

**Modelo de gestión para el uso de residuos avícolas “Gallinaza”, en las granjas avícolas
del municipio de Ciénega Boyacá.**

Deissy Jazmín Barajas Bolívar

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera Industrial

Director

Daniel Muñoz Rojas

Máster en Dirección de Operaciones y Calidad

Universidad Santo Tomás, Seccional Tunja

División de Arquitectura e Ingenierías

Ingeniería Industrial

2024

Dedicatoria

A mis padres, por ser mi fortaleza y mis raíces, por enseñarme que con esfuerzo y humildad se puede llegar lejos, doy gracias por su apoyo incondicional, sus sacrificios y su amor, que me han acompañado en cada paso de este camino.

A mis hermanos, por ser mis cómplices y apoyo en los momentos difíciles, gracias por compartir conmigo sus ánimos, risas y sabiduría, que me han inspirado a ser mejor cada día.

A mi hija, mi razón y mi inspiración más grande, espero que este logro sea el primero de muchos ejemplos que te muestro para que sigas tus sueños con perseverancia y valentía.

Y por último, pero no menos importantes, a los docentes, quienes con paciencia y conocimiento han sido guías fundamentales en este proceso, agradezco las enseñanzas y la dedicación que pusieron en mi formación, dejando una huella que llevaré siempre.

A todos ustedes, este logro es tan mío como suyo. Gracias por estar siempre.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Modelo De Gestión Para El Uso De Residuos Avícolas “Gallinaza”, En Las Granjas Avícolas Del Municipio De Ciénega Boyacá.	13
1.1 Planteamiento del Problema.....	13
1.2 Justificación.....	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos	17
2. Marco Referencial	17
2.1 Marco histórico	17
2.2 Marco teórico- conceptual.....	19
3. Método	25
4. Resultados	30
5. Discusión.....	42
6. Conclusiones	44
Referencias.....	46
Anexos	52

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Ficha técnica del diseño experimental. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 2. Recolección de datos de un diseño experimental en forraje.	34
Tabla 3. Definición de hipótesis Altura vs. Tratamiento.	36
Tabla 4. Información de factores Altura vs. Tratamiento.	36
Tabla 5. Análisis de varianza Altura vs. Tratamiento.	37
Tabla 6. Resumen del modelo Altura vs. Tratamiento.	37
Tabla 7. Medias del modelo Altura vs. Tratamiento.	37
Tabla 8. Datos del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento.	38
Tabla 9. Información del factor Peso húmedo vs. Tratamiento.	38
Tabla 10. Análisis de varianza Peso húmedo vs. Tratamiento.	39
Tabla 11. Resumen del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento.	39
Tabla 12. Medias del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento.	39
Tabla 13. Cantidad de gallinaza (kg/mes) por granja avícola.	40
Tabla 14. Costo de producir gallinaza cruda.	41
Tabla 15. Costo de producir 1 Ton de gallinaza compostada.	41
Tabla 16. Comparativos de costos de gallinaza vs abonos inorgánicos.	42

Lista de Gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Grafico Q-Q plot de los residuos: variable altura. Fuente elaboración propia usando Júpiter Notebook.....	34
Gráfico 2. Gráfico Q-Q plot de los residuos: variable peso húmedo. Fuente elaboración propia usando Júpiter Notebook.....	35
Gráfico 3. Análisis de dispersión de los residuos y coeficiente de correlación en la validación de supuestos.	35
Gráfico 1. Intervalos de Altura vs. Tratamiento	37
Gráfico 2. Intervalos de Peso húmedo vs. Tratamiento	39

Lista de anexos

Anexo 1. Ficha técnica de encuesta Fuente: Elaboración propia	52
Anexo 2. Resultados de encuesta.	53
Anexo 3. Resultados de encuesta.	53
Anexo 4. Resultados de encuesta.	53
Anexo 5. Resultados de encuesta.	54
Anexo 6. Resultados de encuesta.	54
Anexo 7. Resultados de encuesta.	54
Anexo 8. Resultados de encuesta.	55
Anexo 9. Resultados de encuesta.	55
Anexo 10. Resultados de encuesta.	55
Anexo 11. Resultados de encuesta.	56
Anexo 12. Resultados de encuesta.	56
Anexo 13. Aplicación del diseño experimental.	56
Anexo 14. Estado de experimento a las 4 semanas	57
Anexo 15. Resultado final muestra de control	57
Anexo 16. Resultado final sólo gallinaza	57
Anexo 17. Resultado final, gallinaza + Urea	57
Anexo 18. Resultado final gallinaza + abono N/P	58
Anexo 19. Visualización de forraje final	58

Resumen

La producción avícola en Ciénega, Boyacá, juega un papel importante en la economía local. Sin embargo, este sector también genera una gran cantidad de desechos, siendo la gallinaza un subproducto que contiene nutrientes valiosos. Este material puede ser utilizado como enmienda orgánica, lo que ayuda a enriquecer el suelo y potenciar la producción agrícola. Al emplear adecuadamente la gallinaza, se pueden obtener beneficios agronómicos significativos, como la disminución de la contaminación, la mejora en la estructura del suelo y un aumento en la capacidad de retención de agua, además de proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, la falta de un modelo específico de gestión para su utilización puede ocasionar problemas, incluyendo la contaminación de fuentes de agua y la generación de malos olores. Por tanto, el objetivo del proyecto es desarrollar un modelo de gestión que regule el uso de los residuos avícolas (gallinaza) en Ciénega, Boyacá, analizando su efecto en el crecimiento del pasto a través de un diseño experimental y ofreciendo a los productores una guía hacia prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Palabras clave: Gallinaza, residuos avícolas, modelo de gestión, forraje, diseño experimental, sostenibilidad.

Abstract

Poultry production in Ciénega, Boyacá, plays an important role in the local economy. However, this sector also generates a large amount of waste, with chicken manure being a byproduct that contains valuable nutrients. This material can be used as an organic amendment, helping to enrich the soil and boost agricultural production. Proper use of chicken manure can yield significant agronomic benefits, such as reduced pollution, improved soil structure, and increased water-holding capacity, in addition to providing essential nutrients for plant growth. However, the lack of a specific management model for its use can lead to problems, including contamination of water sources and the generation of unpleasant odors. Therefore, the project's objective is to develop a management model that regulates the use of poultry waste (chicken manure) in Ciénega, Boyacá, analyzing its effect on grass growth through an experimental design and offering producers guidance toward more sustainable and environmentally friendly agricultural practices.

Keywords: Poultry manure, poultry waste, management model, forage, experimental design, sustainability.

Glosario

Gallinaza: Excremento de aves, particularmente de gallinas, que contiene residuos de comida y elementos que se emplean en el gallinero, como suele ser virutas o cascarilla. (FENAVI)

Residuos avícolas: Todos los subproductos generados en la producción avícola, incluyendo excrementos, restos de alimento y plumas.

Fertilizante orgánico: Sustancia que mejora la fertilidad del suelo, proveniente de materiales naturales como residuos animales o vegetales (García Gutiérrez & Félix Herrán, 2014).

Gestión de residuos: Conjunto de prácticas y técnicas utilizadas para gestionar y disponer de los residuos generados, hasta su reutilización o eliminación (Ferrovia, s.f.).

Contaminación ambiental: Alteración negativa del entorno natural provocada por la incorporación de agentes dañinos que pueden ser de tipo biológico, químico o de otras categorías. (BBVA, 2024)

Eficiencia agronómica: Se refiere a la habilidad de un sistema agrícola para obtener los mayores rendimientos de cultivos utilizando la menor cantidad posible de insumos y recursos. (Moreno, 2023).

Impacto ecológico: Se refiere a la transformación, ya sea favorable o desfavorable, que se produce en uno o más aspectos del medio ambiente, la salud de las personas o el bienestar de la sociedad como consecuencia de una acción o actividad ejecutada por el ser humano. (Pérez & Isabel, 2017).

Sostenibilidad: Capacidad de mantener prácticas que no comprometan los recursos del futuro, integrando aspectos económicos, sociales y ambientales (Fernández Buey, 2008).

Diseño experimental: Consiste en un método que implica llevar a cabo una serie de experimentos en los cuales se provocan alteraciones intencionales en las variables de un proceso. De esta forma, se puede observar y determinar las razones detrás de las variaciones en la respuesta de salida. (Ilzarbe Izquierdo, Tanco, Viles, & Álvarez Sanchez-Arjona, 2007).

Nutrientes esenciales: Sustancias químicas esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas incluyen nitrógeno, fósforo y potasio. (Sela, 2024).

Cama de aves: Material utilizado en el piso de las instalaciones avícolas que absorbe la humedad y proporciona comodidad a las aves (Villalobos Saume, 2021).

Compostaje: Proceso mediante el cual se descompone materia orgánica, como los desechos de origen avícola, convirtiéndose en un fertilizante natural. (BBVA, 2023).

Producción avícola: Método de reproducción y cuidado de aves con el fin de producir carne y huevos con propósitos comerciales. (TSI LifeScience, 2023).

Prácticas agrícolas sostenibles: Prácticas agrícolas que pretenden ser ecológicas y socialmente concienciadas, tales como el fomento de la salud del suelo, la administración del agua dulce y la reducción de la contaminación, entre otras. (The 30X30 Project, 2023).

Biofertilizante: Producto orgánico que, aplicado al suelo o a las plantas, promueve el crecimiento mediante la actividad de microorganismos (Intagri, 2015).

Introducción

La avicultura en el municipio de Ciénega, Boyacá, juega un papel fundamental en la economía local, sin embargo, esta práctica genera una cantidad considerable de residuos y entre ellos se encuentra el subproducto gallinaza, Este material de desecho posee una alta concentración de nutrientes y minerales vitales que pueden ser empleados como enmienda orgánica, favoreciendo así la mejora de la calidad del suelo y el incremento de la productividad en las actividades agrícolas. (ICA Seccional Caldas, 2016).

El manejo de los residuos avícolas, en particular de la gallinaza, es un tema relevante en la agricultura sostenible, ya que se compone de excretas y restos de alimento de aves, y se encuentra en gran cantidad en las explotaciones avícolas. Su uso adecuado no solo ayuda a minimizar la contaminación del medio ambiente, sino que también proporciona importantes ventajas agronómicas al ser utilizado como un fertilizante orgánico. Según INTAGRI S.C. (2015), La adición de gallinaza a los suelos agrícolas optimiza la calidad del suelo, favorece la conservación de la humedad y aporta nutrientes fundamentales para el desarrollo de las plantas.

Aunque presenta beneficios potenciales, la ausencia de un modelo de manejo apropiado para el uso de la gallinaza en las explotaciones avícolas puede provocar efectos adversos, como la contaminación de fuentes de agua y la liberación de olores desagradables. (Martínez & Ramírez, 2021). Así que, es esencial crear un esquema de administración que facilite una mejor utilización de este recurso, fomentando técnicas agrícolas sostenibles y, al mismo tiempo, reduciendo los impactos negativos relacionados con su uso inapropiado.

El objetivo es desarrollar un modelo de administración para el aprovechamiento de desechos avícolas en las fincas del municipio de Ciénega, Boyacá. Este modelo se fundamentará en un diseño experimental que analice diferentes tratamientos de gallinaza y su efecto en el

crecimiento del pasto. Con este enfoque, se busca proporcionar una guía práctica para los productores avícolas que deseen implementar estrategias sostenibles en el uso de la gallinaza, promoviendo una agricultura más responsable y ecológica.

1. Modelo De Gestión Para El Uso De Residuos Avícolas “Gallinaza”, En Las Granjas Avícolas Del Municipio De Ciénega Boyacá.

1.1 Planteamiento del Problema

El municipio de Ciénega, se encuentra al norte en el departamento de Boyacá, formando parte de la provincia de Márquez. Al norte, limita con los municipios de Viracachá y Soracá, al este con Rondón, al sur con Ramiriquí y Rondón, y al oeste con Ramiriquí. Su territorio abarca una superficie de 73 km² (Gobernación de Boyacá, 2021), su población es de aproximadamente 5000 habitantes y su economía se basa en agricultura y ganadería. Además, la avicultura es un sector clave a nivel mundial, desempeñando un papel destacado en los mercados globales. En Colombia, este sector no solo es sólido en términos industriales, también ha experimentado un notable crecimiento económico, según FENAVI (2024) en Colombia, para el año 2023 aumento un 44.4% la participación avícola en el sector pecuario, evidenciando también mejoras en sus estándares sanitarios, consolidándose como uno de los fundamentos de la industria nacional. (Maldonado, 2018)

Según Valdivia (2018), La cría de aves es una fuente significativa de ingresos para los agricultores de menor escala en las naciones en desarrollo. También es crucial para cubrir las necesidades diarias de proteínas de la población mediante el consumo de carne y huevos. En el municipio de Ciénega, la avicultura es una de las actividades económicas destacadas, con más de 15 granjas avícolas que apoyan el sustento de numerosas familias. La avicultura como concepto surge en España en la mitad del siglo XIX, impulsada por la fundación de la Sociedad Nacional Española de Avicultura. Esta iniciativa fue promovida por un grupo de avicultores y entusiastas que se dedicaban a la crianza de aves en diversas circunstancias. (Roca, 1981). Con el paso de los

años, la práctica de avicultura fue aumentando a grandes proporciones enfocada tanto al engorde como a la producción huevera, su crecimiento ha sido de tal magnitud que hoy en día se puede ver como la industria avícola.

Sin embargo, la producción de huevos y aves de engorde genera una gran cantidad de residuos orgánicos conocidos como gallinaza, provenientes de excrementos, plumas y otros subproductos que, siendo manipulados de forma adecuada, sirven como abono orgánico en fincas productivas. En contraste, una mala administración de estos residuos puede ocasionar la polución del suelo, el agua y el aire, creando de esta manera un reto tanto ambiental como sanitario. Esto es especialmente relevante ante el crecimiento continuo de la industria avícola. Por esta razón, al referirse a la economía circular, se enfatiza la importancia de regenerar y restaurar los ecosistemas mediante enfoques estratégicos que transformen los modelos de producción y consumo. (Mezones-Santana, Köhler, & Acevedo-Urquiaga, 2022).

Existen dos enfoques para poder brindar un manejo adecuado a las emisiones contaminantes emitidos por los animales, uno de ellos es la pre-excreción esto es posible mediante la manipulación de la dieta y aditivos, y por otro lado la preliberación es decir controlar el flujo de gases antes de dispersarse al medio ambiente, por lo tanto, hacer un tratamiento correcto de la gallinaza, término que se usa para los desechos de las aves es fundamental. (Maldonado, 2018).

Es fundamental revisar y optimizar las estrategias actuales de manejo de residuos en las granjas de aves, con el fin de descubrir opciones sostenibles y ecoeficientes que reduzcan los desechos capaces de emitir contaminantes, como el amoníaco, que perjudican la calidad del aire y del agua, así como la salud de las personas. Las regulaciones ambientales exigen a las granjas avícolas implementar medidas que permitan minimizar su impacto ambiental, sin embargo, la falta de adopción de prácticas sostenibles no solo incumple con los estándares normativos, sino que

también puede dar lugar a sanciones. Este trabajo busca desarrollar un modelo de gestión para el uso de residuos en las granjas avícolas del municipio de Ciénega, Boyacá, la cual pretende evaluar el impacto económico del uso de la gallinaza como abono orgánico comparado con abonos inorgánicos tradicionales usados en el municipio; esto permite identificar una alternativa sostenible, ecoeficiente para el uso de la gallinaza que día a día presenta un incremento en su producción en el sistema productivo y hasta la fecha no se le brinda el tratamiento adecuado, de igual manera es una oportunidad de elaborar un producto orgánico, de alta calidad, económico de uso vital para las fincas productoras, y de esta manera dar respuesta a la pregunta, ¿Se puede afirmar que fertilizar un sistema de forraje utilizando abono orgánico proveniente de residuos de aves, conocido aquí como gallinaza, conlleva una disminución en los costos comparado con los fertilizantes inorgánicos?

1.2 Justificación

Para crear un modelo de gestión de residuos en las granjas de aves ubicadas en el municipio de Ciénega, Boyacá, es fundamental considerar varios elementos esenciales que se detallan a continuación. Inicialmente, se resalta la relevancia económica y social que tiene la avicultura en el área, ya que representa una fuente de sustento para numerosas familias. Esto implica que la mejora en la gestión de desechos avícolas podría ejercer un influjo positivo en la economía local y en la calidad de vida de los residentes.

Asimismo, es crucial abordar los problemas ambientales y de salud pública que surgen de un manejo ineficiente de los residuos generado por las aves. La acumulación de tales desechos puede ocasionar la contaminación de los recursos hídricos, del suelo y de la atmósfera, amenazando no solo la salud de las personas, sino también el equilibrio del ecosistema. Frente a

esta problemática, se considera la economía circular como una estrategia esencial para la regeneración y la recuperación de los ecosistemas afectados por la avicultura.

En tercer lugar, es importante tener en cuenta la existencia de normativas ambientales que obligan a las granjas avícolas a implementar estrategias que reduzcan su huella ecológica. La falta de adopción de prácticas sostenibles puede conllevar a la violación de las regulaciones y la imposición de multas.

Por último, se presenta la oportunidad de analizar el impacto económico de utilizar gallinaza como fertilizante orgánico en la producción de forraje, en contraste con los fertilizantes inorgánicos convencionales empleados en la región. Este estudio económico facilitará la identificación de una alternativa sostenible y eficiente desde el punto de vista ecológico para la gestión de desechos avícolas, contribuyendo a la mitigación del impacto ambiental y ofreciendo, a su vez, beneficios económicos para los agricultores locales.

- Con lo anterior, la justificación para el diseño de un modelo de gestión de residuos en las granjas avícolas de Ciénega, Boyacá, se basa en la necesidad de abordar los desafíos económicos, ambientales y sociales asociados con la actividad avícola en la región, así como en la oportunidad de identificar soluciones sostenibles y económicamente viables para mejorar la gestión de estos residuos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar un modelo de gestión para el uso de residuos avícolas “Gallinaza”, en las granjas avícolas del municipio de Ciénega Boyacá.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la situación actual del manejo de gallinaza en las granjas avícolas del municipio de Ciénega, Boyacá.
- Realizar un diseño experimental basado en diferentes tratamientos de gallinaza con algunos nutrientes ideales para el suelo.
- Realizar la comparación de la gallinaza con distintos nutrientes agrícolas para evaluar la efectividad en el crecimiento y desarrollo de un sistema productivo de forrajes.
- Evaluar la viabilidad económica y ambiental de fertilizar un sistema productivo de forrajes con abono orgánico diseñado a partir de los desechos avícolas (gallinaza), comparado con fertilizar con abono orgánico comercial.

2. Marco Referencial

2.1 Marco histórico

La avicultura se dedica a la crianza, cuidado, explotación y producción de aves. La domesticación de estas aves se remonta a miles de años. Pruebas arqueológicas sugieren que las gallinas se originaron en China hace más de 8000 años y posiblemente se expandieron en Europa a través de Rusia, con una posible domesticación inicial en la India. El descubrimiento de la incubación artificial se atribuye a Egipto.

Las aves domésticas llegaron a África hace siglos y actualmente son fundamentales para la economía de muchas familias a nivel global. En las granjas familiares, el número de aves criadas varía: en África, entre 3 y 100 aves; en América Latina, entre 10 y 30; y en Asia, entre 50 y 2000. Las aves de corral se crían con diferentes propósitos, como generar ingresos, mejorar el bienestar

animal o proporcionar proteína animal a bajo costo. No obstante, la avicultura familiar presenta desafíos para ser evaluada monetariamente. (FAO, 2020).

En los últimos 25 años, los cambios en las instalaciones avícolas hacia 1959 eran demasiado precarias, no se consideraban aspectos como los espacios ideales para su producción, el manejo del ambiente y sus residuos, la mano de obra era escasa y la falta de tecnología hacía complicar esta práctica, contrario a la actual, con una amplia tecnología y diversas herramientas que permiten una producción más eficiente (CONAVE, 2023).

La economía circular propone un enfoque que implica la regeneración y restauración de los ecosistemas, a través de una transformación en las prácticas de producción. De esta forma, se pretende evitar la generación excesiva de residuos y se promueve activamente un desarrollo sostenible que impulse alternativas creativas en la producción y el consumo. Para Mezones (2022), Este enfoque se diferencia de la economía lineal ya que posibilita el impulso del crecimiento económico y la creación de empleo sin poner en riesgo el entorno natural. En otras palabras, se trata de una forma de producción que no perjudica los ecosistemas. Asimismo, varios sectores económicos están adoptando este modelo, el cual se basa en una sólida estrategia de desarrollo sostenible que favorece una mejor protección del medio ambiente y aporta beneficios sociales.

El modelo de economía circular integra tanto el consumo como la producción, promoviendo actividades como la reparación, el alquiler, la reutilización, la renovación y el reciclaje de materiales, con el objetivo de prolongar su vida útil. En este panorama, la industria avícola ha sabido ajustarse a los cambios recientes, lo que ha favorecido su desarrollo y expansión, alineándose con los fundamentos de la economía circular. Desde los años 60 hasta la actualidad, la producción de aves ha conseguido reducir su uso de recursos en un 75%, su requerimiento de tierra cultivable en un 72%, el consumo de agua en un 58% y el uso de combustible en un 39%.

(CONAVE, 2023), esto ha ocasionado, que el sector avícola pueda cumplir la reglamentación y los permisos correspondientes para su operación.

Según Mezones (2022), En ciertas naciones de América Latina, tales como Colombia, el plan de ordenamiento territorial enfrenta un reto significativo: disminuir los olores generados por diversas actividades en la cría de aves. No obstante, se ha evidenciado que la adopción de un modelo de economía circular ha facilitado una notable disminución en estos olores.

2.2 Marco teórico- conceptual

Estados Unidos produce más aves de corral que cualquier otro país del mundo y más huevos que cualquier otro excepto China (Poultry World News, 2020; Statista.com, 2022). En 2019, la industria avícola de EE. UU. Produjo alrededor de 46 000 millones de libras de carne de ave (Poultry World News, 2020; Statista.com, 2022). Actualmente, El consumo de carne de pollo en los Estados Unidos es de más de 113.7lb por persona al año (Poultry World News, 2020).

En Colombia, la industria avícola contribuye con el 11% al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola y representa el 28% del PIB en el sector pecuario, que abarca también otras carnes, como la de res y cerdo, así como productos como la leche y los huevos. El valor de la producción avícola asciende a 14,8 billones de pesos (equivalente a 4.934 millones de dólares) y se considera que genera alrededor de 400.000 puestos de trabajo. La mayor parte de esta actividad, aproximadamente el 60%, se concentra en los departamentos de Cundinamarca, Santander y Valle. En el ámbito nacional, el consumo per cápita de carne de ave alcanzó los 30 kg, lo que implica la necesidad de 97 millones de pollos de engorde, medidos según la capacidad de asado, lo que se

traduce en una producción de 1,42 millones de toneladas de carne de pollo para el año 2015. (Zorrilla-Ortega Y. A., 2018).

Los antecedentes más antiguos sobre la alimentación humana se remontan al Paleolítico, periodo en el que la invención de herramientas pequeñas facilitó el acceso a recursos vegetales, tales como raíces y tubérculos, para su consumo. Un acontecimiento fundamental que impactó la evolución de diversas dietas humanas actuales fue la cría de animales y el desarrollo de la agricultura. Asimismo, la adopción de tecnologías modificó los elementos nutricionales vinculados a los alimentos de origen natural.

La cría de aves es una fuente significativa de ingresos para los agricultores de pequeña escala en naciones en desarrollo, además de ser esencial para cubrir las necesidades diarias de proteínas mediante el consumo de carne y huevos. (Hortúa-López, Cerón Muñoz, Zaragoza Martínez, & Angulo Arizala, 2020).

La crisis global del COVID-19, en contraste con brotes anteriores como el SARS-CoV y el Ébola, tuvo un impacto significativo en la cadena de suministro alimentaria, principalmente debido a las interrupciones en las etapas avanzadas, tales como el transporte y la logística. Esta situación repercutió en todos los aspectos de la seguridad alimentaria, abarcando la disponibilidad, el acceso, la utilización, la estabilidad y la sostenibilidad, dependiendo de la industria, la ubicación y la situación económica de la región afectada. (Attia, 2022)

El número de aves de corral ha aumentado notablemente en los años recientes, y las acciones para garantizar la calidad de la carne han progresado de manera considerable. El crecimiento exponencial de la población humana eventualmente resultó en aumento de la demanda de carne (Fenavi, 2018).

El notable aumento en la población avícola a nivel global se debe a la creciente cantidad de personas en el planeta, la cual se espera que supere los 10.000 millones para el año 2055, junto con el incremento de los ingresos por persona en diversas regiones del mundo. (Gunnarsson, 2020). Con este enfoque, se busca prevenir la acumulación de desechos y se apoya de manera activa la promoción de un desarrollo sostenible que fomente nuevas modalidades de producción y consumo a través de alternativas creativas. (Bolsa mercantil de Colombia, 2023).

A medida que crece la población, también lo hace el desafío de satisfacer la demanda de alimentos, por lo que muchos agricultores optan por los costos relativamente bajos y los altos rendimientos de carne de los métodos agrícolas convencionales, a pesar de los beneficios a largo plazo de la agricultura sostenible.

Así, la industria avícola contribuye al cumplimiento de varios de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que la ONU definió en 2016, tales como "Erradicación del hambre", "Salud y bienestar" y "Trabajo decente y crecimiento económico". No obstante, la cría de aves también tiene el potencial de amenazar otros ODS, como "Acción por el clima" y "Vida en los ecosistemas terrestres". (Gunnarsson, 2020).

En la actualidad, la cría de pollos para carne y la producción de huevos desempeñan un rol significativo en el progreso económico de Colombia, que en los últimos años continúa mostrando un crecimiento constante. (Maldonado, 2018).

La agricultura sostenible se define por el manejo y la utilización del entorno agrícola de tal forma que se mantenga la diversidad biológica, la capacidad de regeneración, así como la salud y la eficiencia del ecosistema. Esto conlleva la garantía de que se lleven a cabo funciones ecológicas, económicas y sociales importantes, no solo en el presente, sino también a largo plazo, a niveles

locales, nacionales y globales, sin perjudicar el medio ambiente. (Villalba Quintana & Fuentes-Pila Estrada, 1993).

La producción animal sostenible se caracteriza por la habilidad de satisfacer las demandas alimenticias presentes de la población, sin poner en riesgo la capacidad de las futuras generaciones para cubrir sus propias necesidades alimentarias. En este contexto, la producción avícola se destaca por ser más amigable con el entorno en comparación con otros tipos de producción animal. Sin embargo, es fundamental no ignorar sus repercusiones ambientales, tales como la emisión de gases de efecto invernadero, la eutrofización y la acidificación. (Kirkpınar, 2022).

Aunque los factores ecológicos son fundamentales para analizar la sostenibilidad en la producción de alimentos para ganado, el componente económico es igualmente importante. Esto se debe a que la agricultura, en gran medida, es gestionada por compañías privadas que necesitan asegurarse de que sus ingresos sean mayores que sus gastos, especialmente a lo largo del tiempo.

Un modelo de gestión implica un conjunto de procedimientos y actividades que se implementan para resolver un problema, finalizar un proyecto o dirigir una empresa u organización. (Pérez Porto & Gardey, 2021). Actúan como referencia para la utilización adecuada y provechosa de los recursos dentro de una organización, garantizando así que se cumplan los objetivos de acuerdo con las expectativas de los interesados.

Según Carrión, et al. (2016), existen varios modelos de gestión aplicados a distintos procesos según sus lineamientos y objetivos establecidos, mencionando los siguientes:

- Modelo burocrático: Este modelo se centra más en cambios formales que sustanciales, ya que la estructura organizacional actúa de manera lógica y lineal para mantener la estabilidad tanto interna como externa (Montufar Quimis, 2021).

- Modelo evolucionista: Como su nombre sugiere, aplica una lógica evolucionista en la que solo sobrevivirán aquellas entidades con las cualidades más destacadas. (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo cognitivo: Se basa en la concepción de que la entidad es capaz de aprender a autorregularse. Sin embargo, una de sus desventajas es su incapacidad para resolver contradicciones internas, lo cual limita el crecimiento organizacional, además de que este modelo tiende a ignorar el entorno (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo educativo: El enfoque está dirigido a crear una cultura organizacional donde se establezcan modelos de interpretación de la realidad interna y que típicamente no considera la intervención de fuentes externas (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo político: Se fundamenta en procedimientos, normativas y diversas herramientas de supervisión de la entidad, que percibe una dinámica que moviliza variados intereses, disputas y colaboraciones internas. (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo psicoanalítico: Su atención está dirigida al comportamiento y la supervisión, poniendo un fuerte énfasis en la aplicación del psicoanálisis tanto a nivel individual como grupal. Esto promueve la identificación y ruptura de patrones de pensamiento y comportamiento, tanto conscientes como inconscientes, que puedan obstaculizar el progreso de la organización (Tejada Zabaleta, 2003).
- Modelo dialéctico: En este modelo, las organizaciones se conciben como sistemas que se auto-generan mediante flujos contrarios de retroalimentación, ya sea positiva o negativa. Estos flujos surgen de la lógica dialéctica, que plantea que cada hecho da origen a su opuesto. (Álvarez, 2017).

- Modelo hegemónico: El modelo parte de la noción de poder y analiza situaciones en las que ciertos actores logran imponer su voluntad sobre otros, produciendo así una dinámica entre explotadores y explotados. (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo relacional: Considera a la organización como una estructura multidimensional que articula redes de relaciones institucionalizadas y no institucionalizadas, las cuales están interconectadas por procesos dinámicos. Reconoce la posibilidad de que estas relaciones generen conflictos y promueve la negociación como un método para su resolución (Montufar Quimis, 2021).
- Modelo estratégico: La organización es entendida como una entidad sostenida por la sociedad en términos económicos, destinada a impulsar su desarrollo, constituida por vínculos tanto internos como externos, y atenta a las variaciones de su medio ambiente. (Huertas López, Suárez García, Salgado Cruz, Jadán Rodríguez, & Jiménez Valero, 2020).
- Modelo icónico: Se presenta como una reproducción a escala de la realidad estudiada, en la que se contemplan sus proporciones y aspectos singulares. (Carrión, Zula, & Castillo, 2016).
- Modelo analógico: Expresa la organización de relaciones y propiedades esenciales de la situación, sin reproducir todas sus características (Carrión, Zula, & Castillo, 2016).
- Modelo teórico: Da cuenta de los aspectos centrales y de las conexiones principales de la realidad en análisis, ofreciendo definiciones que orientan la formulación de hipótesis teóricas (Carrión, Zula, & Castillo, 2016)

Según Chudgen (2023), citando a Ayeleru et al. (2023), en el ámbito de la Gestión de Residuos Sólidos (GRS) se proponen diversos modelos orientados a reducir los niveles de

contaminación ambiental y que funcionan como herramientas de apoyo para la planificación y administración de estos residuos.

La forma de gestionar los residuos orgánicos que en este caso corresponde a la gallinaza es a través del compostaje. BBVA (2023), Se entiende como un mecanismo regulado que, gracias a la acción del oxígeno y la humedad, produce calor y descompone la materia orgánica hasta transformarla en una sustancia estable y de utilidad agrícola como fertilizante o sustrato. El uso del compostaje es aplicado a la agricultura y a la jardinería otorgando beneficios nutricionales al suelo y a las plantas.

Para producir el compostaje, se pueden utilizar estiércoles y purines, que corresponde a las excreciones de los animales y estos poseen altos contenidos de Nitrógeno (N), también por fracción de residuos domiciliarios, restos forestales y agrícolas y por último, los residuos de la industria agroalimentaria; teniendo en cuenta que para hacer un buen compostaje es necesario “para su adecuado desarrollo es necesario mantener una proporción equilibrada entre materiales carbonados y nitrogenados. Tal como señala Neus Vinyals, ingeniera agrícola y coordinadora de la asociación L’Era, institución comprometida con la agricultura ecológica, la relación ideal se sitúa en torno a 25 partes de carbono por una de nitrógeno”. (BBVA, 2023).

3. Método

Ante la necesidad de encontrar soluciones sostenibles y a su vez innovadoras en cuanto al uso de los residuos orgánicos “gallinaza” se propone, para el caso de las granjas avícolas de Ciénega, Boyacá, un modelo de gestión que se apoya metodológicamente en un diseño experimental, centrado en la evaluación de diferentes métodos de tratamiento y valorización de la gallinaza. Analizando la composición y características de estos residuos, seguido de un experimento factorial, para identificar las prácticas más efectivas para su aprovechamiento.

Para poder transformar dichos residuos habrá que evaluar la percepción de los encargados de las diferentes granjas ubicadas en el municipio, para ello se diseñará un instrumento de medición acorde, así se conocerán las opiniones y usos implementados de la gallinaza en el municipio y se pueden considerar factores adicionales al implementar el diseño experimental. Para poder realizar esta evaluación se tendrán en cuenta las 15 granjas avícolas registradas en el municipio o una muestra representativa de las mismas.

Se debe calcular la muestra correspondiente para aplicar el instrumento de medición (Encuesta) previamente validado por el tutor, la formula correspondiente para calcular la muestra cuando es finita, es decir, al saber la cantidad total de las unidades de observación que la componen es (Aguilar Barojas, 2005):

$$n = \frac{N * S^2 * Z^2}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * S^2}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

N = Población

Z = El nivel de confianza obtenido de la distribución normal, para el 95% es 1.96

d = Corresponde al limite de error muestral admisible, para este muestreo será del 0.5

S = Desviación estándar de la población, al no tener esta información se sugiere usar la constante de 0.5

Aplicando la formula a este diseño experimental tomando como población 15 granjas avícolas registradas en el municipio.

$$n = \frac{15 * 0.5^2 * 1.96^2}{0.5^2 * (15 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2}$$

$$n = 3.23 \approx 4 \text{ granjas}$$

Dado este tamaño de muestra lo recomendable es aplicar la mayor cantidad de veces el instrumento de medición, o en la totalidad de las granjas avícolas, De esta manera, avanzar con la elaboración del modelo de administración.

Se deberá identificar la variable independiente del experimento que corresponde al método de tratamiento de residuos a implementar, que en este caso sería el compostaje y a su vez las variables dependientes para analizar:

- Crecimiento y calidad del pasto (altura).
- Peso húmedo
- Viabilidad económica.

Como variable de control se tendrán en cuenta los siguientes aspectos: Tipos de residuos avícolas, las condiciones climáticas en el momento.

Para este diseño experimental hay que seleccionar un espacio de suelo (potrero) donde se harán las pruebas, este espacio está en la granja avícola El Maiden en el municipio de Ciénega, Boyacá, para ello se separarán 4 secciones de potrero con las mismas características en cuanto a humedad y pH, en cada espacio se aplicará una muestra. El experimento tendrá una duración de 60 (sesenta) días, tiempo necesario para comprobar la efectividad de cada una de las muestras en el crecimiento del pasto, para ello se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- La selección de la muestra: Se seleccionará una muestra representativa de la gallinaza generada en la granja avícola El Maiden del municipio de Ciénega Boyacá, dicha selección de gallinaza debe estar en compostaje realizado previamente.

- Caracterización de la gallinaza: Para que la muestra sea apta para el experimento, se debe realizar un compostaje para eliminar los microorganismos vivos de la gallinaza, para evitar afectaciones al mezclarla con otro tipo de nutrientes.
- Diseño experimental: Este diseño consta de tres fases, la primera se centrará en tomar 3 (tres) muestras iguales de gallinaza compostada, y se deben tomar bajo las mismas condiciones medioambientales para evitar sesgos o alteraciones de alguna. A 2 (dos) de las muestras se agregarán distintos nutrientes inorgánicos como urea ($\text{CH}_4 \text{ N}_2 \text{ O}$), fósforo (P) o magnesio (N), entre otros, dejando una muestra sin adiciones, y el cuarto espacio será la muestra de control que no recibirá ningún tipo de tratamiento ni fertilización durante el experimento.

La segunda fase se encarga del monitoreo y seguimiento, que consiste en aplicar muestras en las diferentes secciones de potrero, una vez abonada cada espacio es necesario evaluar el desarrollo del césped semanalmente, anotando los datos en un registro para su posterior análisis.

La última fase será necesaria para analizar los datos sobre crecimiento del pasto y costos implementados para evidenciar cuál de las mezclas agregadas es la más eficiente y que factor económico representa en comparación con los abonos inorgánicos.

Para la evaluación de la información, será necesario emplear el análisis de varianza (ANOVA) para determinar las diferencias relevantes en el tratamiento. Posteriormente, se llevará a cabo una comparación de costos y beneficios, lo que permitirá establecer la viabilidad económica de cada uno de los tratamientos.

Para desarrollar el modelo para la gestión de desechos orgánicos, es fundamental combinar los resultados considerando la opción más eficiente y ecológica. Esto implica especificar

los métodos de recolección y procesamiento de los desechos de aves, como la gallinaza, y se requiere seguir algunos pasos adicionales:

- Realizar un sistema de monitoreo con la posibilidad de retroalimentación continua para optimizar el modelo de gestión con el fin de incentivar la mejora continua en el proceso.

Capacitar a los trabajadores de las diferentes fincas en los diferentes métodos de tratamiento aplicados y el manejo de los residuos avícolas, de esta forma se involucrarán las granjas avícolas del municipio permitiendo promover las prácticas sostenibles en la región, a su vez, compartir los beneficios de la implementación del modelo de gestión.

Implementar un tipo de evaluación periódica con el fin de alinear el modelo de gestión con los objetivos planteados, mejorando las fallas que se puedan presentar.

Factores controlables que se mantuvieron constantes	Variedad del forraje: todos los tratamientos obedecen a la misma variedad genérica de forraje.
Factores no controlables y/o de ruido que no se pueden controlar fácilmente.	Brillo solar, Temperatura, Precipitación; calidad del terreno y acceso a nutrientes.
Estrategia de aleatorización	Aleatorización simple: Asignar tratamientos o condiciones de forma aleatoria para dispersar el impacto del ruido entre los grupos.
Numero de replicas	Únicamente se realizó una réplica por situaciones de logística y de permisos en el lote de experimentación, por lo tanto, no es posible determinar con certeza si las diferencias observadas son significativas o producto del azar.
Tipo de forraje	Kikuyo tradicional <i>Cenchrus clandestinus</i> Es una gramínea forrajera perenne muy utilizada en pastizales debido a su resistencia y capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas (Arango-Gaviria, Echeverri-Zuluaga, & Lopez, 2019).

Tabla 1. Ficha técnica del diseño experimental. Fuente: Elaboración propia.

Modelo estadístico general: Diseño completamente aleatorizado con un solo factor. Fuente: (Montgomery, 2020)

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

Donde:

- Y_{ij} observación de la j-ésima unidad experimental bajo el i-ésimo tratamiento
- μ media general de las observaciones
- τ_i efecto del i-ésimo tratamiento
- ϵ_{ij} Error experimental.

4. Resultados

Objetivo general: Diseñar un modelo de gestión para el uso de residuos avícolas “Gallinaza”, en las granjas avícolas del municipio de Ciénega Boyacá.

Resultado:

Un sistema de administración es un recurso estratégico que guía las actividades y elecciones dentro de una institución y sirve como un marco que define la manera en que una entidad organizará sus actividades, asignará sus recursos y alcanzará sus metas (Red de educación continua de Latinoamérica y Europa, 2023).

Los enfoques de dirección son aplicables a cualquier clase de entidad, facilitando la localización de elementos fundamentales que promuevan la evolución constante de sus procedimientos. De esta manera, el ámbito agrícola también necesita intervenciones que puedan optimizar determinados procesos en favor de la sostenibilidad y la economía, por eso, proponer un sistema que permita utilizar los desechos de la industria avícola, crea la oportunidad de evolucionar

de lo convencional hacia la implementación de innovaciones tecnológicas que respalden el desarrollo del sector rural en Colombia.

Para esta investigación se formuló un modelo de gestión de residuos sólidos cuyo propósito es valorizar la gallinaza mediante prácticas sostenibles que resulten rentables para el campesino, este modelo permite identificar distintas formas de aplicación de este residuo, y la comparación en cuanto a costos de uso en un sistema de forrajes.

La implementación de este modelo parte desde la recolección de la gallinaza, bien sea cruda o compostada. Dicha recolección se debe hacer por lo menos una vez al mes para que el tiempo de secado sea el estimado de dos meses. Durante esos dos meses, se realiza el tratamiento de estos residuos, es decir, agregar la cal para eliminar los microorganismos y dar la vuelta para garantizar que se seque por completo al finalizar el tiempo. Finalizado este tiempo la gallinaza estará lista para su uso, bien sea para abonar directamente el potrero, o agregar una parte de abonos inorgánicos para potenciar los resultados.

Objetivo 1: Determinar la situación actual del manejo de gallinaza en las granjas avícolas del municipio de Ciénega, Boyacá.

Resultados:

En el municipio de Ciénega Boyacá, se encuentran ubicadas 15 granjas avícolas de las cuales 4 se dedican a la comercialización de pollo de engorde y 11 a la comercialización de huevos. De estas 11 granjas, 6 cuentan con un sistema productivo con más de 150 aves y las restantes funcionan como avicultura familiar o también conocidas como aves de traspatio. Sin embargo, para desarrollar este proyecto no todas las granjas autorizaron el suministro de información, 8 de las granjas respondieron el instrumento de medición y 6 de las granjas, manifestaron información referente a la cantidad de gallinaza que se genera en el galpón.

Se realizó un instrumento de medición (Encuesta) en las 15 granjas avícolas para conocer las opiniones y usos implementados de la gallinaza en el municipio de Ciénega, Boyacá, además de factores adicionales al implementar el diseño experimental, se recopilaron 8 respuestas provenientes de las 15 granjas avícolas localizadas en el municipio de Ciénega, se presentan los resultados de esta encuesta, la cual contaba con 20 preguntas, algunas cerradas y algunas para conocer la percepción sobre el manejo de los residuos.

El análisis de la encuesta permitió establecer que la principal línea productiva de las granjas corresponde a la producción de huevos, es decir, manejan gallinas ponedoras con una capacidad inferior a 500 gallinas, además es una información fundamental para poder determinar la cantidad de gallinaza que se produce en promedio en las granjas. Otra información relevante es que todas las granjas reutilizan la gallinaza como abono orgánico en distintos tipos de cultivos, entre ellos huertos frutales y para interés de este proyecto, la aplicación en forrajes, sin embargo, a pesar de su reutilización, no tienen información adicional sobre tratamientos que puedan favorecer y potenciar los distintos usos de este residuo, situación que permite considerar la implementación de un modelo de gestión capaz de responder a los requerimientos de los productores.

Una vez identificada la necesidad de los productores avícolas del municipio de Ciénega, Boyacá, se realizó el diseño experimental cuyos resultados se pueden evidenciar en los anexos.

Objetivo 2. Realizar un diseño experimental basado en diferentes tratamientos de gallinaza con algunos nutrientes ideales para el suelo.

Objetivo 3. Realizar la comparación de la gallinaza con distintos nutrientes agrícolas para evaluar la efectividad en el crecimiento y desarrollo de un sistema productivo de forrajes.

Resultados:

Durante la ejecución del experimento, se recolectaron los datos en la Tabla 1. Estos datos se tomaron cada semana, hasta completar 60 días. Las variables dependientes a evaluar fueron el crecimiento del pasto, midiendo desde el suelo hasta el largo del pasto, tomando un manojo al azar y el peso húmedo, seleccionando una sección de pasto, también al azar y se pesa en una gramera. El tratamiento aplicado en este diseño consiste en una muestra de control que no tiene aplicación, es decir, no se aplicó gallinaza ni se fertilizó con abono inorgánico, una segunda sección del potrero se aplicó una cantidad de gallinaza correspondiente a 20 kg sin fertilizantes inorgánicos. La tercera aplicación fue con la misma cantidad de gallinaza, pero a esta sección se le agregó un 5% equivalente a 1 kg de Urea usado frecuentemente como fertilizante en jardinería y, por último, se usó los mismos 20 kg de Gallinaza, pero se adicionó un 5% de abono inorgánico especializado en pasturas, que tienen como componentes Nitrógeno (N) y fosforo (P).

A continuación, se presenta la información obtenida durante el tiempo experimental:

Tratamiento	Día	Altura (cm)	Peso Húmedo (g)
Control (sin gallinaza)	7	5.2	12.5
	14	10.1	25.7
	21	15.3	33.1
	28	20.2	40.8
	35	23.5	45.9
	42	27.1	52.3
	49	29.9	58.1
	56	31.2	63.4
	60	33	68.5
	Gallinaza 100%	7	7
14		13.6	33.8
21		20.2	50.2
28		26.8	66.6
35		33.4	83
42		40	99.4
49		46.6	115.8
56		52.3	132.2
Gallinaza + 5% Urea	7	8.2	20.4
	14	16.9	40.8

	21	25.8	61.2
	28	34.7	81.6
	35	43.6	102
	42	52.4	122.4
	49	61.3	142.8
	56	70.2	163.2
	60	79	183.6
Gallinaza + 5% Abono N/P	7	9.1	22.5
	14	18.8	45.6
	21	28.5	68.7
	28	38.2	91.8
	35	48	114.9
	42	57.7	138
	49	67.4	161.1
	56	87.1	184.2
	60	110	207.3

Tabla 2. Recolección de datos de un diseño experimental en forraje.

Validación de supuestos: normalidad de errores

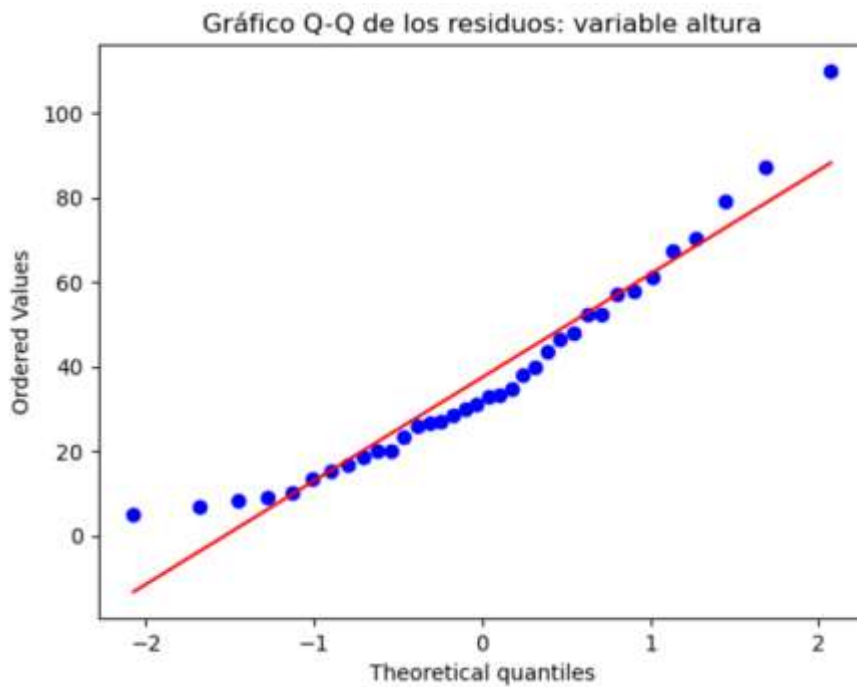


Gráfico 1. Grafico Q-Q plot de los residuos: variable altura. Fuente elaboración propia usando Júpiter Notebook

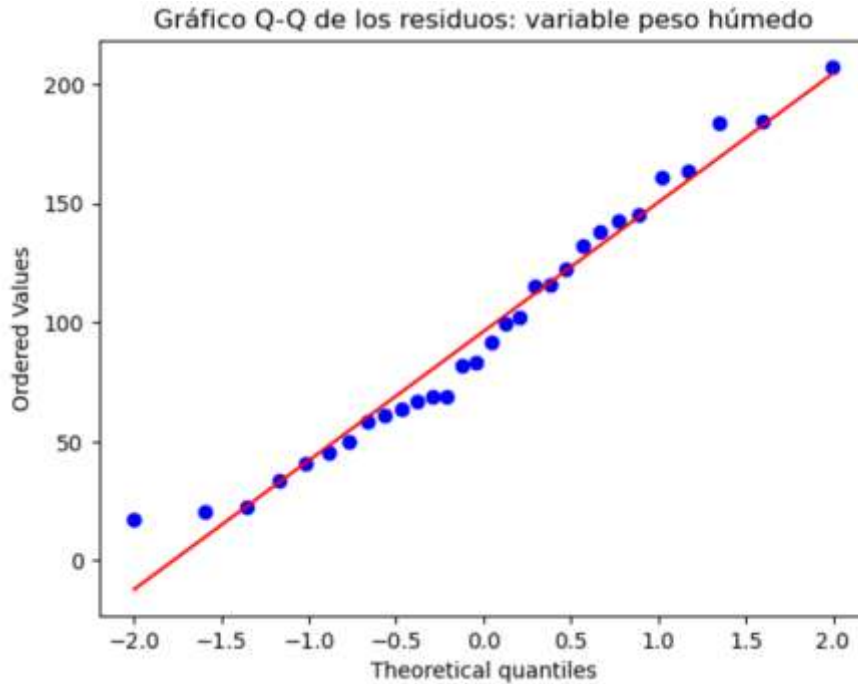


Gráfico 2. Gráfico Q-Q plot de los residuos: variable peso húmedo. Fuente elaboración propia usando Júpiter Notebook

Validación de supuestos: Independencia de errores y homogeneidad de varianzas

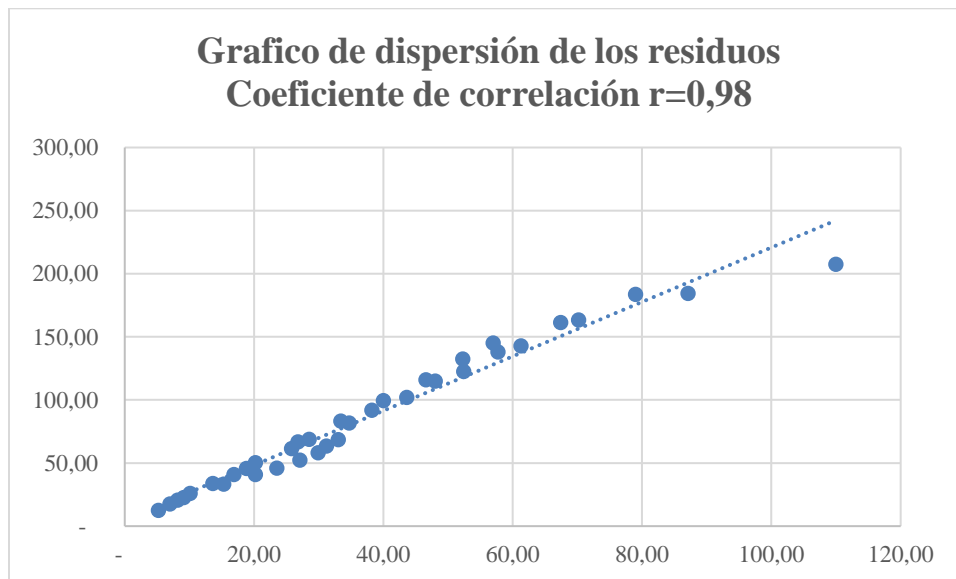


Gráfico 3. Análisis de dispersión de los residuos y coeficiente de correlación en la validación de supuestos.

Después de reunir los datos, se realiza un análisis ANOVA con el fin de establecer si existen diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Para este diseño experimental se realizará un análisis de dos variables ya que involucra tanto el crecimiento del pasto, como el peso húmedo obtenido.

Para el análisis ANOVA que relaciona la altura en cm vs. el tratamiento aplicado se planteó las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula (H0): No se observan variaciones importantes en las alturas medias del césped entre los diferentes tratamientos.
- Hipótesis alternativa (H1): Al menos uno de los tratamientos tiene una altura promedio significativamente diferente.

Para el análisis estadístico se empleó el software MiniTab, aplicando un ANOVA de un factor bajo la hipótesis de homogeneidad de varianzas; los resultados se detallan a continuación:

Análisis ANOVA de un solo factor: Altura (cm) vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla 3. Definición de hipótesis Altura vs. Tratamiento

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Control (sin gallinaza); Gallinaza + 5% Abono N/P; Gallinaza + 5% Urea; Gallinaza 100%

Tabla 4. Información de factores Altura vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	4555	1518.5	2.95	0.048
Error	32	16484	515.1		
Total	35	21040			

Tabla 5. Análisis de varianza Altura vs. Tratamiento

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
22.6965	21.65%	14.31%	0.84%

Tabla 6. Resumen del modelo Altura vs. Tratamiento

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control (sin gallinaza)	9	21.72	9.80	(6.31; 37.13)
Gallinaza + 5% Abono N/P	9	51.6	32.7	(36.2; 67.1)
Gallinaza + 5% Urea	9	43.57	24.27	(28.16; 58.98)
Gallinaza 100%	9	32.99	17.45	(17.58; 48.40)

Tabla 7. Medias del modelo Altura vs. Tratamiento

Desv.Est. agrupada = 22.6965

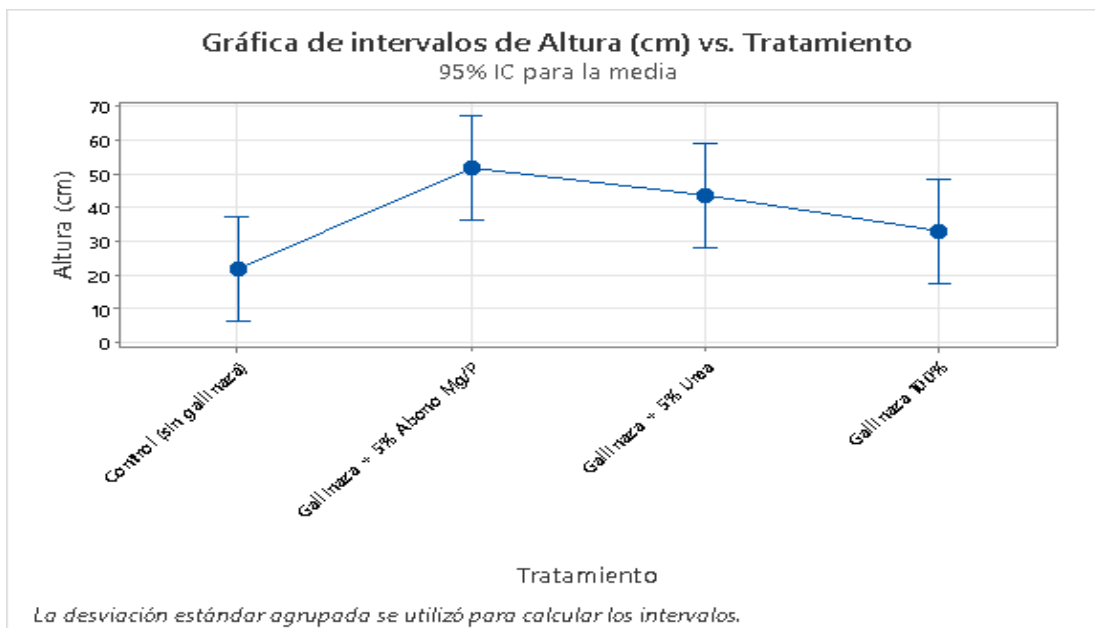


Gráfico 4. Intervalos de Altura vs. Tratamiento

Para este diseño experimental se tuvo en cuenta una segunda variable que corresponde al peso húmedo, al igual se definieron las hipótesis

- Hipótesis nula (H_0): No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el peso húmedo promedio del pasto entre los distintos tratamientos.
- Hipótesis alternativa (H_1): Al menos uno de los tratamientos tiene un peso húmedo promedio significativamente diferente.

Nuevamente se ingresaron los datos en el software MiniTab presuponiendo varianzas iguales de esta forma se tiene como resultado:

Análisis ANOVA de un solo factor: Peso Húmedo (g) vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Tabla 8. Datos del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Control (sin gallinaza); Gallinaza + 5% Abono N/P; Gallinaza + 5% Urea; Gallinaza 100%

Tabla 9. Información del factor Peso húmedo vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	25442	8481	3.60	0.024
Error	32	75365	2355		

Total	35	100807			
-------	----	--------	--	--	--

Tabla 10. Análisis de varianza Peso húmedo vs. Tratamiento

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
48.5300	25.24%	18.23%	5.38%

Tabla 11. Resumen del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Control (sin gallinaza)	9	44.48	18.38	(11.53; 77.43)
Gallinaza + 5% Abono N/P	9	114.9	63.3	(81.9; 147.9)
Gallinaza + 5% Urea	9	102.0	55.9	(69.0; 135.0)
Gallinaza 100%	9	82.6	44.3	(49.6; 115.6)

Tabla 12. Medias del modelo Peso húmedo vs. Tratamiento

Desv.Est. agrupada = 48.5300

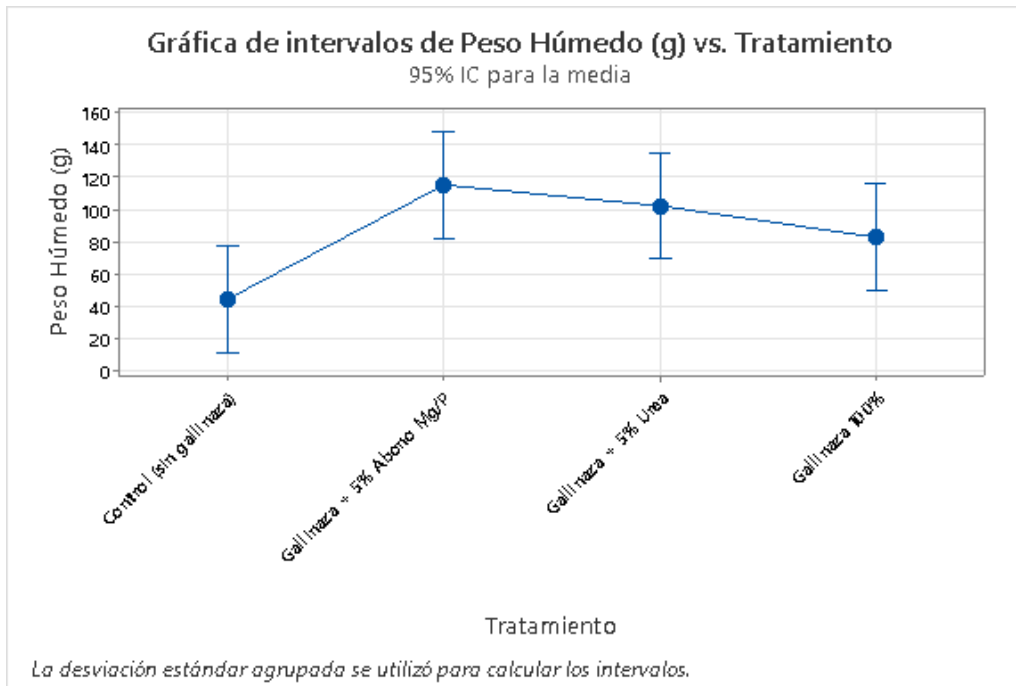


Gráfico 5. Intervalos de Peso húmedo vs. Tratamiento

Objetivo 4. Evaluar la viabilidad económica y ambiental de fertilizar un sistema productivo de forrajes con abono orgánico diseñado a partir de los desechos avícolas (gallinaza), comparado con fertilizar con abono orgánico comercial.

Resultado:

La cantidad de gallinaza generada por una granja avícola depende directamente de la población de aves y varía en función del tipo de gallina, en la Tabla 1 se relaciona la cantidad promedio mensual de gallinaza que producen las diferentes granjas avícolas:

Granja avícola	Cantidad de Aves	Cantidad de gallinaza kg/mes
1	160	130
2	30	25
3	300	250
4	750	600
5	100	90
6	25	20
Total		1115

Tabla 13. Cantidad de gallinaza (kg/mes) por granja avícola

Para este proyecto, se usó una cantidad menor de gallinaza de la recolectada debido a que el espacio para aplicar la prueba es reducido, esto quiere decir que, de los 1115 kg de gallinaza recolectada, se usaron 20 Kg por cada sección de potrero, dando un total de 80 kg de gallinaza compostada y será a partir de estos datos que se determinarán los costos y todo lo referente al desarrollo.

Con base en esta información, se plantea dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación ¿Se puede afirmar que fertilizar un sistema de forraje utilizando abono orgánico proveniente de residuos de aves, conocido aquí como gallinaza, conlleva una disminución en los

costos comparado con los fertilizantes inorgánicos? Para ello se hace una relación de costos de producir la gallinaza, para este ejercicio se debe hacer uso de dos conceptos de gallinaza, esto es un factor clave para poder determinar los costos. El primero se va a catalogar como gallinaza cruda, la cual corresponde al residuo de las granjas avícolas sin ningún tipo de tratamiento, es decir, no se composta, ni tampoco se aplica cal para la eliminación de microorganismos, para este factor, no se requiere de personal que se involucre en el proceso de elaboración. El segundo factor la gallinaza compostada, este, se ha dejado secar durante un periodo de tiempo y se le ha agregado cal para la eliminación de microorganismos, y requiere un seguimiento para garantizar que seque por completo para poder hacer uso de ella.

A continuación, se relacionan los costos de producción de ambos tipos de gallinaza:

Costo de producir 1 Ton de Gallinaza Cruda		
Insumos	Costo x Tonelada	Costo x Kilo
Cascarilla de Arroz Paca x 50 kg (25.000)	\$250.000	\$250

Tabla 14. Costo de producir gallinaza cruda

Costo de producir 1 Ton de Gallinaza Compostada		
Insumos	Costo x Tonelada	Costo x Kilo
Cascarilla de Arroz Paca x 50 kg (25.000)	\$250.000	\$250
Cal Dolomita 4 Bultos x 50 kg(17.000)	\$68.000	\$68
Mano de obra	\$58.500	\$58.5
Total	\$376.500	\$376.5

Tabla 15. Costo de producir 1 Ton de gallinaza compostada

Para que la gallinaza quede en óptimas condiciones de uso, es importante que durante dos meses permanezca almacenada en un secadero, diseñado previamente, y durante ese tiempo es importante revolver semana a semana para la eliminación total de las bacterias y el secado sea completo, para este proceso se requiere de un obrero quien se encarga de este realizar este proceso,

el costo de la mano de obra se estableció considerando que la actividad requiere una dedicación de una hora diaria:

Costo de un jornal de 8 horas: \$50.000

Costo x hora: \$6.500

Total mano de obra por 9 semanas: \$58.500

Ahora bien, para realizar una comparación en relación a los costos de los abonos inorgánicos, se tuvo en cuenta la marca Nitrosoil ya que es uno de los abonos comerciales especiales para forrajes más comunes en la región. El bulto por 50 kg tiene un valor de \$70.000 y está compuesto por Nitrógeno total (18.0%), Nitrógeno amoniacal (1.0%), Nitrógeno ureico (17.0%), Fosforo asimilable (5.0%), Potasio soluble (27.0%), Magnesio total (3%), Azufre total (2%), Humedad máxima (1.8%).

Con lo anterior se deduce lo siguiente:

Un bulto de abono inorgánico por 50 kg tiene un valor comercial de \$70.000, mientras que el costo de un bulto de gallinaza compostada tiene un valor de \$18.825 lo cual es significativamente bajo, ofreciendo beneficios, no solo en rendimiento del pasto, y economía sino que a su vez, permite proporcionar un tratamiento especial a los residuos generados en las diferentes fincas y galpones.

Precio x bulto de Gallinaza 50 kg	Precio x bulto abono inorgánico
\$18.825	\$70.000

Tabla 16. Comparativos de costos de gallinaza vs abonos inorgánicos

5. Discusión

Los resultados del análisis ANOVA de los distintos tratamientos de gallinaza generaron diferencias significativas en el crecimiento del forraje, evaluado a partir de la altura y el peso

húmedo, de esta forma se rechazan las hipótesis nulas en ambas variables y se confirma que los tratamientos aplicados presentan variaciones en su efectividad, además de aquellos tratamientos que combinan gallinaza con nutrientes adicionales, como la Urea y el abono inorgánico de magnesio y fósforo, demostraron ser más efectivos en el crecimiento del forraje en comparación con el uso de gallinaza sola o el control sin tratamiento.

De los tratamientos evaluados, el que contenía gallinaza y 5% de abono inorgánico compuesto de magnesio y fosforo mostró el mayor impacto en el crecimiento, logrando los valores más altos de altura y peso húmedo; esto indica que la adición de estos nutrientes mejora las propiedades de la gallinaza como fertilizante, lo que la convierte en una alternativa competitiva frente a los fertilizantes inorgánicos tradicionales.

Con lo anterior, al alinear el experimento con el modelo de gestión permitiría la optimización de recursos, siendo de gran beneficio para los productores del municipio de Ciénega, Boyacá, ya que el uso de gallinaza permite reducir los costos de compra de fertilizantes, lo que representa una ventaja económica para los productores, además, el modelo de gestión propuesto fomenta la valorización de los residuos avícolas, en concordancia con los principios de sostenibilidad y economía circular, al convertir un desecho en un insumo agrícola aprovechable.

Desde la perspectiva ambiental, el impacto puede considerarse positivo, dado que la transformación de la gallinaza en abono orgánico favorece la estructura del suelo y aumenta su fertilidad. Esto reduce la dependencia de fertilizantes inorgánicos y mitiga los efectos adversos sobre el suelo a largo plazo. Asimismo, en términos económicos, el aprovechamiento de la gallinaza combinada con nutrientes representa un ahorro considerable, aspecto fundamental para los agricultores de Ciénega que buscan alternativas sostenibles y de menor costo.

Por último, la encuesta aplicada en las granjas avícolas del municipio de Ciénege, Boyacá, mostró que existe un interés considerable por parte de los productores en recibir capacitaciones sobre el manejo de gallinaza y su uso combinado con abonos orgánicos e inorgánicos, esto refleja un interés en optimizar el uso de los residuos avícolas y en adoptar prácticas más sostenibles, lo que resulta determinante para llevar a cabo de manera efectiva un modelo de gestión de gallinaza.

6. Conclusiones

Después de la revisión de los resultados y basado en una observación del proceso, se puede concluir que:

- El análisis ANOVA muestra que los tratamientos de gallinaza, en especial los que combinan gallinaza con otros nutrientes en este caso urea y abono inorgánico de magnesio y fósforo, tienen efectos distintos en el crecimiento del forraje referentes a la altura y peso húmedo, lo que indica que no todos los tratamientos son efectivos y algunos pueden ofrecer un crecimiento superior maximizando el potencial del abono orgánico a base de gallinaza.
- Ante la evidencia del crecimiento del sistema de forraje al tratarse con variaciones de gallinaza, se puede deducir que este abono, mezclado adecuadamente con otros nutrientes, podría ser una alternativa viable frente a los fertilizantes comerciales ya que, desde el punto de vista ambiental, la reutilización de la gallinaza ayuda a gestionar los residuos avícolas de manera sostenible y reduciría la necesidad de abonos inorgánicos; además, es probable que el modelo de uso de gallinaza contribuya a reducir costos en el sistema productivo de forrajes.

- La gallinaza, combinada con nutrientes adicionales como la urea y el abono tradicional compuesto de Nitrógeno y Fósforo, mostró un crecimiento superior comparado con la gallinaza pura o sin tratamiento, lo que sugiere que los nutrientes adicionales si potencian los efectos de la gallinaza como fertilizante, aportando al crecimiento del pasto en los sistemas productivos.
- Los resultados indican que el diseño de un modelo de gestión basado en el aprovechamiento de la gallinaza, complementado con la adición de nutrientes y sin recurrir necesariamente a insumos inorgánicos, puede resultar altamente eficaz para fomentar una producción sostenible de forraje en Ciénega, Boyacá. En este sentido, dicho modelo tendría el potencial de orientar a los productores hacia un manejo más eficiente y sostenible de los residuos avícolas.
- La encuesta realizada en las granjas avícolas de Ciénega, Boyacá, evidencia un interés significativo por parte de los productores en recibir capacitaciones sobre el manejo adecuado de la gallinaza y el uso de abonos orgánicos e inorgánicos, lo que permite la implementación sostenible del modelo de gestión de gallinaza, promoviendo un enfoque agrícola más ecológico y sostenible para el municipio, de este modo, el aprovechamiento de la gallinaza no solo optimiza la fertilización agrícola, además de fortalecer la economía local y favorecer una agricultura responsable y sostenible.
- Se logró diseñar un modelo de gestión para el uso de residuos avícolas “Gallinaza”, en las granjas avícolas del municipio de Ciénega Boyacá, determinando la situación actual, demostrando experimentalmente las diferencias significativas entre tratamientos de aplicación de gallinaza a forrajes, comparando el uso de la gallinaza

con distintos nutrientes agrícolas en suelos de Ciénega, y analizando los costos asociados a la implementación.

Referencias

- Aguilar Barojas, S. (2005). *Salud en Tabasco*. Obtenido de Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud: <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Álvarez, L. F. (2017). *Modelos de Gestión*. Bogota D.C.: Fundación Universitaria del Área Andina.
- Arango-Gaviria, J., Echeverri-Zuluaga, & Lopez, A. (2019). *Journal of Engineering Sciences*, 24(2), 81-88.
- Attia, Y. A. (2022). *Poultry Production and Sustainability in Developing Countries under the COVID-19 Crisis: Lessons Learned*. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85126007782&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22poultry%22+AND+%22sustainab*%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=7b0e9795cb4250d5375b3939068489ee&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222022%22%2ct%2bscosubtype%2c%
- BBVA. (21 de noviembre de 2023). *¿Qué es el compost y cuáles son sus fases? El poder del suelo vivo*. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del-suelo-vivo/>
- BBVA. (2024). *¿Qué es la contaminación ambiental y qué tipos hay?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-y-que-tipos-de-contaminacion-ambiental-existen/>

- Bolsa mercantil de Colombia. (2023). *Bolsa mercantil de Colombia*. Obtenido de Análisis de producto, sector avícola: https://www.bolsamercantil.com.co/sites/default/files/2023-05/Informe%20sector%20av%C3%ADcola%20-%20Final%20difusi%C3%B3n_0.pdf
- Carrión , L., Zula, J., & Castillo, L. (2016). Análisis del modelo de gestión en pequeñas y medianas empresas y su aplicación en la industria del catering en Ecuador. *Revista Ciencia Administrativa*, 83-102.
- Chugden, J. W. (2023). *Modelo de gestión de residuos sólidos desde el enfoque de la identidad ambiental*. Chachapoyas.
- CONAVE. (2023). *Avicultura y economía circular*. Obtenido de <https://conave.org/avicultura-y-economia-circular/#:~:text=La%20econom%C3%ADa%20circular%20es%20un,de%20vida%20de%20los%20productos.>
- FAO. (2020). *Historia de la producción avícola doméstica*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y5114s/y5114s04.htm#:~:text=Evidencia%20arqueol%C3%B3gicas%20sugieren%20que%20las,tras%20del%20sur%20de%20Asia.>
- Fenavi. (2018). *Fenavi*. Obtenido de <https://fenavi.org/comunicados-de-prensa/el-sector-avicola-crecio-45-en-2018/>
- FENAVI. (2024). *Avicultura en cifras* . Obtenido de <https://fenavi.org/publicaciones-programa-economico/documentos-avicolas/avicultura-en-cifras-2024/>
- FENAVI. (s.f.). *Estabilizador de suelo a partir de gallinaza*. Obtenido de https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/cartilla_estab_suelo_a_partir_de_gallinaza_pollinaza_dic2014.pdf

- Fernández Buey, F. (2008). *Sostenibilidad: palabra y concepto*. Obtenido de <https://www.cultura.gob.es/dam/jcr:c0de2191-6add-40a9-84c3-85c2f63991a9/sostenibilidad-palabra-concepto.pdf>
- Ferrovial. (s.f.). *Residuos*. Obtenido de <https://www.ferrovial.com/es/recursos/residuos/>
- García Gutiérrez, C., & Félix Herrán, J. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales*. México: Fundación Produce Sinaloa, A.C. Obtenido de https://www.ciaorganico.net/documypublic/271_Manual_para_la_produccion_de_abonos_organicos_y_biorracionales.pdf
- Gobernación de Boyacá. (2021). *Gobernación de Boyacá*. Obtenido de Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud, Cienega Boyacá: https://www.boyaca.gov.co/SecSalud/images/Documentos/asis2021/infografias_2021/cienega.pdf
- Gunnarsson, S. (2020). *Investigaciones sobre la sostenibilidad a nivel de granja en la producción de huevos y de carne de ave*. Obtenido de <https://avicultura.com/investigaciones-sobre-la-sostenibilidad-a-nivel-de-granja-en-la-produccion-de-huevos-y-de-carne-de-ave/#:~:text=En%20avicultura%2C%20la%20sostenibilidad%20ambiental,manejo%20de%20los%20desechos%20resultantes>
- Hortúa-López, L. C., Cerón Muñoz, M. F., Zaragoza Martínez, M. D., & Angulo Arizala, J. (2020). *Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. Agronomía Mesoamericana*.
- Huertas López, T. E., Suárez García, E., Salgado Cruz, M., Jadán Rodríguez, L. R., & Jiménez Valero, B. (2020). *Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. Universidad y Sociedad vol.12*.

ICA Seccional Caldas. (Abril de 2016). *Manejo de la gallinaza y su utilización como abono en la agricultura*. Recuperado el 03 de Noviembre de 2024, de <https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/34918/66569.pdf>

Ilzarbe Izquierdo, L., Tanco, M., Viles, E., & Álvarez Sanchez-Arjona, M. (2007). *El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos. Aplicación de la metodología al caso de una catapulta*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>

Intagri. (2015). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>

INTAGRI S.C. (2015). *La gallinaza como fertilizante*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/gallinaza-como-fertilizante>

Kirkpinar, F. (2022). *Sustainability strategies in poultry nutrition*. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85148034009&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22poultry%22+AND+%22sustainab*%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=7b0e9795cb4250d5375b3939068489ee&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222022%22%2ct%2bscosubtype%2c%

Maldonado, A. B. (2018). *Por una fórmula “sin impurezas” para la avicultura sostenible*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072018000300292

Montgomery, D. C. (2020). *Design and Analysis of Experiments*. Wiley.

Montufar Quimis, M. J. (2021). *Modelo de gestión contextualizado a procesos administrativos de la Universidad Estatal del Sur de Manabí*. Obtenido de

<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4017/1/TESIS%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf>

Moreno, P. (diciembre de 2023). *Agropedia the sustainability wiki*. Obtenido de Eficiencia agronómica: https://www.appropedia.org/Eficiencia_agron%C3%B3mica

Pérez Porto , J., & Gardey, A. (20 de diciembre de 2021). *Modelo de gestión - Qué es, definición y concepto*. Obtenido de <https://definicion.de/modelo-de-gestion/>

Pérez, J., & Isabel, J. (2017). *Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/416/41652062005.pdf>

Red de educación continua de Latinoamérica y Europa. (22 de junio de 2023). *Modelos de gestión: Innovando la forma en que las organizaciones operan*. Obtenido de <https://recla.org/blog/modelos-de-gestion/>

Sela, G. (2024). *Los nutrientes de las plantas*. Obtenido de <https://cropaia.com/es/blog/nutrientes-de-plantas/>

Tejada Zabaleta, A. (2003). *Redialyc.org*. Obtenido de Los modelos actuales de gestión en las organizaciones. gestión del talento, gestion del conocimiento y gestión por competencias: <https://www.redalyc.org/pdf/213/21301208.pdf>

The 30X30 Project. (2023). *Agricultura sostenible*. Obtenido de <https://www.earthshare.org/es/30x30-project/sustainable-agriculture/>

TSI LifeScience. (02 de agosto de 2023). *Análisis en la Industria Avícola*. Obtenido de <https://tecnosolucionescr.net/blog/781-analisis-en-la-industria-avicola>

- Valdivia Arenas, M. J. (2018). *Estrés calórico en pollos de engorde*. Obtenido de <https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/8651e88e-0d52-4764-a3c8-c6f825e776b7/content>
- Villalba Quintana, S., & Fuentes-Pila Estrada, J. (1993). Agricultura sostenible. *Hojas divulgadoras*.
- Villalobos Saume, G. (15 de marzo de 2021). *La importancia de la cama en la salud intestinal de las aves*. Obtenido de <https://avinews.com/la-importancia-de-la-cama-en-la-salud-intestinal-de-las-aves/>
- Zorrilla-Ortega, Y. A. (2018). Evaluation of water use in food SMEs: case study of a poultry processing plant in Colombia.

Anexos

Ficha técnica de la encuesta

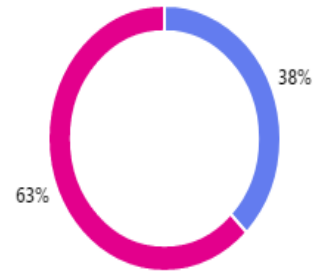
FICHA TÉCNICA	
Título de la encuesta	Encuesta sobre el uso de residuos avícolas (gallinaza) en las granjas del municipio de Ciénega, Boyacá.
Objetivo	Evaluar las prácticas actuales de manejo y uso de los residuos avícolas (gallinaza) en las granjas del municipio de Ciénega, Boyacá, con el fin de diseñar un modelo de gestión eficiente.
Población objetivo	Productores avícolas y granjeros que manejan residuos de gallinaza en el municipio de Ciénega, Boyacá.
Tamaño de la muestra	15 granjas avícolas registradas en el municipio
Método de muestreo	Muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando granjas activas en el municipio de Ciénega, Boyacá.
Instrumento de recolección de datos	Cuestionario estructurado aplicado de manera presencial y en línea, con preguntas abiertas y de opción múltiple.
Periodo de recolección de datos	Del 1 al 30 de septiembre de 2024.
Margen de error	±5%.
Nivel de confianza	95%
Ámbito geográfico	Municipio de Ciénega, departamento de Boyacá, Colombia.
Responsable de la encuesta	Deissy Barajas, estudiante de ingeniería industrial de la universidad Santo Tomás seccional Tunja

Anexo 1. Ficha técnica de encuesta Fuente: Elaboración propia

Resultados de Encuesta sobre el uso de residuos avícolas (gallinaza) en las granjas de Ciénega, Boyacá

1. ¿En qué tipo de granja avícola opera o trabaja?

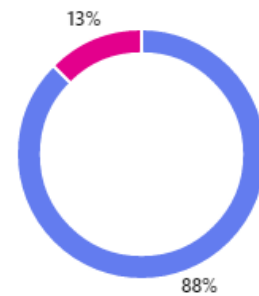
● Granja de producción de pollos de engorde.	3
● Granja de producción de gallinas ponedoras.	5
● Otras	0



Anexo 2. Resultados de encuesta.

2. Tamaño de la granja (Numero de aves)

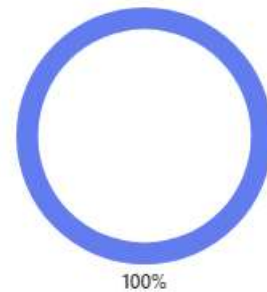
● Menos de 500	7
● 500 - 1000	1
● Más de 1000	0



Anexo 3. Resultados de encuesta.

3. ¿Utiliza gallinaza como abono o fertilizante en su granja?

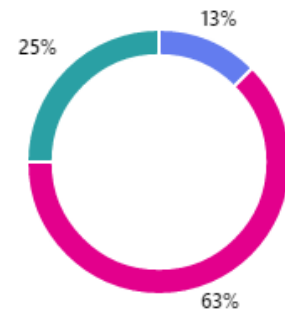
● Sí	8
● No	0



Anexo 4. Resultados de encuesta.

6. ¿Qué cultivos o terrenos reciben aplicación de gallinaza? (Marcar todas las opciones que correspondan)

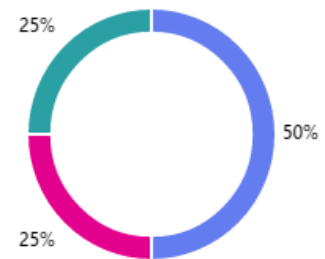
● Cultivos Agrícolas	1
● Forraje	5
● Huertos Frutales	2
● Otras	0



Anexo 5. Resultados de encuesta.

7. ¿Por qué usa gallinaza en su granja?

● Mejora de la fertilidad del suelo.	4
● Reducción de costos de fertilizantes químicos.	2
● Mejora en la salud de los cultivos.	2
● Otras	0



Anexo 6. Resultados de encuesta.

10. ¿Estaría interesado en recibir más información o capacitación sobre el uso adecuado de la gallinaza en su granja?

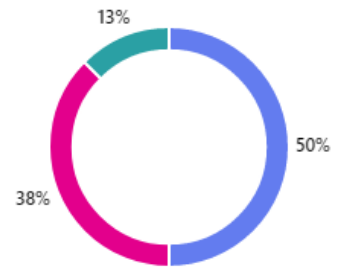
● Sí	8
● No	0
● Tal vez	0



Anexo 7. Resultados de encuesta.

11. ¿Estaría interesado en utilizar un nuevo abono a base de gallinaza que aborde algunos de los desafíos mencionados ...

- Sí, definitivamente. 4
- Tal vez, dependiendo de las características del nuevo abono. 3
- No, estoy satisfecho con la gallinaza como abono. 1



Anexo 8. Resultados de encuesta.

15. ¿Combina gallinaza con abonos inorgánicos?

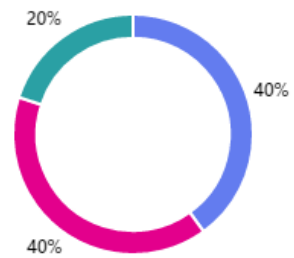
- Sí 4
- No 4



Anexo 9. Resultados de encuesta.

16. ¿qué tipo de abono inorgánico utiliza en combinación con gallinaza?

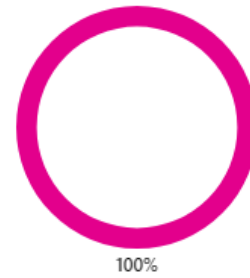
- Urea 2
- Magnesio 2
- Fósforo 1
- Otras 0



Anexo 10. Resultados de encuesta.

17. ¿Está informado sobre las mejores prácticas para el uso de gallinaza y abonos inorgánicos?

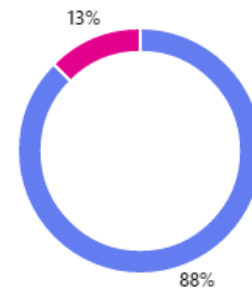
● Sí 0
● No 8



Anexo 11. Resultados de encuesta.

21. ¿Estaría dispuesto a participar en programas de capacitación sobre el uso de gallinaza y abonos inorgánicos?

● Sí 7
● No 1



Anexo 12. Resultados de encuesta.

Registro fotográfico del diseño experimental



Anexo 13. Aplicación del diseño experimental.



Anexo 14. Estado de experimento a las 4 semanas



Anexo 15. Resultado final muestra de control



Anexo 16. Resultado final sólo gallinaza



Anexo 17. Resultado final, gallinaza + Urea



Anexo 18. Resultado final gallinaza + abono N/P



Anexo 19. Visualización de forraje final