p> <p>Es una medida que incentiva la separación en la fuente y el reciclaje en las empresas.</p>
Decreto 1609 de 2002	Ministerio de Transporte		<p>Reglamenta el transporte de mercancías peligrosas y residuos por carretera. Establece normas para el embalaje y envases que contienen los materiales, unidades de transporte y vehículos de carga.</p>
Decreto 1713 de 2002	Ministerio de Desarrollo Económico		<p>Reglamenta la Ley 142/1994 referida a servicios públicos domiciliarios. A partir de este decreto nace la obligatoriedad de formular los PGIRS en los municipios, como una herramienta de gestión. Desarrolla cada una de las etapas del PGIRS:</p> <p>generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final, para así lograr un manejo integral de los residuos.</p>
NORMA	EXPIDE	Instituto	Por la cual se adopta el reglamento técnico de fertilizantes

DESCRIPCIÓN Resolución 150 de 2003	Colombiano Agropecuario (ICA)	y acondicionadores orgánicos de suelos para Colombia, para fomentar el aprovechamiento de residuos orgánicos.
Decreto 1505 de 2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1443 de 2004	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Por el cual se reglamente la prevención y control de la contaminación ambiental por el manejo de plaguicidas y desechos peligrosos provenientes de los mismos.
Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible.	Reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos, generados en el marco de la Gestión integral de residuos sólidos. (Clasificación, caracterización, identificación, y la necesidad de envasar, embalar, rotular, etiquetar y transportar). Establece que los empaques, envases y embalajes de productos o sustancias químicas con propiedad o característica peligrosa deben ser sujetos a un Plan de Gestión de Devolución Post-consumo para su retorno a la cadena de producción-importación-distribución-comercialización. Introduce el registro de generadores de residuos peligrosos.
Resolución 1362 de 2007	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Se establecen los requisitos y el procedimiento para el registro de generadores de residuos o desecho peligrosos, a que hace referencia los Art. 27 y 28 del Decreto 4741 de 2005.
Resolución 1511 de 2010	Ministerio de Ambiente,	Se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión

Vivienda y Desarrollo Territorial.	ambiental de residuos de bombillas. La norma aplica a los productores de las tecnologías fluorescentes compactas, fluorescentes tubulares, haluros, vapor de sodio y vapor de mercurio, quienes son responsables de formular y ejecutar los programas de recolección y gestión de residuos de bombillas.
--	--

Nota. En esta tabla se presenta la normatividad vigente que aplica en Colombia para la industria avícola. Tomado de:

- (1) Constitución Política de Colombia, Asamblea Nacional Constituyente, art.58,79,80,95.
- (2) Presidencia de la Republica, Decreto Ley 2874 de 1974, gestor normativo de la función publica,
- (3) Congreso de la Republica, Ley 9 de 1979, por el cual se dictan medidas sanitarias.
- (4) Ministerio de Salud, Resolución 2309 de 1986, por el cual se dictan normas en cuanto a residuos especiales.
- (5) Congreso de la Republica, ley 9 de 1993, por el cual se organiza el sistema nacional ambiental.
- (6) Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 189 de 1994, por el cual se dictan regulaciones para impedir la introducción de residuos peligrosos al territorio nacional.
- (7) Icontec, norma técnica gtc 24/11996, clasificación de residuos solidos.
- (8) Ministerio de Desarrollo Económico, Decreto 605 de 1996, normas orientadas a regular el servicio publico de aseo.
- (9) Ministerio del Medio Ambiente, Ley 430 de 1998, por el cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referente a desechos peligrosos.
- (10) Comisión de Regulación de agua potable y saneamiento básico, Resolución 120 de 2000, por la cual se reglammenta la realización de aforos de residuos solidos.
- (11) Ministerio de Transporte, Decreto 1609 de 2002, por medio del cual se establecen los requisitos técnicos para el manejo y transporte de residuos peligrosos por carretera en vehículos automotores.
- (12) Ministerio de Desarrollo Económico, Decreto 1713 de 2002, por el cual se reglamenta el servicio publico de aseo en el marco de la gestión integral de residuos solidos.
- (13) Instituto Colombiano Agropecuario, Resolución 150 de 2003, por lo cual se adopta el reglamento técnico de suelos.
- (14) Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo, Decreto 1505 de 2003, por el cual se adopta la gestión integral de residuos solidos.
- (15) Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo, Resolución 1511 de 2010, por lo cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental.

3.2 Alternativas para la Valorización de la Gallinaza

3.2.1 CONPES 3934 de 2018

La bioeconomía en Colombia es una “Economía que gestiona eficiente y sosteniblemente la biodiversidad y la biomasa para generar nuevos productos, procesos y servicios de valor agregado, basados en el conocimiento y la innovación” (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Con base en esto, se proponen nuevas alternativas para dar un valor agregado a la gallinaza y generar una reducción en la contaminación ambiental, realizando el aprovechamiento de los residuos sólidos generados en la producción avícola.

3.3 Análisis Individual de las Alternativas

3.3.1 Alimento Para Ganado

“Generalmente se utiliza como fuente de proteína, en combinación con otros alimentos y forrajes, deficientes en proteína, como las pajas y rastrojos, el nopal, el maguey y la melaza”. (Ochoa & Urrutia, 2007)

Para usar la gallinaza como alimento para ganado, es importante pasarla por un colador primero, lo cual, es un tratamiento para filtrar cualquier piedra, hoja u otro que pueda haber, “es necesario secarla al sol y molerla, con el fin de que se integre perfectamente con los demás ingredientes que se utilizarán en la dieta. Debido a la gran variabilidad en su composición, es conveniente analizarla, especialmente para conocer contenido de proteína y cobre y determinar la cantidad a utilizar” (Ochoa & Urrutia, 2007).

También, es importante asegurar que el lugar donde será resguardada antes de que sea suministrada al ganado sea de protección para el alimento, evitando contacto con factores externos que lo pongan en un posible riesgo, tales como el agua, el viento, roedores, y entre otros, a los cuales se puede encontrar expuesto, y los cuales pueden causar su descomposición.

“Se recomienda que la gallinaza sea mezclada con melaza para eliminar el sabor y el olor que tiene al ser procedente en parte del excremento de las aves.” (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua, 2018)

Sin embargo, no es muy elevado su uso puesto que, como ya se sabe, en comparación con la pollinaza, la gallinaza tiene un menor valor nutricional.

3.3.2 Fertilizante

La gallinaza es un excelente fertilizante si se utiliza de manera correcta. Es un material con buen aporte de nitrógeno, además de fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes. Su aplicación al suelo también aumenta la materia orgánica, fertilidad y calidad del suelo (Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura -INTAGRI-, 2010)

Por la cantidad de nutrientes que son característicos de la gallinaza, al ser usado como fertilizante, esta mejora las características físicas del suelo donde se implementa, siendo útil para los cultivos de plantas, pastos, malezas, legumbres y entre otros.

Si bien debe tenerse en cuenta que la aplicación de gallinaza estabilizada no puede sustituir completamente la fertilización química en un cultivo y su uso debe enfocarse en el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo, es indudable que el uso de este acondicionador de suelos puede minimizar el uso de fertilizantes químicos, no sólo por el mismo mejoramiento de condiciones físicas como la estructura del suelo, sino como un aporte directo de nutrientes, dada su composición ya mencionada anteriormente (Fenavi, 2018).

Según el tipo de cultivo que se tenga también dependerá la frecuencia de uso del fertilizante y de la estabilización del mismo, pues este es recomendado principalmente a los cultivos transitorios en su totalidad como único fertilizante; sin embargo, en los cultivos permanentes no siempre tiene el mismo efecto, de modo que se recomienda su uso la mayor cantidad de veces posibles mientras se vea su efectividad, pero a su vez que se alterne con otros fertilizantes que si contienen químicos.

Para obtener los mejores resultados en cuanto al aprovechamiento de nutrientes por parte de la planta y a la mejora de propiedades físicas del suelo, se recomienda incorporar la gallinaza estabilizada una vez aplicada, utilizando el sistema de arado que disponga el agricultor, bien sea mecanizado o manual (Fenavi, 2018)

3.3.3 Biogás

“El biogás es un gas combustible producto de la transformación de la materia orgánica por bacterias metanogénicas en condiciones anaerobias” (Samayoa, Bueso, & Viquez, 2012)

Se implementa la gallinaza para la elaboración de la biomasa, ya que tiene mayores nutrientes que otros estiércoles, lo cual, jugará un papel importante en el proceso de digestión anaerobia.

La descomposición de la gallinaza en biodigestores produce biogás, de los cuales los más primordiales son el metano CH₄ y el dióxido de carbono CO₂. El biogás puede ser aplicado, como biocombustible en un motor de combustión interna para la generación de energía eléctrica en las granjas (Estrada, 2015)

Según Genes (2015) el proceso de producción de biogás con excreta de gallina puede realizarse a través de diferentes procesos tales como

(...) la evaporación de amoníaco, mezcla de excreta de gallina con diferentes desechos agrícolas, mezcla de excreta de gallina con desechos de maíz, producción de biogás a diferentes velocidades de carga orgánica en un sistema anaerobio de dos etapas con rangos de temperatura Mesofilico y Termofilico, proceso convencional o biometización con gallinaza, proceso convencional o biometización con pollinaza y/o gallinaza en sistemas discontinuos, y entre otros (Cámara de Comercio de Cali, 2017).

Un ejemplo de esto lo tiene la empresa Huevos Kikes en Colombia, la cual está comprometida con dar un mejor manejo a los residuos orgánicos generados en el proceso productivo y minimizar el impacto ambiental (Cámara de Comercio de Cali, 2017).

La compañía, que produce alrededor de 3,5 millones de huevos diarios y tiene presencia en 15 ciudades del país, le apuesta a la generación de energía por medio de la cofermentación de excrementos de gallina procedentes de las ponedoras (gallinaza) y del agua utilizada durante la producción, que actuarán como fuente de biomasa. “Desde la empresa privada debemos impulsar el desarrollo de estas fuentes no convencionales

de energía, contribuyendo así a minimizar la emisión de gases de efecto invernadero”, afirma Juan Felipe Montoya Muñoz, presidente de la compañía avícola.

Una vez culmine la etapa de montaje, la energía renovable producida con gallinaza será empleada para el abastecimiento de la planta de producción de huevo comercial denominada Granja Egipto, ubicada en Caloto, Cauca.

Como cualquier otro desecho orgánico, la gallinaza puede ser tratada con biodigestores que aceleran el proceso de descomposición y hacen más efectiva la transformación de sus elementos, generando biogás.

La gallinaza recibe un tratamiento previo en un tanque de sedimentación. Luego es cubierta con arena y cal y se bombea al fermentador de 4.903 metros cúbicos a través de un depósito de 1.076 metros cúbicos.

Con la cofermentación, los restos de fermentación consiguen un alto valor fertilizante, por lo que pueden devolverse eficientemente como desechos orgánicos para diversos cultivos (Cámara de Comercio de Cali, 2017).

3.3.4 Compostaje

El compostaje es lo que se produce cuando los materiales de origen vegetal o animal se biodegradan por la acción de millones de bacterias, hongos y otros microorganismos. A través del compostaje se logra convertir un producto maloliente, fitotóxico, de difícil manejo y aspecto desagradable, en un producto inodoro, de fácil manejo, aspecto atractivo, libre de sustancias fitotóxicas y apto para el uso agrícola (Estrada, 2015).

Para el proceso de descomposición de la gallinaza es importante ubicarla en un lugar protegido de factores externos que puedan acelerar o afectar su proceso de descomposición, por lo cual se debe mantener lejos de cualquier fuente de agua y en un lugar que tenga una buena ventilación. Usualmente, se considera que el compostaje tiene una vida útil de entre dos y tres meses que pueden ser alargados.

Las excretas de las aves pueden llegar a constituir un foco de contaminación muy importante, el cual puede incluso ser foco de transmisión de enfermedades. Adicional a esto, se aumenta la eficiencia de las unidades avícolas al reducir la

proporción de desechos cuando estos son transformados en un subproducto de la granja con valor comercial. En general otra ventaja del compostaje es que no requiere electricidad, gas u otro combustible para su proceso. No genera malos olores ni atrae moscas (Galindo, 2021).

3.3.5 Comparativo sobre las características y el uso de la Gallinaza en diferentes regiones de Colombia

Los residuos sólidos provenientes de la industria avícola no necesariamente son iguales en las diferentes regiones del país, ya que el tema de temperatura puede afectar las propiedades físicas y químicas de estos residuos, es así como dependiendo del territorio donde se desarrolle la actividad avícola y la clase de alimento que se le proporcione a las aves, va a generar diferentes rendimientos según el uso final que se le da a estos residuos.

Tabla 3.

Comparación sobre las características y el uso de la Gallinaza en diferentes regiones de Colombia

CARACTERÍSTICA	REGIÓN		
	SANTANDER	BOYACÁ	VALLE DEL CAUCA
TEMPERATURA PROMEDIO	30°C	24°C	26°C
PRECIPITACIÓN PROMEDIO	2167 mm	2500 mm	5750 mm
PISO TÉRMICO	Cálido y húmedo	Templado y húmedo	Cálido y semihúmedo
HUMEDAD	79%	86%	88%
MANEJO DE LA GALLINAZA	Se propone la elaboración de un abono que, a partir de la gallinaza y minerales aportantes de fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, restituyera los elementos	“Los campesinos y agricultores han intensificado el uso de este fertilizante, volviéndose un insumo indispensable para la producción de la	Se implementa un “Sistema para la producción de energía a partir de la gallinaza. Le apuesta a la generación de energía por medio de la fermentación de excrementos de gallina procedentes

<p>perdidos de la fertilidad natural del suelo y mejorara sus condiciones fisicoquímicas y microbiológicas (ABIMGRA LTDA, 2017)</p>	<p>hortaliza" (Alarcón, 2020)</p>	<p>de las pnedoras (gallinaza) y del agua utilizada durante la producción, que actuarán como fuente de biomasa (Cámara de Comercio de Cali, 2017)</p>
---	-----------------------------------	---

Nota. Características y manejo de la gallinaza en Santander, Boyacá y Valle del Cauca

Las condiciones de humedad, precipitaciones y temperatura promedio en Boyacá son a comparación de otros lugares de producción activa de gallinaza mucho más óptimas para su producción y condiciones de calidad y uso.

4. ESTABLECIMIENTO DE LA ESTRATEGIA DE VALORIZACIÓN DE LA GALLINAZA APLICANDO EL CICLO DE VIDA PHVA CON BASE EN LA NORMA ISO 14001

4.1 Definiciones parámetros matriz de decisión

- Costo: Son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, -FAO, 2010).
- Tiempo: Es una magnitud física fundamental, el cual puede ser medido utilizando un proceso periódico, entendiéndose como un proceso que se repite de una manera idéntica e indefinidamente. (ConceptoDefinición, 2021)
- Implementación: Poner en funcionamiento o aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo. (Real Academia Española, 2014)
- Impacto Ambiental: Es cualquier cambio que se produce en el medio ambiente siendo el resultado de la acción de todos o parte de los aspectos ambientales de su organización. Se tiene que aclarar que un impacto ambiental puede resultar beneficioso o adverso con el medio ambiente. (Organización Internacional de Normalización, 2016)
- Es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada, en términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. (Gestión en Recursos Naturales, 2018)
- Facilidad: Oportunidad, ocasión propicia para hacer algo. Condiciones especiales que permiten lograr algo o alcanzar un fin con menor esfuerzo. (Real Academia Española, 2014).
- Transformación: Significa el resultado de un proceso de cambio de forma. Sucede cuando una cosa, hecho o idea es convertida en otra. (DeConceptos, s.f.).
- Cantidad: Se denomina cantidad a todo aquello que es medible y susceptible de expresarse numéricamente, pues es capaz de aumentar o disminuir. (DeConceptos, s.f.).
- Una cantidad es la porción que existe de algo que es capaz de ser medido y numerado, por ejemplo, objetos, personas, dinero, entre otros. (Ucha, 2014)

- **Materia Prima:** Materia que una industria o fabricación necesita para transformarla en un producto. (Real Academia Española, 2014).
- **Viabilidad:** es un análisis que tiene por finalidad conocer la probabilidad que existe de poder llevar a cabo un proyecto con éxito. Por tanto, ofrece información sobre si se puede o no llevar a cabo. Así, si es viable, significa que tiene muchas posibilidades de salir adelante. Por el contrario, si no lo es, quiere decir que el fracaso conlleva una probabilidad elevada. (Arias, 2020).
- **Beneficio:** Ganancia económica que se obtiene de un negocio, inversión u otra actividad mercantil. (Real Academia Española, 2014)

4.2 Matriz de decisión

La siguiente matriz tendrá valores entre el número uno (1) y el número tres (3), donde uno (1) significa poco favorable, dos (2) significa favorable, y tres (3) significa más favorable. Se seleccionará la alternativa que tenga un mayor puntaje en el total acumulado, lo cual indica que tiene mayor favorabilidad para su desarrollo e implementación.

El objetivo final es que la alternativa seleccionada represente el menor costo en su elaboración y la mayor utilidad económico en su comercialización.

Tabla 4.*Matriz de decisión de alternativas*

Criterio	Alternativas			
	Alimento para ganado	Fertilizante	Biogás	Compostaje
Costo de implementación	2	3	1	3
Tiempo de implementación	3	2	1	3
Tiempo de duración del producto	1	3	3	3
Impacto ambiental positivo	3	3	3	3
Facilidad en el proceso de transformación	2	2	1	3
Cantidad de materia prima que necesita	2	3	2	3
Viabilidad	2	2	2	3
Beneficio	3	3	3	3
Total	18	21	16	24

Nota. Alternativas de decisión menor costo y mayor utilidad.

Se selecciona el compostaje como el producto del aprovechamiento de los residuos sólidos provenientes de la producción avícola, puesto que es el producto que permite el resultado más provechoso posible después de su proceso de transformación.

4.3 El Compostaje

El compostaje se define como “una biotecnia donde es posible ejercer un control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica” (Parés, 2012);

(...) es una fermentación aerobia, es decir, en presencia de oxígeno, de la materia orgánica fresca de origen animal o vegetal, que es descompuesta dando lugar a un producto final estabilizado llamado compost. Este proceso ocurre de manera espontánea, si bien, lo facilitamos mediante la realización de volteos.” (Aguilar, Abagair, & Irujo, 2014)

“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 (Guaminga, 2012)

Es importante tener en cuenta el tamaño de los elementos que componen la gallinaza al ser extraída de los galpones, ya que al ser de menor tamaño “proporciona una mejor aireación inicial, un material más homogéneo, lo que permite una manipulación adecuada” (Guaminga, 2012), “el material final tras el proceso de compostaje es más suelto y manejable que la gallinaza en fresco o procedente de amontonamiento temporal, lo que mejora notablemente su aplicación en el campo y la calidad del reparto.” (Aguilar, Abagair, & Irujo, 2014)

Según Guaminga (2012),

(...)“el compost debe tener las siguientes características:

La relación carbono/nitrógeno debe descender en forma lenta, esto garantiza pocas pérdidas de nitrógeno.

Los nutrientes P y K deben conservarse en valores cercanos a los originales y en principio no deben ser menores a 3% y 1%, respectivamente.

El pH debe localizarse en los alrededores de 8.1.

La fracción de liposolubles no debe ser mayor de 1%.

La fracción de hidrosolubles debe disminuir como mínimo en 25% con respecto al valor inicial.

La capacidad de retención de agua, C.R.A. en un compost debe ser a 1.5 mililitros por gramo de biomasa considerada.

Un compost maduro no debe presentar microorganismos patógenos para humanos, aves y plantas.

El área de compostaje debe estar ubicada cercana al sitio de producción de desechos vegetales y/o animales, y con fácil acceso para facilitar el transporte. Además, las instalaciones cuentan con un piso firme y protección en épocas de

lluvias que evitan el exceso de humedad en las pilas de compost y la pérdida de los nutrientes solubles en agua (Hernández, 2018).

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que existen diversos factores que deben mantenerse estables para puesto que condicionan el éxito del proceso del compostaje, entre los cuales se encuentran la humedad, la temperatura, pH, nutrientes, oxígeno, tamaño de partículas, relación carbono-nitrógeno, aireación, población microbiana, y entre otros.

4.4 Fases del compostaje

- Mesófila: es el periodo inicial, “la masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente, como consecuencia de la actividad metabólica la temperatura se eleva y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.” (Hernández, 2018).
- Termófila: en la segunda etapa, “la temperatura sube de 40 a 60 grados centígrados, desaparecen los organismos mesófilos, mueren las malas hierbas, e inician la degradación a partir de los organismos termófilos. En los seis primeros días la temperatura debe llegar mantenerse a más de 40°C permitiendo la reducción o supresión de patógenos que afectan al hombre y de igual manera a las plantas de cultivo. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos importantes para el proceso mueren y otros no crecen por su proceso de esporulación.” (Peláez Restrepo & Sáenz Ruiz, 2015) “los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosas.” (Hernández, 2018)
- Enfriamiento: “Cuando la temperatura es menor de 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que re-invaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40 °C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.” (Hernández, 2018)
- Maduración: “En la fase final, se estabiliza y polimeriza el humus a temperatura ambiente, desciende el consumo de oxígeno disminuyendo la actividad metabólica,

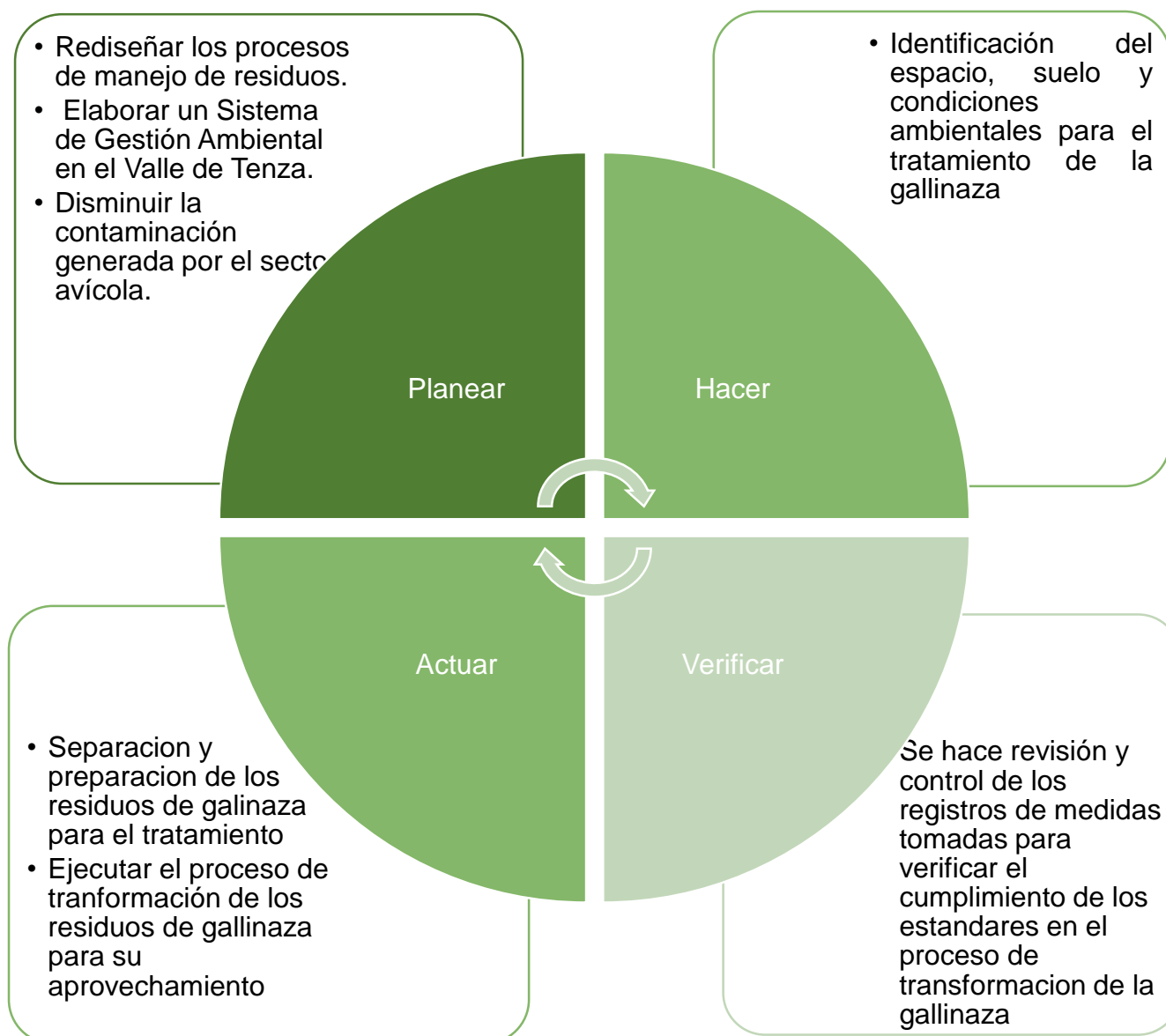
el producto permanece más o menos 20 días en ésta fase. Grandes cantidades de gas amonio (NH₃) y otros gases se pueden liberar si el proceso no se controla de manera correcta, durante la maduración o el curado los microorganismos mesofílicos recolonizan y el tiempo de maduración depende de las condiciones, típicamente representa un mínimo de 1 mes, pero generalmente dura entre 3 a 6 meses.” (Peláez Restrepo & Sáenz Ruiz, 2015)

4.5 Ciclo PHVA

En la Imagen 2 se puede observar los factores que caracterizan cada etapa del ciclo PHVA de la gallinaza, donde el objetivo final del ciclo es realizar un proceso de transformación a la gallinaza, el cual permita su aprovechamiento.

Figura 2

Ciclo PHVA



Nota. Ciclo planear, hacer, verificar y actuar de la Gallinaza

• **Planear**

La finalidad es garantizar que los residuos generados al terminar el proceso que se desarrolla en el sector avícola, no serán fuente de contaminación para el medio

ambiente ya que se transformarán y se regulará su procesamiento para brindarle un nuevo uso.

- **Hacer**

Se identifican las condiciones del espacio, el suelo y el ambiente que permitan desarrollar de manera óptima el proceso de transformación de la gallinaza a materia prima aprovechable, de este modo garantizar el éxito de la implementación de los procedimientos, disminuyendo los niveles de contaminación proporcionado por el sector avícola al medio ambiente.

- **Verificar**

Se tiene como propósito asegurar el control en la ejecución de los procesos para alcanzar los objetivos iniciales del proyecto y la ejecución de los procesos a implementar.

- **Actuar**

Implementación del proceso de transformación, paso a paso de la materialización del proyecto para transformación de los residuos y su uso efectivo.

5.CONCLUSIONES

Actualmente el Valle de Tenza no cuenta con procesos que permitan generar una reutilización de los residuos sólidos avícolas eficiente, de ahí la importancia de iniciar proyectos sostenibles que permitan la reutilización de todos estos residuos garantizando procesos que los transformen en producto final amigable con el medio ambiente y que a la vez su utilización genere disminución de algunos fertilizantes químicos y mejor estructura del suelo, se hace necesario establecer procesos para tratar estos residuos y que su incorporación en el suelo no genere consecuencias que afecten de manera negativa los cultivos y aun la salud humana.

En la actualidad gran parte de los residuos procedentes del sector avícola en Colombia no cuentan con los tratamientos adecuados para hacer de ellos un producto que genere valor agregado y a la vez se disminuyan los efectos negativos que producen en el medio ambiente, esto sin contar con el poco control por parte de autoridades competentes para crear conciencia en los productores avícolas sobre la utilización que se debe dar a estos residuos, es por esto que el compostaje cumpliendo procesos que transformen estos residuos en materia orgánica que se pueda utilizar en los cultivos de las diferentes regiones van a disminuir los impactos ambientales negativos que vienen generando.

Diferentes estudios realizados en varias partes del mundo, han permitido conocer diferentes formas de aprovechar los residuos sólidos procedentes de la avicultura, entre los cuales también se destaca el uso como materia prima para la generación de Biogás, que a la vez también puede generar energía que dependiendo de la cantidad inclusive podría incorporarse a las redes eléctricas y generar más valor agregado.

A raíz de los constantes cambios climáticos y amenazas ambientales que han aumentado de manera permanente en las últimas décadas como consecuencia de la industrialización en el mundo, (desde diferentes perspectivas y áreas de producción) nos hemos visto en la necesidad de encontrar alternativas que permitan la sostenibilidad y al mismo tiempo la sustentabilidad de la actividad económica cualquiera que sea, es interesante pero también determinante ahora más que nunca hacer el correcto uso y aprovechamiento de cualquier tipo de material (o desechos) de la manera más óptima posible y encontrar una oportunidad en lo que usualmente no se encuentra mucho beneficio, la gallinaza como residuo del proceso productivo de gallinas ponedoras y

pollos de engorde, debido a sus propiedades ofrece la posibilidad de ser tratada, transformada y aprovechada, teniendo en cuenta las condiciones de clima, suelo y espacio, esta tiene amplias posibilidades de implementación en distintos procesos de agricultura.

En el caso de Colombia, se hace uso de la gallinaza como una alternativa de insumo para algunos cultivos, siendo efectiva además de económica.

En el Valle de Tenza, uno de los terrenos con mayor cantidad de galpones en el territorio nacional procesa grandes cantidades de gallinaza que posteriormente se vende como abono siendo un producto en desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abimgra Ltda. (2017). Es suelo fértil. <http://abimgra.com/site/nuestra-empresa/>
- Aguilar, M., Abagair, A., & Irujo, E. (12 de Junio de 2014). AviNews America Latina. Gallinaza: alternativas a la gestión en fresco. Revista Avinews <https://avicultura.info/gallinaza-alternativas-la-gestion-en-fresco/>
- Gutiérrez Alarcón, L. Y. (Noviembre de 2020). Alternativas para el uso y manejo adecuado de gallinaza cruda en los cultivos de cebolla larga-junca en el municipio de Aquitania - Boyacá. [Trabajo grado]. Universidad Nueva Granada <https://acortar.link/CYK9tx>
- Aluna Consultores Limitada. (2011). Estudio Nacional del Reciclaje y los Recicladores. Legislación relacionada con el manejo de los residuos Sólidos en Colombia. <https://acortar.link/uSYXnV>
- Arias, E. R. (08 de Mayo de 2020). Economipedia. Viabilidad. <https://economipedia.com/definiciones/viabilidad.html>
- Barra, Z. C. (2009). Scribd. Ciencia y matemática, Naturaleza, Preparación del Galpón. <https://es.scribd.com/doc/59550705/Preparacion-Del-Galpon>
- Biointropic. (24 de Febrero de 2021). Beneficios y panorama de la bioeconomía. <http://biointropic.com/panorama-de-la-bioeconomia/>
- Cámara de Comercio de Cali. (10 de Abril de 2017). Huevos Kikes estrena producción de energía a partir de la gallinaza.. <https://acortar.link/92bAw9>
- Castañeda, S. V. (2013). Formulación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Solidos (PGIRS) En la Industria Avicola "Estudio de Caso: Granja de Aves Ponedoras". <https://acortar.link/JTLR0r>
- COBB-VANTRESS. (15 de Noviembre de 2013). Guía de Manejo del Pollo de Engorde. <https://acortar.link/I0rVw6>

- ConceptoDefinición. (19 de Marzo de 2021). Concepto Definición. Definición de Tiempo.
<https://conceptodefinicion.de/tiempo/>
- DeConceptos. (s.f.). De Conceptos. Concepto de cantidad.
<https://deconceptos.com/matematica/cantidad>
- DeConceptos. (s.f.). DeConceptos. Concepto de transformación.
<https://deconceptos.com/ciencias-naturales/transformacion>
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Política de crecimiento verde. Documento CONPES 3934. <https://goo.su/zL7k9PL>
- Estrada, M. (26 de Febrero de 2015). Gestión de la Gallinaza. Portal Veterinaria.
<https://goo.su/yDpsVvs>
- FAO. (2010). Costos de Producción. <http://www.fao.org/3/v8490s/v8490s06.htm>
- Fenavi. (Mayo de 2018). Estabilizador de suelo a partir de gallinaza/pollinaza. El aliado estrategido de su cultivo. <https://goo.su/INFOi>
- Fundacion para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. (2018). Utilización de Gallinaza en la Alimentación Bovina.
http://www.funica.org.ni/docs/product_ani_19.pdf
- Galindo, S. L. (2021). Pronavícola, Origen de tu futuro.
<http://pronavicola.com/contenido/compostaje3>
- Genes, J. L. (2015). Estimación del potencial de energía eléctrica a partir de una unidad de volumen de excreta de gallina proveniente de granjas avícolas. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Gestión en Recursos Naturales. (2018). GRN Gestión en Recursos Naturales. Impacto Ambiental. <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>
- Guaminga, I. M. (2012). Manejo y Procesamiento de la Gallinaza.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Hernández, L. M. (2018). Implementación de la resolución 003651 de 2014 en granja avícola ubicada en el municipio de San Pedro de los milagros. <https://goo.su/wdeg>

- INTAGRI. (2010). La gallinaza como fertilizante. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>
- Nilipour, A. (2005). Ergomix. Avicultura, Preparación de instalaciones Avícolas Previo a la Recepción de Nuevos Lotes. <https://goo.su/rRGEzq>
- Ochoa, M., & Urrutia, J. (Junio de 2007). Uso de Pollinaza y Gallinaza en la Alimentación de Rumiantes. San Luis Potosi: Fundación Produce de San Luis Potosí, A. C.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- Organización Internacional de Normalización. (13 de Julio de 2016). Nueva ISO 14001:2015. <https://www.nueva-iso-14001.com/2016/07/iso-14001-2015-los-aspectos-ambientales/>
- Organización Internacional de Normalización. (2006). ISO Online Browsing Platform (OBP). ISO Online Browsing Platform (OBP). <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:es>
- Pareja, M. (2005). Manejo y Procesamiento de la Gallinaza. Revista Lasallista de Investigación, 2(1), 43-48. <https://www.redalyc.org/pdf/695/69520108.pdf>
- Parés, F. L. (2012). Gestión de Cadáveres de Animales de Compañía.
- Peláez Restrepo, C. A., & Sáenz Ruiz, O. A. (2015). Compostaje de mortalidad como alternativa para el manejo del cadáver y el residuo del equino en el Centro de Veterinaria y Zootecnia CES. http://repository.ces.edu.co/bitstream/10946/1879/1/Compostaje_mortalidad.pdf
- Real Academia Española. (2014). Diccionario de la Lengua Española. Diccionario de la Lengua Española: <https://dle.rae.es/implementar>
- Samayoa, S., Bueso, C., & Viquez, J. (Julio de 2012). Guía "Implementación de sistemas de biogestión en ecoempresas". <https://goo.su/c6nCyr>
- Ucha, F. (Mayo de 2014). Definición ABC. Definición de Cantidad. <https://www.definicionabc.com/general/cantidad.php>

Universidad de los Andes (17 de Marzo de 2016). Agronegocios e Industria de Alimentos (ANeIA). ¿Qué es una Planta de Beneficios?. <https://goo.su/K6BmZzM>

ANEXOS

ANEXO 1

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del compostaje como la primera alternativa para realizar aprovechamiento de la gallinaza puesto que es el proceso que requiere un menor costo y brinda mayor ganancia al momento de ser comercializada.

Se recomienda realizar los procesos adecuados para transformación de la gallinaza de residuo agente de contaminación, a recurso reutilizable que pueda ser aprovechado en labores de agricultura.

Se recomienda que en el Valle de Tenza se implementen procesos de aprovechamiento de la gallinaza como prueba de un proyecto de sostenibilidad y sustentabilidad agrícola considerando las aptas condiciones de suelo, espacio y temperatura requeridas para el éxito del proyecto.