

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

TEMA:

**Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de
cama en la crianza de pollos de engorde.**

AUTOR:

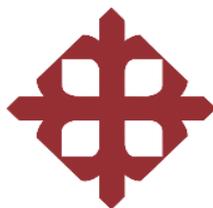
Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de
MÉDICO VETERINARIO**

TUTORA:

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. Sc.

**Guayaquil, Ecuador
15 de febrero del 2024**



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Médico Veterinario**.

TUTORA

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. Sc.

Guayaquil, a los 15 días de febrero de 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**

DECLARO QUE:

El trabajo de Integración Curricular, **Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días de febrero del 2024

EL AUTOR

Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

AUTORIZACIÓN

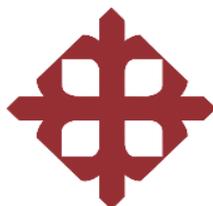
Yo, **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días de febrero del 2024

AUTOR

Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA

CERTIFICACIÓN COMPILATIO

La firmante, revisó el Trabajo de Integración Curricular, Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de cama en pollos de engorde, presentado por el estudiante **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**, de la carrera de **MEDICINA VETERINARIA**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Trabajo de titulación kelvin Mañay
uLTIMO (4)

0%
Textos sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

< 1% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: Trabajo de titulación kelvin Mañay uLTIMO (4).docx
ID del documento: 8eb2c1fa0e4bab317b0d8c04cc87f6243868d1e6
Tamaño del documento original: 3,77 MB

Depositante: Fatima Patricia Álvarez Castro
Fecha de depósito: 15/2/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 15/2/2024

Número de palabras: 21.756
Número de caracteres: 146.213

Fuente: COMPILATIO-Usuario Álvarez Castro, 2024

Certifica,

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. Sc.
Revisora - COMPILATIO

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi madre, Mérida Tránsito Sanmartín Casco, y a mi padre, Jaime William Mañay Vique, por ser mi apoyo incondicional, mi fuente constante de inspiración y la razón por la cual enfrento la vida con determinación y energía. Sus ejemplos de perseverancia me han guiado, animándome a caminar con la cabeza en alto, sin miedo, y a esforzarme por ser mejor cada día. Gracias a su dedicación y esfuerzo, hoy estoy cumpliendo uno de mis más grandes anhelos: ser Médico Veterinario.

A mis familiares, les agradezco de corazón, por ser mi sostén en los momentos más difíciles emocionalmente. Su ejemplo de lucha constante me ha enseñado a formar parte de los triunfos, por lo que estoy enormemente agradecido.

Quiero extender mi gratitud a todas esas personas excepcionales que, aunque no comparten lazos de sangre, han demostrado ser seres humanos excepcionales.

A mis grandes amistades, gracias por su apoyo constante y por esas palabras de aliento que siempre han sido un bálsamo en los momentos más difíciles.

A mi Tutora, Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. S.C., quiero expresar mi profundo agradecimiento, por su invaluable asesoramiento, paciencia y amistad. Ha sido nuestra guía a lo largo de esta etapa, convirtiendo esta experiencia en algo inolvidable.

También agradezco a todos los profesores de esta maravillosa facultad, por las valiosas enseñanzas impartidas durante todos estos años de estudio. Su contribución ha sido fundamental en mi formación académica y personal.

Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a aquellos que han sido la luz en mi camino, a mi familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor fortaleza. A mis padres, quienes han sido mi inspiración y guía, y cuyos sacrificios han allanado el camino para que hoy pueda alcanzar este logro.

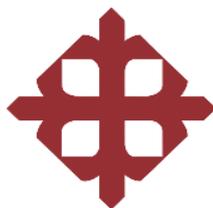
A mis familiares cuya presencia ha sido un constante recordatorio de que los sueños compartidos se logran con más fuerza. Gracias por ser mi apoyo inquebrantable.

A mis amigos y amigas, quienes han compartido risas, desafíos y momentos de desaliento, pero, sobre todo, han sido el sostén emocional que necesitaba para llegar hasta aquí. Su amistad ha sido un regalo invaluable.

A Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. S.C. mi mentora y guía, por su paciencia, sabiduría y dedicación. Gracias por creer en mí y por ayudarme a dar forma a este proyecto.

Esta tesis es el fruto de esfuerzos compartidos, de aprendizajes constantes y de la determinación de no rendirme ante los desafíos. A todos aquellos que han sido parte de este viaje, mi eterna gratitud. Este logro es también suyo.

Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia M. Sc.

TUTORA

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia M. Sc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Dra. Carvajal Capa, Melissa Joseth M. Sc.

COORDINADORA DE TIC



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

CALIFICACIÓN

Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia M. Sc.

TUTORA

INDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	2
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo general.	3
1.1.2	Objetivos específicos.....	3
2	MARCO TEÓRICO	4
2.1	Antecedentes.....	4
2.2	La avicultura en el Ecuador	6
2.2.1	La avicultura.	7
2.2.2	Avicultura de carne.....	8
2.2.3	Pollos Broiler.	8
2.3	Galpón avícola y crianza de pollos	9
2.4	Sustrato o cama.....	11
2.4.1	Cama nueva.	11
2.4.2	Tipos de cama.....	12
2.4.3	Funciones de la cama.	13
2.4.4	Condiciones que debe cumplir una cama.	14
2.4.5	Manejo, tratamiento y desinfección de camas para la producción de pollos de engorde.	15
2.4.6	Factores que afectan la calidad de la cama.....	15
2.5	Cama reusada	16
2.5.1	Tratamientos de cama reusada.	17
2.5.2	Tratamientos químicos.	18
2.5.3	Tratamientos biológicos.....	21
2.5.4	Riesgos que se pueden presentar al reutilizar la cama.....	22
2.5.5	¿Cuándo se debe reutilizar cama?	23
2.5.6	¿Por qué se reutiliza la cama?	23
2.6	Parámetros físicos de camas reusadas	24
2.7	Análisis microbiológico de cama reusada	25
3	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1	Ubicación del ensayo.....	26
3.1.1	Características climáticas.	26
3.2	Materiales	26

3.1.2	Materiales de oficina.....	26
3.1.3	Materiales de granja.....	27
3.1.4	Materiales de desinfección para el galpón.....	27
3.1.5	Materiales del galpón.....	27
3.3	Tipo de estudio.....	27
3.4	Diseño del experimento y análisis estadístico.....	28
3.5	Población de estudio.....	28
3.6	Procedimiento.....	28
3.7	Variables investigadas.....	30
3.7.1	Dependientes.....	30
3.7.2	Independientes.....	32
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1	Peso corporal.....	33
4.2	Consumo de alimento acumulado.....	39
4.3	Índice de conversión alimenticia acumulada.....	46
4.4	Ganancia de peso.....	54
4.5	Índice de mortalidad.....	60
4.6	Parámetros físicos de las camas reutilizadas.....	66
4.7	Presencia de agentes microbiológicos.....	67
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
5.1	Conclusiones.....	69
5.2	Recomendaciones.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites al crecimiento de patógenos.....	24
Tabla 2. Peso corporal de las aves (g) de los tratamientos de alcalinización y fermentación hasta los 38 días de edad.....	33
Tabla 3. Consumo de alimento acumulado (gr.) para los tratamientos de alcalinización y fermentación	39
Tabla 4. Resultados obtenidos del ICA para los tratamientos de alcalinización y fermentación	46
Tabla 5. Resultados de la ganancia de peso de los tratamientos de alcalinización y fermentación	54
Tabla 6. Resultados de mortalidad en los tratamientos de alcalinización y fermentación	61
Tabla 7. Parámetros físicos de los tratamientos para camas reusadas	66
Tabla 8. Resultados de los análisis microbiológicos del tratamiento químico (alcalinización) y tratamiento biológico (fermentación)	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de camas más comunes.....	13
Figura 2. Ventajas y desventajas de cama reusada	16
Figura 3. Ubicación geográfica del recinto Tres Cerritos.....	26
Figura 4. Dimensiones de los galpones en cada tratamiento.	29
Figura 5. Peso corporal (g.) semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.	34
Figura 6. Peso corporal semanal de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación. ..	35
Figura 7. Peso corporal semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación. ..	36
Figura 8. Peso corporal general de las aves (g) de los tratamientos de alcalinización y fermentación hasta los 38 días. edad	38
Figura 9. Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.	41
Figura 10. Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos macho criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación	42
Figura 11. Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos mixto criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación	43
Figura 12. Consumo General de alimento acumulado en gramos para los tratamientos de alcalinización y fermentación.	45
Figura 13. ICA semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.....	49
Figura 14. ICA semanal de los pollos macho criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.....	50
Figura 15. ICA semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.....	51
Figura 16. Resultados generales del Índice de conversión alimenticia de los tratamientos de alcalinización y fermentación.	53

Figura 17. Ganancia de peso semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación	56
Figura 18. Ganancia de peso semanal de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación	57
Figura 19. Ganancia de peso semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación	58
Figura 20. Resultados generales del Índice de conversión alimenticia de los tratamientos de alcalinización y fermentación	59
Figura 21. Índice de mortalidad de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.	63
Figura 22. Índice de mortalidad de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación. ..	64
Figura 23. Índice de mortalidad de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.	64
Figura 24. Índice de mortalidad de los pollos en general criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.	65

RESUMEN

Se realizó la investigación con la finalidad de evaluar los parámetros bio-productivos comparando los métodos de alcalinización y fermentación en la reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde. Se aplicó un diseño experimental utilizando 540 pollos de engorde en el Recinto Tres Cerritos, Naranjal, fueron divididos en tres bloques de 30, hembras, machos y mixtos con tres repeticiones. Se utilizó como instrumento las fichas de registro durante 38 días, para evaluar los parámetros bio-productivos, se realizó un control diario de los parámetros físicos y un muestreo microbiológico antes, durante y al término del experimento. Los resultados en la evaluación de parámetros bio-productivos no mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos, se obtuvo un p-valor \geq a 0.05. Tanto la alcalinización como la fermentación resultaron adecuados para el reúso de cama en la crianza de pollos de engorde, el porcentaje de mortalidad fue relativamente bajo con un valor de 7.78 %, la humedad se mantuvo entre 25 % y 35 %, la temperatura fue de 30 °C y el pH entre 7 y 9, los análisis mostraron ausencia de *Salmonella* sp. *E. coli*, hongos, levaduras y mesófilos se mantuvieron por encima de los valores referenciales.

Palabras Clave: Cama, Crianza, Pollos de engorde, Reutilización, Métodos comparativos

ABSTRACT

The research was carried out in order to evaluate the bio-productive parameters comparing the methods of alkalization and fermentation in the reuse of litter in broiler rearing. An experimental design was applied using 540 broilers in the Tres Cerritos Enclosure, Naranjal, they were divided into three blocks of 30, females, males and mixed with three replications. Registration sheets were used as an instrument for 38 days to evaluate the bioproductive parameters, a daily control of the physical parameters and a microbiological sampling were carried out before, during and at the end of the experiment. The results in the evaluation of bioproductive parameters did not show significant differences between the two treatments, a p-value of less than 0.0001 was obtained. Both alkalization and fermentation were suitable for litter reuse in broiler rearing, the mortality percentage was relatively low with a value of 7.78 %, humidity was maintained between 25 % and 35 %, the temperature was 30 °C and the pH between 7 and 9, the analyses showed absence of *Salmonella* sp. *E. coli*, fungi, yeasts and mesophiles remained below reference values.

Keywords: *Bedding, Rearing, Broiler chickens, Reutilization, Comparative methods*

1 INTRODUCCIÓN

La industria avícola se ha intensificado significativamente y se ha vuelto más competitiva en el ámbito de producción a nivel global y en nuestro país, lo que ha llevado al Ecuador a convertirse en una nación competitiva en los últimos años. Como resultado, tanto el mercado como el consumidor se han vuelto cada vez más exigentes, lo que lleva a la creación de leyes para satisfacer estas demandas, que están reguladas por un órgano de gobierno.

La preocupación constante de la avicultura es la exploración de alternativas para reducir los costos de producción sin comprometer el rendimiento productivo y aspecto sanitario, con la finalidad de obtener mejores resultados económicos. Por lo cual, los productores se inclinan por adquirir equipos de tecnología que logren un ambiente controlado, evitando el desarrollo de enfermedades comunes dentro de la producción avícola y consideran técnicas para facilitar mejoras en la relación costo-beneficio.

Una de las prácticas avícolas más comunes para la reducción de costos es la reutilización de cama. Esta práctica es ampliamente empleada en países desarrollados como Estados Unidos, Brasil, entre otros. Sin embargo, en nuestro país se practican dos métodos muy efectivos.

El método de combustión tiene como objetivo erradicar virus y bacterias mediante el uso de la temperatura. Esto implica colocar el sustrato en el centro del cobertizo y cubrirlo con plástico negro para elevar la temperatura de 70 a 80 grados centígrados con baja humedad, seguido del sellado del cobertizo. Este método debe mantenerse por 6 días.

El método de alcalinización consiste en la eliminación completa del sustrato, seguida de la agitación y, posteriormente, la aplicación de cal viva. Esto ayuda a reducir la carga bacteriana, disminuir la humedad y aumentar los niveles de pH. El presente estudio tiene como objetivo comparar la eficacia de ambos métodos con respecto a los parámetros bio-productivos.

Este estudio de investigación está diseñado para proporcionar información sobre la reutilización de dos tipos de camas y la evaluación de diversos parámetros bio-productivos en pollos de engorde.

¿Cuáles son los efectos sobre los parámetros bio-productivos en pollos de engorde debido a la reutilización de dos tipos diferentes de cama?

¿Cuáles son las ventajas asociadas a cada tipo de cama?

El estudio está sustentado en el uso histórico y los beneficios de proporcionar camas para la cría de pollos de engorde, lo que incluye evitar el contacto directo de las aves con el suelo, facilitando la absorción del exceso de humedad, y regulando la temperatura.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar los parámetros bio-productivos comparando dos métodos de reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Medir los parámetros bio-productivos entre los dos métodos de reutilización de cama para pollos de engorde.
- Comparar el análisis microbiológico de la cama reutilizada antes, durante y al término de la crianza de pollos.
- Evaluar el porcentaje de mortalidad entre los dos métodos de reutilización de cama para la crianza de pollos de engorde.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

En la investigación de Vejarano (2008) denominada “Comparación productiva de pollos de carne criados en camas nuevas vs. Cama reutilizada por cinco campañas” evaluó el desempeño de la productividad y la calidad sanitaria de los pollos de engorde criados en camas nuevas y reutilizadas.

Se criaron doscientos cincuenta pollos de engorde Ross 308 machos, con 125 en camas nuevas y 125 en camas reutilizadas durante un período de cinco ciclos de producción. Cada semana se recopilaban datos sobre los parámetros de producción y no se observaron discrepancias estadísticamente relevantes entre los conjuntos en términos de los parámetros de producción (Vejarano, 2008).

En el estudio de Huamán (2020) “Factibilidad de reuso de cama para la crianza de aves y su incidencia en los costos de producción”, tuvo como objetivo determinar en qué medida la reutilización de la cama afecta los costos de producción de la avicultura. Los hallazgos señalaron que el tratamiento térmico disminuye de manera exponencial la cantidad de microorganismos, lo que se traduce en un índice de eficiencia productiva (PEI) más elevado de 387.2 en comparación con el grupo criado en cama fresca.

Además, el costo por kilogramo también disminuye. el costo de la cama de pollos reutilizada fue de USD. 2.89, y el costo de acondicionamiento de los gallineros con camas reutilizadas disminuyó en 47.29 %. De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que la reutilización de camas en la cría de pollos tiene un impacto positivo, resultando en un ahorro del 9.686 % por cada kilogramo. La producción de pollo y los factores que contribuyen a la rentabilidad del sector avícola (Huaman, 2020)

La investigación de Garcés (2016) titulada “Correlación de parámetros productivos y sanitarios de pollos de engorde comercial con la concentración de ooquistes de *Eimeria* spp. en camas nuevas y reusada” tuvo como objetivo

fue evaluar el desempeño productivo y la calidad sanitaria de pollos criados en camas nuevas y reutilizadas, examinando su correlación con la concentración de ooquistes de *Eimeria* spp.

En los primeros 7 días, la nueva cama no mostró ningún ooquiste. Sin embargo, a los 14 días, se encontraron 65 ooquistes por gramo (OPG). En contraste, el lecho de segundo uso mostró 69, 76 y 331 OPG, mientras que el de tercer uso exhibió 93, 108 y 353 OPG a los 0, 7 y 14 días de reproducción y se observó una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre la concentración de ooquistes en las camas nuevas y las reutilizadas, en relación con los parámetros de producción y salud evaluados (Garces, 2016).

El proceso de aplicación en lecho (fermentación de apilamiento) no afectó negativamente el rendimiento o la salud de la producción, y resultó en ahorros de costos en la producción (Vargas, 2022).

El autor Cascante (2019) en su investigación evaluó la eficacia del tratamiento térmico como una opción potencial para reducir la carga microbiológica y la contaminación ambiental del material de cama reutilizado, junto con una evaluación del desempeño productivo y ambiental de los lechos de arena reutilizados como alternativa para su uso en la producción de pollos de engorde.

Se examinaron dos métodos para el calentamiento natural de la cama de las aves: calentamiento al aire libre y calentamiento con la cama de las aves cubierta con plástico. Se realizó un seguimiento diario del pH de la cama, la temperatura del material, los niveles de amoníaco y el conteo de chinches. Además, se monitoreó la presencia de enterobacterias, bacterias mesófilas, hongos, levaduras, *Salmonella* spp., coliformes totales y *E. coli* (Medranda, 2017).

Los tratamientos se administraron para un período consecutivo de cinco días, y las variables se evaluaron diariamente. Se efectuó un análisis del lecho y de las condiciones ambientales y se encontró que la temperatura

del lecho tenía un impacto estadísticamente significativo ($p < 0.05$); sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en los rendimientos entre las camas de arena y las camas de cascarilla (Jaramillo, 2017).

2.2 La avicultura en el Ecuador

En Ecuador, la avicultura es una de las actividades económicas más dinámicas dentro del sector agropecuario. Esto se puede atribuir a la creciente demanda de carne de pollo y huevos, así como a la inversión sustancial y los avances tecnológicos implementados por las empresas dedicados a este sector (Paredes, 2017).

La industria de la avicultura se originó hace varios años cuando países como India, China y otras regiones del suroeste de Asia comenzaron la domesticación de las aves de la selva, que fueron las primeras aves domesticadas en llegar a América en 1857. En la actualidad, estas aves se distribuyen por todo el mundo (Cortés, 2012).

Durante la década de 1950, nuestro país realizó sus primeras importaciones de pollitos americanos con el apoyo del Programa Cooperativo Agrícola Interamericano. Inicialmente, la producción avícola se caracterizó por crianza familiar a pequeña escala principalmente para el autoconsumo y en menor medida para el comercio de carne y huevos, criando razas improductivas y enfrentando importantes desafíos técnicos y sanitarios (Escobar, 2018).

Con el crecimiento gradual y la organización progresiva en la producción, esta estructura se extiende hasta principios de la década de 1960, donde aparecen las primeras granjas avícolas, es decir, la cría de aves de corral con el objetivo de proveer sus productos a nivel local, provincial y nacional (Iza, 2018).

Durante esta etapa, las técnicas y habilidades de las granjas avícolas eran de carácter tradicional, careciendo de un manejo profesional en áreas

como la alimentación animal, el espacio físico, las tasas de mortalidad, el manejo de la raza, entre otros. Actualmente, las aves de corral se alojan en establos y jaulas, donde se crían en completo aislamiento para reducir el riesgo de enfermedades y optimizar el potencial productivo de nuevas cepas genéticas (Escobar, 2018).

2.2.1 La avicultura.

La avicultura desempeña un papel crucial en la producción global de alimentos al proporcionar una significativa fuente de proteínas animales, como la carne de aves de corral y los huevos. Estos productos son componentes fundamentales en la dieta de muchas personas en todo el mundo (Hortúa, 2021).

La avicultura abarca varias especies de aves, siendo las más comunes las gallinas, los pollos, los pavos y los patos. Estas aves se crían en condiciones controladas para optimizar su crecimiento y productividad. La avicultura industrial se basa en la explotación racional de las aves como empresa comercial, con el fin de obtener rendimientos óptimos de ellas (Paredes, 2017).

La avicultura desempeña un papel importante en la producción mundial de alimentos, ya que proporciona una fuente sustancial de proteínas animales, como la carne de aves de corral y los huevos, que son una parte esencial de la dieta para muchas personas en todo el mundo (Amaya, 2021).

Además, la industria avícola también genera oportunidades de empleo y contribuye significativamente a la economía en varias regiones. Sin embargo, también presenta desafíos en cuanto al bienestar animal, el impacto ambiental y la necesidad de prácticas sostenibles y éticas en su desarrollo (Borbón, 2017).

En zootecnia, se emplean sistemas de producción intensivos, en los que las aves se alojan en grandes graneros o jaulas, y se les proporciona una

dieta equilibrada y una atención veterinaria adecuada para garantizar su salud y bienestar (Lema, 2022).

2.2.2 Avicultura de carne.

La atención se centra en la cría y producción de aves de corral para la adquisición de carne. Los pollos de engorde son las especies más comúnmente criadas para este propósito. Estas aves son seleccionadas genéticamente para crecer rápidamente y convertir eficientemente el alimento en carne (Buitrago y Forero, 2016).

2.2.3 Pollos Broiler.

Los pollos de engorde, también conocidos como pollos de carne, son una raza específica de pollos criados con fines de producción de carne. Poseen características distintivas que los hacen adecuados para este propósito (Júpiter, 2021).

A continuación, se presentan las características más comunes de los pollos broiler:

- **Crecimiento rápido:** Los pollos de engorde se seleccionan genéticamente para un crecimiento rápido. Presentan un elevado índice de conversión alimenticia, lo cual indica que son capaces de convertir el alimento en carne de manera eficiente (Lazo, 2016).
- **Tamaño grande:** Los pollos de engorde alcanzan un tamaño significativo en un corto período de tiempo. Se crían para lograr un peso óptimo para su comercialización en un período relativamente corto, que suele oscilar entre 6 y 7 semanas (FAO, 2013).
- **Musculatura desarrollada:** Esta variedad particular de pollos exhibe un desarrollo muscular considerable, particularmente en aquellas partes del cuerpo utilizadas para la producción de carne, como la pechuga y la pierna (Romero, 2015).
- **Eficiencia alimenticia:** Los pollos de engorde demuestran una capacidad significativamente alta para utilizar eficientemente los

nutrientes de su alimento y, posteriormente, convertirlos en tejido muscular. Esto les dota de eficiencia en términos de absorción de alimentos y producción de carne (Panizo, 2021).

- Adaptabilidad al entorno controlado: Los pollos de engorde son criados en sistemas de producción intensivos, como galpones o jaulas, donde las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, son controladas meticulosamente para asegurar un crecimiento y una salud óptimos (FAO, 2013).
- Tendencia a la cría selectiva: Con el paso de los años, la selección genética ha permitido mejorar los rasgos deseados en los pollos de engorde. El objetivo principal es desarrollar especies aviares que exhiban un rápido crecimiento, un alto rendimiento de carne y una buena adaptabilidad a las condiciones de cría intensiva (Jarama, 2016).

Es fundamental resaltar que estas características son el resultado de la selección genética y de prácticas de manejo específicas implementadas en la producción de pollos de engorde. El objetivo primordial es obtener aves de rápido crecimiento y alta eficiencia de producción para cumplir con la demanda de carne de pollo por parte de los consumidores (FAO, 2013).

2.3 Galpón avícola y crianza de pollos

Un galpón avícola, también conocido como granja o nave avícolas, es una estructura especialmente diseñada y construida para la cría y alojamiento de aves de corral, como pollos, gallinas, pavos o patos, en un entorno controlado (Meza, 2021).

En un sistema de cría intensiva, el entorno tiene una influencia directa en la comodidad, condición y bienestar de los animales, lo que afecta el rendimiento productivo de las aves. Entre los elementos ambientales (temperatura ambiente, humedad relativa del aire, velocidad del aire), la emisión de gases tóxicos dentro de las instalaciones es el principal desafío para las aves (Vallejo, 2014).

Estos galpones están diseñados para proporcionar un ambiente adecuado que promueva el crecimiento saludable de las aves y facilite su manejo eficiente. La crianza de pollos broiler se lleva a cabo en su gran mayoría dentro de estas granjas avícolas utilizando sistemas de producción intensiva (Casterá, 2022).

A continuación, se describen los principales aspectos de la crianza de pollos broiler:

- Instalaciones: Los pollos broiler son criados en galpones o instalaciones cerradas diseñadas para ofrecer un entorno controlado. Estos espacios están equipados con sistemas de ventilación, calefacción, iluminación y control de la humedad para asegurar condiciones óptimas para el crecimiento de las aves. (Loor, 2020)
- Alojamiento: Las aves se alojan en grandes cantidades en el interior del galpón. Pueden estar en jaulas o en el suelo, dependiendo del sistema de cría utilizado. El espacio disponible se calcula para permitir un crecimiento adecuado y la movilidad de las aves (Thovar, 2021).
- Alimentación: Los pollos broiler se alimentan con raciones balanceadas y formuladas específicamente para promover su rápido crecimiento y desarrollo muscular. Estas raciones suelen estar compuestas principalmente de cereales, como maíz y soja, complementados con proteínas, minerales y vitaminas (Casterá, 2022).
- Agua: Se debe proporcionar agua fresca y limpia de forma continua para así poder garantizar la hidratación adecuada de las aves y así mismo su buen funcionamiento metabólico. Ya que esto garantiza no sólo salud sino también un mejor rendimiento (Júpiter, 2021).
- Manejo sanitario: Se implementan protocolos de manejo sanitario rigurosos para prevenir enfermedades y preservar la salud de las aves. Esto abarca medidas de bioseguridad,

programas de vacunación, monitoreo periódico del estado de salud de las aves y el uso apropiado de medicamentos cuando sea necesario (Duarte, 2017).

- **Tiempo de cría:** El tiempo de cría de los pollos broiler varía según el objetivo de mercado y las preferencias de la industria. Por lo general, se crían durante aproximadamente 6 a 7 semanas hasta alcanzar el peso de mercado deseado (INEC, 2013).
- **Sacrificio:** Una vez que los pollos broiler han alcanzado el peso y desarrollo muscular adecuados, las aves son sacrificadas dentro de plantas de procesamiento avícola. Posteriormente se obtiene la carne que se comercializa (Pozo, 2021).

Es importante destacar que la crianza de pollos broiler ha sido objeto de debate debido a las preocupaciones sobre el bienestar animal en los sistemas de producción intensiva. En respuesta a estas preocupaciones, se han implementado prácticas de cría más humanas y se ha promovido la crianza en sistemas más sostenibles y amigables con el medio ambiente, como la cría en libertad o la producción orgánica (Duarte, 2017).

2.4 Sustrato o cama

En la ingeniería avícola, el sustrato se refiere al material utilizado como base o cama en el área donde las aves están alojadas dentro del galpón o corral. El sustrato cumple diversas funciones y puede tener diferentes composiciones dependiendo del tipo de ave y del sistema de crianza utilizado (Global AgMedia, 2015).

2.4.1 Cama nueva.

Se considera la instalación de material en el galpón antes del inicio de cada ciclo de crianza, retirándolo al finalizar dicho período; esta práctica presenta ventajas significativas, como facilitar la limpieza exhaustiva de los galpones al término de la producción; sin embargo, la utilización de una cama única conlleva la desventaja de incurrir en mayores costos tanto por la compra de material como por la mano de obra requerida para su retiro completo al finalizar cada ciclo de crianza (Tenesaca & Morales, 1982).

2.4.2 Tipos de cama.

La producción avícola se ha expandido a nivel mundial, con instalaciones ubicadas en diversas regiones tanto a nivel nacional como internacional, a menudo separadas geográficamente; por lo tanto, la elección del material de cama adecuado por parte de los avicultores está influenciada por la disponibilidad y el costo del material en cada región. En general, se reconoce que todos los materiales pueden ser efectivos siempre que se utilicen de manera adecuada, y la calidad del producto (Panduro, 1994).

La viruta de madera de alta calidad se destaca como el material óptimo debido a su excelente capacidad de absorción, aunque en la actualidad su disponibilidad es bastante limitada. Además, ofrece una buena capacidad como aislante térmico y tiende a generar poco polvo, ya que es importante supervisar su procedencia, aunque actualmente su precio es alto (Alegre, 2015).

La paja picada, entera o el heno no son recomendados a pesar de su bajo costo. Tienen muy poca absorción y tiende a compactarse, además de la posible contaminación con agroquímicos se infecta con hongos frecuentemente (Sánchez, 2015).

El papel triturado ofrece las cualidades necesarias para satisfacer las necesidades de los pollitos, siendo suave, absorbente y esponjoso; sin embargo, no todos los tipos de papel son adecuados. Entre las opciones disponibles, el papel blanco simple y liso es considerado el mejor, debido a que es importante tener en cuenta que su uso continuo durante más de cinco días no es aconsejable, ya que tiende a retener la humedad y favorecer la formación de moho (Ospina, 2021).

Figura 1.
Tipos de camas más comunes



Nota: Tomado de Alegre (2015).

La arena se utiliza comúnmente en áreas secas o desérticas sobre piso de concreto, pero está teniendo más aceptación mundialmente. Puede funcionar bien ya que no es tóxica, tiene poca probabilidad de patógenos y se seca rápido, pero las aves tienen dificultad para moverse si es muy profunda. Además de que no se puede usar cualquier tipo de arena pues pueden generar problemas de salud. Es recomendable una arena de grano medio o grueso, para evitar el polvo (Sánchez, 2015).

La cáscara de arroz es comúnmente empleada como material de cama en muchos lugares, caracterizándose por su ligereza, facilidad de manipulación, capacidad de descomposición natural y alto poder de absorción (Ospina, 2021).

2.4.3 Funciones de la cama.

El material de cama diluye las excretas, absorbe la humedad fecal, promueve el secado del estiércol, proporciona un cojín para los músculos del pecho y las patas, y aísla el suelo durante el clima frío. Un material de cama óptimo debe tener varias características deseables, como ser ligero, altamente absorbente, de secado rápido, suave y compresible, económico, adecuado como fertilizante, libre de polvo y sin residuos de pesticidas, moho o patógenos (FAO, 2013).

Se tiene las siguientes características:

- Absorción de humedad: El sustrato se utiliza para absorber el exceso de humedad y mantener un entorno seco y limpio para las aves. Esto es especialmente importante para prevenir problemas de salud, como las enfermedades respiratorias y la dermatitis de las patas (Global AgMedia, 2015).
- Aislamiento térmico: Algunos tipos de sustratos, como la paja o la viruta de madera, pueden proporcionar cierto grado de aislamiento térmico, ayudando a mantener una temperatura adecuada dentro del área de alojamiento de las aves (Alegre, 2015).
- Comodidad y bienestar animal: Un sustrato adecuado y de buena calidad proporciona una superficie cómoda y suave para que las aves caminen, descansen y se muevan. Esto contribuye al bienestar animal y reduce el estrés y las lesiones asociadas con superficies duras o abrasivas (Iñigo, 2014).
- Prevención de lesiones: El sustrato adecuado tiene la posibilidad de ayudar a prevenir lesiones en las aves ya que proporciona una superficie antideslizante y así mismo evita el contacto directo con superficies duras o irregulares (Alegre, 2015).
- Estimulación del comportamiento natural: Algunos sustratos, como la paja, la viruta de madera o el heno, pueden ofrecer un ambiente enriquecido para las aves, permitiéndoles expresar comportamientos naturales como escarbar, picotear o anidar (Cedillo, 2018).

2.4.4 Condiciones que debe cumplir una cama.

Es importante seleccionar el sustrato adecuado para cada tipo de ave y sistema de crianza, teniendo en cuenta factores como la especie, la edad, el tamaño del ave y las condiciones ambientales (Ospina, 2021).

2.4.5 Manejo, tratamiento y desinfección de camas para la producción de pollos de engorde.

El objetivo principal de un manejo adecuado de la cama es garantizar que esta se mantenga seca y suelta. Una cama que esté húmeda o compacta puede ocasionar problemas de salud y rendimiento en las aves, ya que aumenta los niveles de amoníaco, favorece la aparición de enfermedades en las patas y aumenta la contaminación por patógenos (Global AgMedia, 2015).

Un objetivo constante es mantener la cama lo más seca posible, mediante una ventilación adecuada en el galpón y la eliminación manual de las partes compactadas por la humedad; al retirar toda la cama, se llevan a cabo la limpieza y desinfección antes de recibir al siguiente grupo de aves. Este proceso implica retirar toda la cama del galpón y reutilizarla para otros fines (Cuéllar, 2022).

2.4.6 Factores que afectan la calidad de la cama.

La calidad del ambiente dentro de las instalaciones es crucial para que los pollos de engorde alcancen su máximo potencial genético; la calidad de la cama desempeña un papel fundamental ya que si no se maneja adecuadamente, puede convertirse en un ambiente propicio para la proliferación de bacterias y la generación de amoníaco y olores desagradables; ya que se pueden presentar factores como el estiércol y la humedad (Jarama, 2016).

La humedad en la cama es un factor que dificulta su reutilización, se recomienda que los niveles de humedad se encuentren dentro del rango del 20 % al 35 % cuando la humedad cae por debajo del 20 %, aumenta la concentración de polvo, lo que puede irritar el sistema respiratorio de las aves; ya que un índice por encima del 35 %, puede dar lugar a problemas de salud en las aves (Global AgMedia, 2015).

Una cama con un alto contenido de humedad también puede contribuir al aumento de los niveles de amoníaco ya que la presencia de humedad durante el proceso de maduración de la cama facilita el desarrollo de ciertos

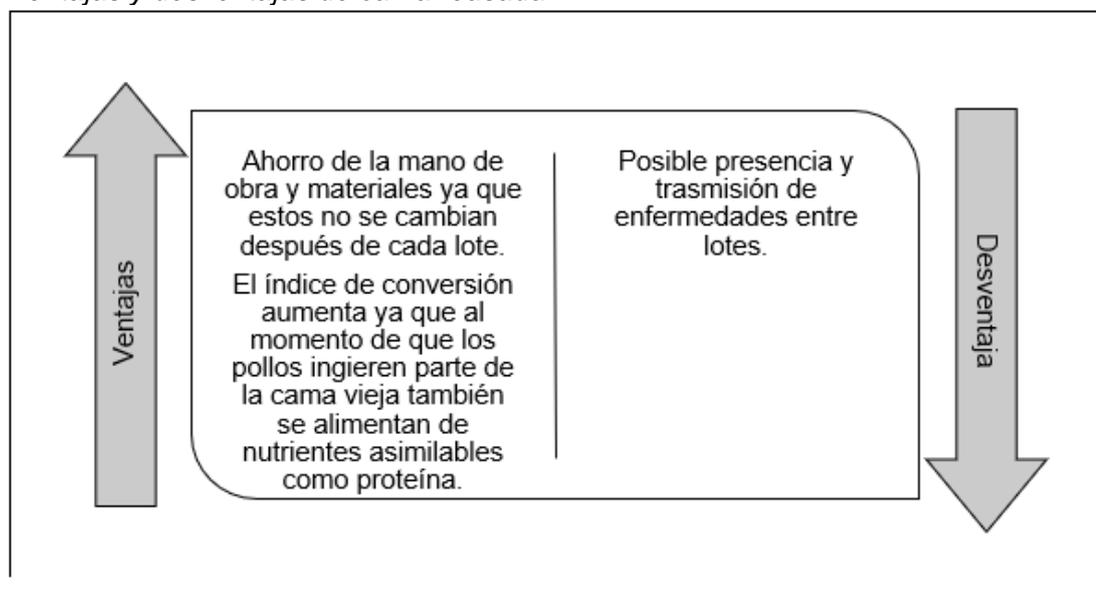
tipos de hongos y bacterias desnitrificantes. Estos microorganismos descomponen el ácido úrico contenido en las excretas utilizando la enzima uricasa, lo que resulta en la producción de varios subproductos, siendo el más notable el amoníaco (Intriago, 2022).

Es debido a este motivo que mantener una cama seca que permita a los pollos interactuar con ella es un objetivo fundamental en la producción exitosa de pollos de engorde ya que reduce la probabilidad de problemas de salud y bienestar al descomponer y gestionar las excretas, así como también facilita el proceso de evaporación del agua (Global AgMedia, 2015).

2.5 Cama reusada

Es posible criar varios lotes de pollos utilizando la misma cama, simplemente agregando aproximadamente 2 cm de material nuevo antes de introducir un nuevo. La cama reusada en la crianza de pollos de engorde se refiere al material de cama utilizado en el suelo del gallinero que ha sido previamente utilizado y sometido a un proceso de tratamiento para mejorar su calidad y reducir la presencia de patógenos. Este enfoque tiene beneficios tanto económicos como ambientales (Coronado & Orjuela, 2019).

Figura 2.
Ventajas y desventajas de cama reusada



El uso de camas reusadas contribuye a la sostenibilidad al reducir la necesidad de materiales nuevos y disminuir el impacto ambiental asociado con la producción de camas avícolas (Global AgMedia, 2015).

Investigaciones realizadas por Zamora (2019) respaldan la eficacia y los beneficios de la reutilización de camas avícolas en la crianza de pollos de engorde.

La cama reusada en la crianza de pollos de engorde es una práctica que busca optimizar los recursos y mejorar las condiciones de salud en el gallinero, promoviendo al mismo tiempo la eficiencia y sostenibilidad en la producción avícola (Pronaca, 2023).

2.5.1 Tratamientos de cama reusada.

En el país, muchos avicultores solían cambiar la cama para cada lote de pollitos, pero cada vez más empresas del sector están adoptando prácticas de reutilización de la cama, incluso durante todo un año de crianza, lo que abarca entre 5 y 6 lotes de pollitos. Esta tendencia resalta la importancia de establecer un programa adecuado para el manejo de la cama, con el propósito de ofrecer a los pollitos un entorno de calidad que asegure su salud y mantenga un rendimiento zootécnico óptimo (Global AgMedia, 2015).

La reutilización de la cama se ha vuelto esencial para la industria avícola, motivada tanto por razones económicas como por su impacto en la sostenibilidad ambiental, ya que al reciclar la cama, se evita el gasto de adquirir nuevo material para los galpones; sin embargo, es crucial tener en cuenta que la diversidad de la microflora en la cama reciclada puede ser considerable debido al continuo suministro de materia fecal durante el ciclo de cría anterior (Bernigaud, 2022).

El reemplazo de la cama al final de cada ciclo de cría tendría un impacto ambiental considerable, ya que grandes cantidades de este material serían descartadas en áreas de cultivo que no están preparadas para degradar y

absorber sus componentes; esto podría comprometer la calidad de las aguas subterráneas y superficiales de la región (Global AgMedia, 2015).

2.5.2 Tratamientos químicos.

2.5.2.1 Acidificantes.

La crianza de pollos es una actividad agrícola esencial para la producción de carne avícola; debido a que es uno de los desafíos clave asociados con esta actividad es el manejo adecuado de las camas, que implica el uso de materiales como paja o aserrín para mantener un ambiente limpio y cómodo para los pollos. Para mejorar el aprovechamiento de estas camas y evitar la propagación de enfermedades, se ha ideado el método de alcalinización de reutilización de camas para la cría de pollos (Zhiñin, 2019).

Los acidificantes pueden reducir el pH de la cama avícola a niveles que oscilan entre 5.0 y 7.0. Este ajuste crea un entorno desfavorable que inhibe el crecimiento de bacterias productoras de amoníaco y otras bacterias potencialmente patógenas, como *E. coli*, *Salmonella* y *Clostridia* (Global AgMedia, 2015).

Según los hallazgos de su investigación revelaron que la aplicación de un acidificante en la cama reduce la presencia de *Salmonella* en las amígdalas cecales de los pollos criados en camas reutilizadas. Este resultado sugiere que el tratamiento con acidificantes puede reducir la transmisión horizontal de esta bacteria (Bernigaud, 2022).

2.5.2.2 Alcalinización.

El método de alcalinización de reuso de camas para la crianza de pollos se fundamenta en el empleo de compuestos alcalinos para desinfectar y neutralizar los patógenos presentes en las camas, lo que conduce a un aumento tanto en la productividad como en la salud de las aves (Zamora, 2019).

La aplicación de acidificantes en la cama se ha establecido como una práctica recomendada por diversas normativas y regulaciones de la industria avícola. Según las Normas de la Asociación Americana de Avicultura, este

método es efectivo para controlar enfermedades y reducir la necesidad de reemplazar las camas con frecuencia, lo que puede generar ahorros significativos para los productores (Pazmiño, 2016).

El proceso de alcalinización se realiza agregando compuestos alcalinos, como cal viva (hidróxido de calcio) o ceniza de madera, a las camas utilizadas en el criadero de pollos. Estos compuestos tienen propiedades desinfectantes y neutralizantes de ácidos, eliminando agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos que pueden afectar la salud de las aves (Cascante, 2019).

La aplicación del método de alcalinización de reúso de camas sigue un procedimiento específico, primero se retirarán los residuos sólidos y se realizará una limpieza exhaustiva del área; después, se procede a aplicar el compuesto alcalino sobre la superficie de las camas, asegurando una distribución uniforme de este material; por lo que se aconseja seguir las instrucciones proporcionadas por los fabricantes y cumplir con las regulaciones locales (Huaman, 2020).

Elevar el pH de la cama mediante alcalinización, alcanzando niveles por encima de 11, se presenta como una estrategia efectiva para lograr disminuir la concentración de bacterias. Al utilizar cal viva (CaO) o cal hidratada (CaOH), se facilita la consecución de estos niveles de pH de manera económica y relativamente sencilla; sin embargo, se desaconseja su aplicación en galpones con altos niveles de amoníaco, a pesar de ser un método excelente para eliminar patógenos (Voss, 2017).

En un estudio realizado por Luyo (2014), se observó una disminución en las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) del total de bacterias en las camas tratadas con hidróxido de calcio (CaOH) a una concentración del 0.2 % del peso de la cama.

Según Fredes (2014), se registró una disminución del 97% en las Unidades Formadoras de Colonias (UFC) para *Salmonella* spp. y *Clostridium* spp. al aplicar una dosis de 300 gramos de óxido de calcio (CaO) por metro

cuadrado de superficie de cama. Además, se observó una eliminación completa de estas bacterias con dosis de 600 y 900 gramos de CaO por metro cuadrado de cama.

En el estudio de González (2019) los hallazgos sugieren que el contenido de materia orgánica disminuye con el tratamiento químico, es decir, con la aplicación de cal viva al 49.2 %, cal hidratada al 43.6 %, cal dolomítica al 44.7 % e hipoclorito de sodio al 48.5 %. El contenido de nitrógeno se reduce con la adición de cal hidratada al (2.7 %) y cal dolomítica al (2.6 %).

El estudio de Ruiz (2005) durante la investigación, se demostró que el uso de CaO como desinfectante en la cama de los pollos de engorde provocó una reducción del contenido bacteriano. Además, no se observó ningún efecto en el rendimiento de los pollos, y se registró una disminución en el contenido de fósforo soluble en las camas.

La alcalinización emerge como otra técnica valiosa en el manejo de camas para pollos, enfocada en el control y la prevención de patógenos mediante la elevación del pH del ambiente. Esta práctica implica la adición controlada de sustancias alcalinas, como cal viva o carbonato de calcio, para crear un entorno menos propicio para el crecimiento bacteriano y la proliferación de organismos nocivos (Luyo, 2014).

COBB (2022) reconoce en la alcalinización una estrategia efectiva para reducir la carga microbiana en la cama, mejorando así las condiciones sanitarias y la salud general del lote avícola.

2.5.2.3 Combustión.

La combustión de las camas utilizadas es una forma efectiva de eliminar la carga microbiana y reducir la contaminación en el ambiente de crianza. El proceso de combustión se lleva a cabo mediante el uso de instalaciones diseñadas para la incineración controlada de las camas de los pollos, suelen utilizar tecnologías como hornos o cámaras de combustión que

generan altas temperaturas y condiciones de retención adecuadas para destruir los patógenos presentes en las camas (Donoso, 2017).

Para aplicar el método de combustión de residuos de camas, se deben seguir ciertos procedimientos. Primero, se recolectan y almacenan las camas usadas en un área designada para su incineración. Luego, las camas se transfieren al equipo de combustión, donde se algunas veces a temperaturas elevadas durante un período de tiempo determinado para asegurar la destrucción total de los patógenos (Arias, 2013).

Es importante tener en cuenta que el método de combustión de residuos de camas debe ser implementado de acuerdo con las regulaciones y estándares ambientales correspondientes, ya que el proceso de incineración genera emisiones y requiere una gestión adecuada de los residuos sólidos generados (Lozano, 2020).

2.5.3 Tratamientos biológicos.

Estos tratamientos comprenden la fermentación y la inhibición competitiva. En el caso de la inhibición competitiva, se introduce en la cama una cantidad significativa de *Bacillus subtilis* el día anterior al alojamiento de las aves. Esta bacteria acelera la descomposición de las excretas, utilizándolas como fuente de alimento, y también reduce los niveles de amoníaco en el galpón al transformar el nitrógeno excretado por las aves en nitritos y nitratos, compuestos estables y no volátiles (Bravo, 2023).

La fermentación es un proceso natural de descomposición de la materia orgánica en un entorno sin oxígeno; este proceso ocurre cuando se amontona profundamente la cama para favorecer la fermentación. Durante este proceso, la temperatura aumenta debido a las reacciones químicas de descomposición orgánica que tienen lugar en un espacio cerrado da como, resultado de la actividad microbiana, contribuyen a la destrucción de las principales bacterias de importancia avícola (Bravo, 2022).

Por otra parte, en la crianza de pollos, la fermentación se presenta como una técnica eficaz para el rehusó de camas, destacada por su capacidad

para descomponer y reciclar los residuos orgánicos presentes en la cama. Esta práctica promueve un ambiente favorable en el que los microorganismos descomponedores convierten los desechos en compuestos más simples y beneficiosos, como nutrientes y ácidos orgánicos (Bernigaud, 2022).

COBB (2022) reconoce la fermentación como una estrategia clave para mantener la calidad y la salud del ambiente en el que se desarrollan los pollos, promoviendo así su bienestar y un rendimiento óptimo en la producción avícola.

Según Ramos (2008) la actividad microbiana en el material de cama provoca un aumento de la temperatura y una reducción del pH, lo que resulta en la eliminación de las principales bacterias relevantes para la avicultura. De este modo, las camas que se reutilizan y someten a fermentación muestran niveles más bajos de contaminación en comparación con camas nuevas.

La acumulación profunda de la cama para facilitar la fermentación anaeróbica genera un aumento de la temperatura debido a las reacciones químicas de degradación orgánica que tienen lugar en un entorno cerrado; ya que estudios realizados por Thovar (2021) respaldan este fenómeno.

2.5.4 Riesgos que se pueden presentar al reutilizar la cama.

Cabe recalcar que la reutilización de la cama puede representar un posible medio de propagación de patógenos, como los virus asociados a enfermedades como la enfermedad de Gumboro, anemia infecciosa, Reovirus y daenovirus (Luyo, 2014).

Otros patógenos también pueden propagarse fácilmente en camas contaminadas, incluidos los responsables de la influenza aviar, la laringotraqueitis y otros, así como la presencia de hongos y parásitos como *Eimeria* sp. Por esta razón, muchos expertos en este campo recomiendan la limpieza y eliminación completa de la cama después de cada lote (Campaña, 2012).

2.5.5 ¿Cuándo se debe reutilizar cama?

Como alternativa para reducir los costos de producción y el impacto al medio ambiente la cama puede reutilizarse durante varios lotes consecutivos (Chiappe, 2010).

En general, la reutilización de la cama se lleva a cabo durante seis lotes aproximadamente, y no debe reutilizarse cuando un lote anterior de pollos ha experimentado problemas de salud (Donado, 2018).

2.5.6 ¿Por qué se reutiliza la cama?

Según Gracia (2012) la reutilización de la cama es una necesidad para la supervivencia de la industria avícola: el costo de producción y la sostenibilidad ambiental. Al reciclar se evita el costo de la compra de material de cama necesario para cubrir galpones.

La avicultura es una industria global importante que produce residuos sólidos, como la cama de cría. En un esfuerzo por reducir el impacto ambiental y los costos de producción, se reutilizan las camas en varios lotes sucesivos, lo que puede aumentar la concentración de microorganismos y generar condiciones insalubres. Es necesario considerar varios factores para garantizar que se minimicen los efectos negativos en la producción de pollos (Villareal, 2018).

La sustitución de la cama al finalizar cada lote generaría un significativo impacto ambiental, ya que grandes cantidades de este material serían destinadas a áreas agrícolas que no cuentan con las condiciones adecuadas para degradar y absorber sus componentes. Esto podría poner en riesgo tanto las aguas subterráneas como las superficiales de la región, comprometiendo su calidad y salud ambiental (Pizarro, 2006).

En los últimos años, se ha observado un aumento en la reutilización de las camas de cascarilla de arroz, debido a la escasez de este material y a la variabilidad en los precios, ya que los productores de carne de pollo están adoptando esta práctica con el objetivo de reducir los costos de producción,

buscando minimizar tanto el tiempo como los recursos necesarios para preparar las instalaciones entre cada ciclo de producción (Zamora, 2019).

2.6 Parámetros físicos de camas reusadas

Los factores físicos desempeñan un papel crucial en la inactivación de patógenos, entre ellos el pH, la temperatura y la humedad, que están estrechamente relacionados con el microbiota presente en la reutilización de las camas, las altas temperaturas juegan un papel crucial en la inactivación de patógenos, siendo este un mecanismo principal, por lo que es esencial considerar la relación entre la temperatura y el tiempo de exposición para lograr resultados satisfactorios (Santiago, 2013).

El pH de la cama desempeña un papel crucial en la liberación de amoníaco, siendo ideal por debajo de 7 para reducir su evaporación; sin embargo, sin tratamiento con acidificantes, es común que el pH de la cama se encuentre cerca de 8 o incluso ligeramente superior. Por ello, muchos criadores optan por aplicar tratamientos acidificantes en la cama justo antes de la llegada de un nuevo lote, con el fin de reducir el pH durante los primeros días y así disminuir la evaporación de amoníaco (Guachichullca, 2023).

La temperatura óptima de la cama para la producción de pollos de engorde se sitúa entre los 28 a 30 °C.; sin embargo, de acuerdo con un estudio realizado por Bernigaud (2022) bacterias como *Escherichia coli* podría ser capaz de sobrevivir temperaturas de 35 °C cuando exista una humedad del 65 %. Aun así, la temperatura ideal para reducir el conteo de bacterias como *E. coli* y *Salmonella* parece ser 55 °C.

Tabla 1.

Límites al crecimiento de patógenos

Condiciones	Mínimo	Óptimo	Máximo
Temperatura, °C	5.2	35 - 43	46.2
pH	3.8	7 – 7.5	9.5

Nota: Tomado de Roberts (1996), adaptado por El Autor

2.7 Análisis microbiológico de cama reusada

Según Hortua (2021) La cama de aves suele contener una alta cantidad de bacterias, con concentraciones que oscilan entre 10^{10} y 10^{11} unidades formadoras de colonias (ufc) por gramo de cama. Los recuentos totales de bacterias aeróbicas suelen ser más bajos, alrededor de 10^8 a 10^{10} ; cuando la cama y el material de cama son frescos, comienzan con alrededor de 10^5 ufc por gramo, pero una vez que las aves se colocan en la cama, los números de bacterias aumentan significativamente a alrededor de 10^8 .

En la cama de cría de pollos, se encuentran bacterias potencialmente patógenas comunes como *Escherichia coli*, *Staphylococcus spp.* y *Clostridium spp.*, aunque *Salmonella* es menos común. *Staphylococcus spp.* es la bacteria más abundante, representando el 29.1 % de la población total de bacterias en la cama. *Escherichia coli* se utiliza para detectar la contaminación fecal con concentraciones que varían entre 10^5 y 10^{10} ufc por gramo de cama (Munilla y Vittone, 2022).

En un estudio realizado en la Universidad de Auburn, se examinaron muestras de bacterias aeróbicas, bacterias anaeróbicas y niveles de humedad en la cama, utilizando los métodos adecuados mostraron que ni las concentraciones de bacterias aeróbicas ni las de anaeróbicas aumentaron con lotes sucesivos de aves; las diferencias significativas parecían ser aleatorias en la cama relacionados con las temporadas, los lotes de aves consecutivos o la edad de las aves (Vásquez, 2020).

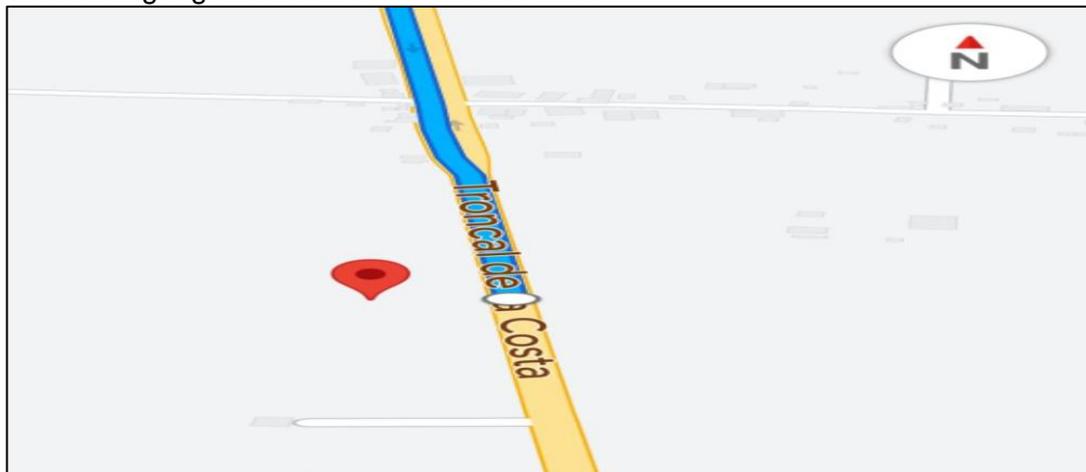
3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación del ensayo

El estudio se realizó en el recinto Tres Cerritos, perteneciente al cantón Naranjal de la provincia del Guayas.

Figura 3.

Ubicación geográfica del recinto Tres Cerritos.



Nota: Tomado de Google maps (2024)

3.1.1 Características climáticas.

El pueblo Tres Cerritos posee un clima tropical, se encuentra a 2 kilómetros de las reservas de Churute, a 40 kilómetros de la ciudad de Guayaquil. Debe su nombre a la presencia de una pequeña cordillera y su clima es de 28 °C media anual (en época lluviosa) (Saavedra, 2020).

3.2 Materiales

3.1.2 Materiales de oficina.

- Computadora.
- Hojas A4.
- Celular.
- Bolígrafo.
- Cuaderno.
- Internet

3.1.3 Materiales de granja.

- Ropa adecuada (camiseta manga larga y pantalones jean).
- Botas.
- Pesa digital.
- Hojas de registro.

3.1.4 Materiales de desinfección para el galpón.

- Flameador industrial.
- Escoba.
- Desinfectante (formol 37 %)
- Solución desinfectante (yodo 8 cm/litro de agua)
- Cal viva.
- Bomba de fumigación.

3.1.5 Materiales del galpón.

- 540 pollitos bebés.
- Balanceado para aves de engorde.
- Agua potable.
- Extractores.
- Cama (sustrato de arroz).
- Malla.
- Calefactores.
- Bebederos.
- Comederos.
- Ventiladores.
- Termómetro.

3.3 Tipo de estudio

La investigación fue de carácter experimental, utilizó un enfoque cuantitativo con alcance exploratorio, descriptivo y correlacional.

3.4 Diseño del experimento y análisis estadístico

El diseño experimental fue realizado por bloques en donde cada tratamiento se dividió en 3 bloques (machos, hembras y mixto) cada bloque estuvo constituido por 30 pollos; y se realizó 3 repeticiones de cada tratamiento. Para el análisis estadístico se utilizó la herramienta Infostat para realizar un análisis de varianza (ANOVA) con un p-valor de 0.05 y un nivel de confianza del 95 %, además de la distribución T de student para así determinar la diferencia entre los parámetros microbiológicos y bio-productivos y si existe una relación entre las variables estudiadas.

3.5 Población de estudio

El estudio se realizó en el Recinto Tres Cerritos el cual se ejecutó en un solo galpón con una población total de 540 pollos, de los cuales 270 conformaron el tratamiento de alcalinización y los 270 restantes conformaron tratamiento de combustión.

3.6 Procedimiento

El estudio se realizó en un galpón de 6 x 14 metros, donde se criaron 540 pollos en total, y se usó dos tratamientos o técnicas de reutilización de cama.

Dentro de la primera técnica se realizó la expiración de hidróxido de calcio (comúnmente conocido como cal) en este método se removió la cama, se añadió la cal dentro del área a desinfectar y se dejó actuar durante 3 días.

En la segunda técnica se colocó plástico negro sobre el sustrato o cama durante 6 días; al ser un sustrato rehusado la materia orgánica empezó a descomponerse y a liberar gases dado que el área estaba cubierta por el plástico negro estos gases elevaron la temperatura del sustrato entre 65 y 70 °C, esto ayuda a eliminar microorganismos patógenos que resultan dañinos para los pollos de engorde.

Una vez ejecutadas ambas técnicas se realizó un estudio microbiológico de las camas reutilizadas.

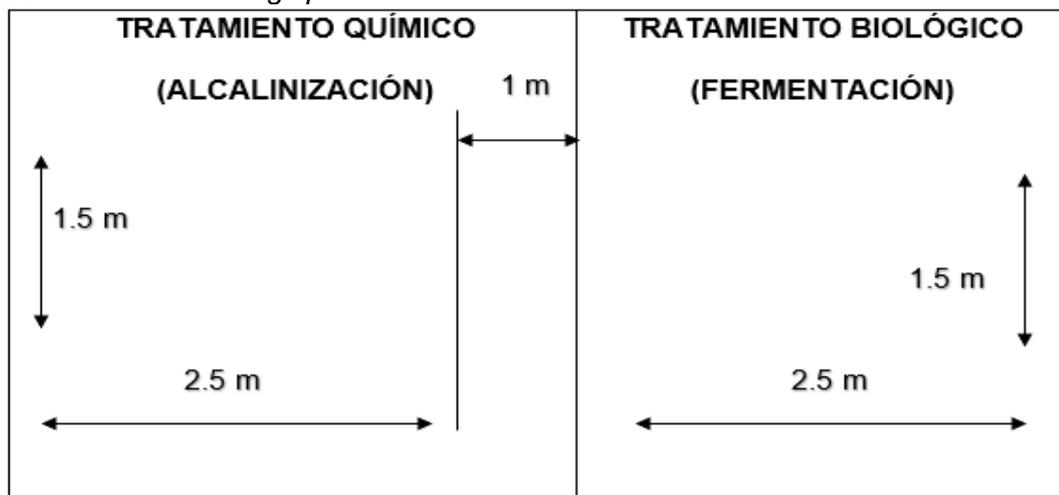
Se trabajó con 540 aves Broiler (270 machos y 270 hembras), lo cuales fueron distribuidos en 2 áreas, que a su vez estabas distribuidos en 3 bloques con 90 hembras, 90 machos y 90 mixtos.

Sus dimensiones fueron:

- Tratamiento 1 (Alcalinización) de 2,5 m ancho x 1,5 m de largo y 1 metro de callejón.
- Tratamiento 2 (Combustión) de 2,5 m de ancho x 1,5 m de largo.

Figura 4.

Dimensiones de los galpones en cada tratamiento.



Se realizó la crianza con alimento balanceado de marca comercial, siendo administrado en diferentes etapas:

- Iniciador de 1-14 días, se administró entre 400 a 450.
- Crecimiento en el rango 15-28 días de edad, se administró entre 1 500 a 1 600 g.
- Engorde de 29 a 35 días de edad, se administró entre 1 100 a 1 200 g.

Al iniciar el estudio cuando se recibió los pollitos bebé el galpón se dividió en 18 bloques cada uno con una dimensión de 1 m de ancho por 1 m de largo.

A partir de los 10 días la dimensión de cada bloque cambió a 2.5 m de ancho por 1.5 m de largo. Es decir que cada tratamiento contó con tres bloques de 30 pollos machos, 30 pollos hembras y 30 pollos mixtos.

Dentro el galpón se contó con dos ventiladores, para bajar gradualmente la temperatura, a partir de los 20 días se contó con una temperatura máxima de 25 °C.

3.7 Variables investigadas

3.7.1 Dependientes.

Se determinaron las siguientes variables encada uno de los tratamientos:

3.7.1.1 *Peso corporal (g/ave).*

Se registró para cada semana 1 al 6 el peso de todas las aves.

3.7.1.2 *Consumo de alimento acumulado (g/ave).*

Se determinó el consumo de alimento acumulado por semana calculando la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad de alimento rechazado.

El consumo de alimento se estimó con la siguiente fórmula:

$$CA = \frac{AO - AR}{NA} \quad \text{Ecuación 1}$$

Fuente: Santana (2013)

Dónde:

CA: Consumo de alimento

AO: Alimento ofrecido

AR: Alimento rechazado

NA: Número de aves

3.7.1.3 Índice de conversión alimenticia acumulada (g:g).

Se calculó semanalmente dividiendo el alimento consumido entre el peso del ave con la siguiente fórmula:

$$Ica = \frac{CA}{PA} \quad \text{Ecuación 2}$$

Fuente: Tolentino (2008)

Dónde:

Ica: Índice de conversión alimenticia

CA: Consumo de alimento

PA: Peso del ave

3.7.1.4 Ganancia de peso (g/ave).

Se determinó la ganancia de peso por semana, calculando la diferencia entre el peso del ave al inicio y el peso del ave al final de cada semana.

Para la determinación de esta variable se utilizó la siguiente ecuación:

$$GDP = Pin - Pf \quad \text{Ecuación 3}$$

Fuente: Santana (2013)

Dónde:

GDP: Ganancia de peso inicial

Pin: Peso inicial

Pf: Peso final

3.7.1.5 Mortalidad acumulada (%).

Se registró la mortalidad por semana.

3.7.1.6 Análisis microbiológico.

Se realizó un análisis microbiológico de levaduras, *Salmonella* sp., coliformes totales y *E. coli*. de la cama de ambas técnicas de reutilización, tanto al inicio como al final del lote.

3.7.2 Independientes.

Las variables independientes de este estudio fueron:

- Técnica de reutilización del sustrato.
- Tratamiento químico (Alcalinización).
- Tratamiento Biológico (Fermentación).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso corporal

Los resultados del peso corporal se muestran a detalle en la Tabla 2. Se comparo los dos tratamientos: Alcalinización y Fermentación, en con el grupo control COBB (2022) sobre el peso de pollos de diferentes géneros a lo largo de seis semanas.

Tabla 2.

Peso corporal de las aves (g) de los tratamientos de alcalinización y fermentación hasta los 38 días de edad.

SEMANA	ALCALINIZACIÓN			FERMENTACIÓN		
	Hembras	Machos	Mixtos	Hembras	Machos	Mixtos
1	192.07	204.40	197.00	192.84	198.40	190.70
2	515.75	548.10	518.40	512.30	548.5	525.00
3	1 024.29	1 088.40	1 064.10	1 020.69	1 094.10	1 060.20
4	1 772.00	1 992.60	1 830.20	1 754.59	1 974.00	1 804.10
5	2 502.82	2 763.90	2 656.50	2 493.21	2 755.40	2 647.60
6	2 684.71	3 018.35	2 874.88	2 677.23	3 012.59	2 846.29

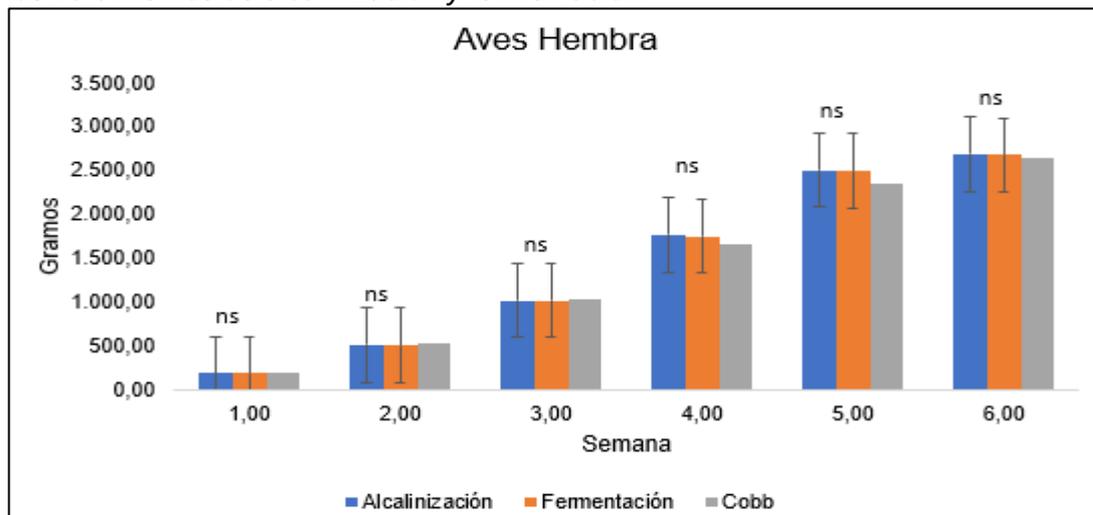
En los pollos hembra se observa un aumento gradual en el peso de las hembras a lo largo de las semanas para los tres tratamientos; no obstante, al comparar las medias de peso en la semana 6, se identifica que Alcalinización tiene un peso promedio de aproximadamente 2 684.71 g, Fermentación de aproximadamente 2 677.23 g, y Cobb de aproximadamente 2 648.97 g.

En el caso de los machos, el incremento de peso es consistente en todas las semanas y tratamientos; al evaluar las medias de peso en la semana 6, se observa que Alcalinización tiene un peso promedio de aproximadamente 3 018.35 g, Fermentación de aproximadamente 3 012.59 g, y Cobb de aproximadamente 3 043.61 g.

Para el grupo mixto, los resultados son congruentes con los patrones observados en hembras y machos; ya que las medias de peso en la semana 6 son aproximadamente 2 874.88 g para Alcalinización, 2 857.26 g para Fermentación y 2 846.29 g para Cobb.

Figura 5.

Peso corporal (g.) semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



La Figura 5 presenta el peso corporal semanal de pollos hembras, comparando los tratamientos de Alcalinización y Fermentación con el grupo de control COBB (2022). Es importante mencionar que no se encontraron diferencias significativas a lo largo de las 6 semanas en el desarrollo de pollos hembra. Similares resultados fueron encontrados por COBB (2022) en todo el ciclo de crecimiento. La primera semana, se observa una ligera disminución en los valores iniciales de peso corporal para Alcalinización (192.07 g) y Fermentación (192.84 g) en comparación con Cobb (199.58 g); esta ligera variabilidad inicial puede deberse a la adaptación de las aves a los nuevos tratamientos o a condiciones ambientales particulares (García, 2011).

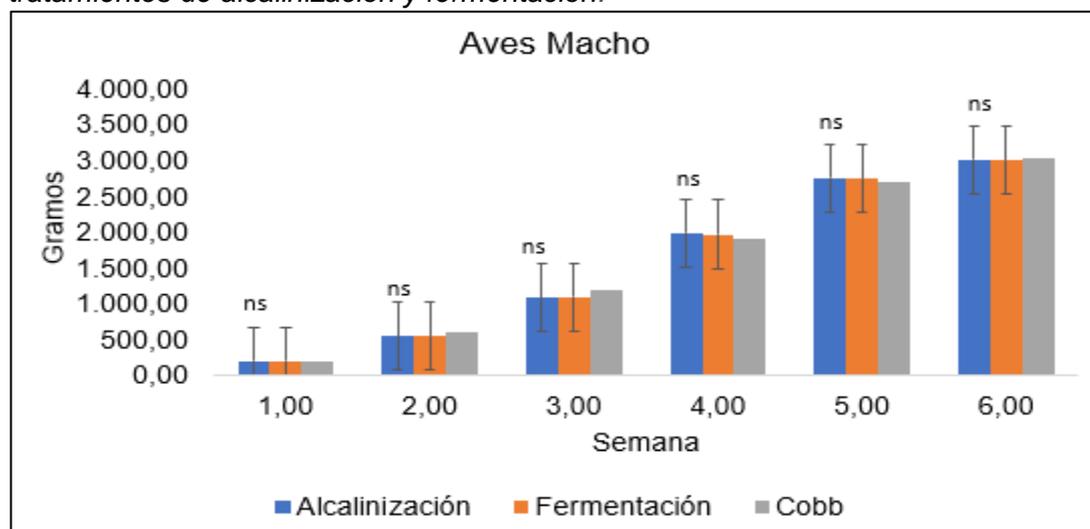
A medida que progresa el estudio, las diferencias en el peso corporal entre Alcalinización, Fermentación y Cobb tienden a disminuir. En las semanas 2 y 3, los valores se mantienen cercanos entre los tratamientos, y aunque ligeramente inferiores al grupo Cobb, la diferencia no es significativa. En las semanas 4 y 5, se observa una leve disminución en la brecha de peso, sugiriendo una posible adaptación positiva de las aves a los tratamientos alternativos.

La última semana presenta resultados interesantes, donde los valores de Alcalinización (2 684.71 g) y Fermentación (2 677.23 g) son comparables

e incluso superiores al grupo Cobb (2 648.97 g). Este aumento podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, superando el rendimiento del grupo de control.

Figura 6.

Peso corporal semanal de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



El peso corporal semanal de pollos machos criados sobre camas reusadas, sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control COBB (2022) a lo largo de seis semanas se muestran en la Figura 6. Cabe destacar que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos durante las 6 semanas a lo largo del experimento.

En la primera semana, se observa que Alcalinización (204.4 g) y Fermentación (198.4 g) tienen valores iniciales similares, mientras que Cobb registra 204.12 g. Estos valores iniciales están dentro del rango de referencia de COBB (2022), mostrando una consistencia con los estándares de la industria avícola.

En las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación presentan un aumento progresivo en el peso corporal, manteniendo valores comparables entre sí, aunque ligeramente inferiores a Cobb, que muestra un incremento

más pronunciado; esto significa que los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

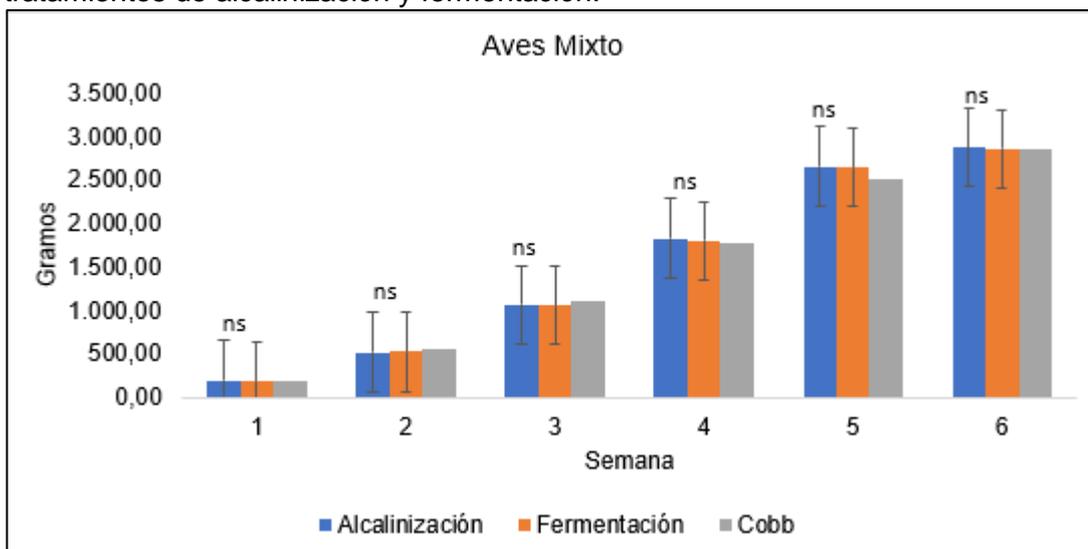
Las semanas 4 y 5 revelan una proximidad en los valores de peso corporal entre Alcalinización y Fermentación, con un aumento notorio. Aunque Cobb sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb.

En la última semana, Alcalinización (3 018.35 g) y Fermentación (3 012.59 g) superan a Cobb (3 043.61 g). Esta diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos, y los valores de todos los tratamientos siguen estando dentro de los parámetros definidos por Cobb.

Se destaca que, aunque inicialmente puede haber variabilidad, Alcalinización y Fermentación son similares a los propuestos por COBB (2022).

Figura 7.

Peso corporal semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



La Figura 7 muestra el peso corporal semanal de pollos mixtos criados sobre camas reusadas, sujetos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control COBB (2022) durante

seis semanas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos y el peso corporal de los pollos mixtos.

En la primera semana, Alcalinización (197.0 g) y Fermentación (190.7 g) registran valores iniciales ligeramente inferiores a Cobb (201.85 g). Estos valores están dentro de la variabilidad esperada y reflejan adaptación inicial de las aves a los tratamientos.

Durante las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación muestran un aumento progresivo en el peso corporal, manteniendo valores comparables entre sí, mientras que Cobb muestra un incremento más pronunciado. A pesar de las diferencias, todos los valores están dentro del rango aceptado por Cobb.

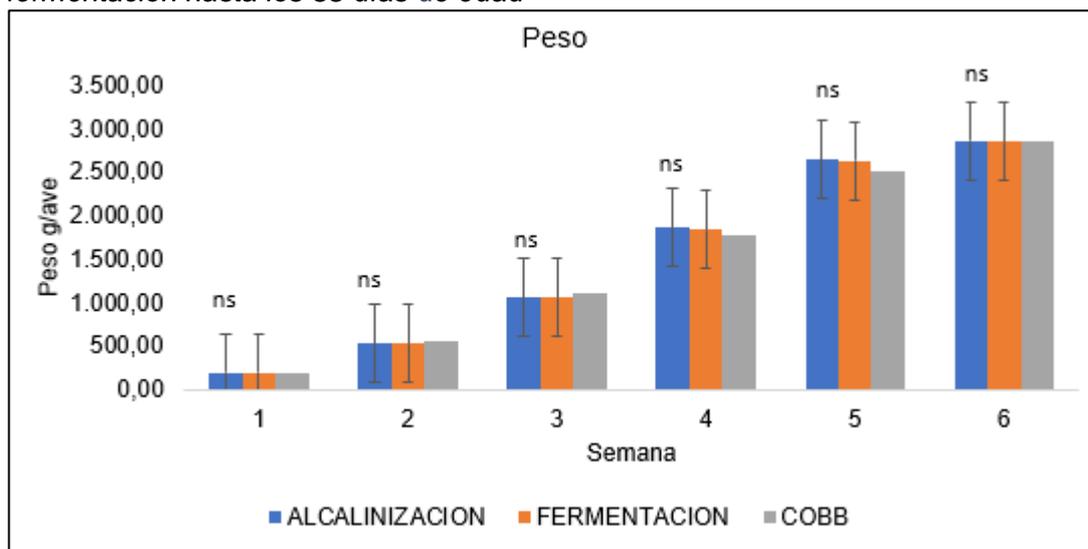
En las semanas 4 y 5, Alcalinización y Fermentación revelan una proximidad en los valores de peso corporal, con un aumento significativo. Aunque Cobb sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana, Alcalinización (2 874.88 g) y Fermentación (2 857.26 g) superan a Cobb (2 846.29 g). Esta diferencia sugiere una adaptación positiva de las aves a los tratamientos, y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

Al analizar los datos de peso corporal (Tabla 7) de las aves en los tratamientos, se observa un incremento progresivo en el peso en ambos grupos. En promedio, las aves sometidas a Alcalinización mostraron un peso corporal acumulado ligeramente inferior en comparación con aquellas del grupo de Fermentación. Por ejemplo, las aves tratadas con Alcalinización tuvieron un peso corporal promedio de 2 821.53 gramos, mientras que las del grupo de Fermentación alcanzaron un promedio de 2 838.73 gramos.

Figura 8.

Peso corporal general de las aves (g) de los tratamientos de alcalinización y fermentación hasta los 38 días de edad



La Figura 8 muestra el peso corporal general de las aves de los tratamientos de alcalinización y fermentación con el control Cobb. Al comparar los datos de peso corporal de los tratamientos de alcalinización y fermentación con el estándar representado por el grupo Cobb, se observa que, en promedio, las aves sometidas a ambos tratamientos muestran un peso corporal acumulado ligeramente inferior en comparación con el grupo Cobb.

Por ejemplo, al final del estudio, las aves tratadas con Alcalinización tuvieron un peso corporal promedio de 2 821.53 gramos, mientras que las del grupo de Fermentación alcanzaron un promedio de 2 838.73 gramos, ambos por debajo del peso promedio del grupo Cobb; sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en el peso corporal entre los tratamientos.

Además, se nota una tendencia hacia un mayor peso corporal en los machos en comparación con las hembras en ambos tratamientos. Por ejemplo, en la semana 6, los machos tratados con Alcalinización alcanzaron un peso promedio de 3 034.33 gramos, mientras que las hembras alcanzaron un promedio de 2 741.57 gramos. Estas diferencias en el peso corporal entre los tratamientos y entre sexos pueden tener implicaciones importantes en el rendimiento y la producción avícola.

Los pesos a semana 6 superaron los reportados por Vejarano (2008) quien obtuvo 2 550g en promedio con una dieta control; y esta diferencia puede atribuirse al efecto positivo de los tratamientos evaluados sobre la digestibilidad y absorción de nutrientes, impactando en mayor crecimiento; aunque esto también requiere de más estudios para confirmar estos efectos a largo plazo. Huamán (2020) en su estudio de octavo reúso de cama alcanzó 2 581 g resultado menor a nuestro reporte.

Estos resultados evidencian un crecimiento acelerado, posiblemente potenciado por los tratamientos evaluados, ya que se aprovecha óptimamente el potencial genético para un rápido aumento de peso corporal. No obstante, habría que monitorear que no se comprometa la viabilidad, salud intestinal y bienestar de las aves.

4.2 Consumo de alimento acumulado

La Tabla 3 presenta el consumo de alimento acumulado (en gramos) para los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, en comparación con el grupo de control COBB (2022), a lo largo de seis semanas.

Tabla 3.

Consumo de alimento acumulado (gr.) para los tratamientos de alcalinización y fermentación

SEMANA	ALCALINIZACIÓN			FERMENTACIÓN		
	HEMBRAS	MACHOS	MIXTOS	HEMBRAS	MACHOS	MIXTOS
1	199.25	186.85	186.57	185.55	187.55	199.69
2	606.21	588.68	604.85	589.34	589.34	644.08
3	1 326.96	1 311.92	1 377.22	1 299.79	1 315.03	1 416.32
4	2 383.10	2 423.72	2 481.10	2 347.06	2 428.21	2 506.68
5	3 605.90	3 788.40	3 767.81	3 562.40	3 813.39	3 793.85
6	4 269.07	4 618.23	4 459.87	4 208.68	4 655.36	4 486.58

En hembras, se incrementa progresivamente en todas las semanas para los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, así como para el grupo Cobb. Al analizar los valores en la semana 6, se observa que el grupo de Alcalinización tiene un consumo acumulado de aproximadamente 4 269.07 g, Fermentación de aproximadamente 4 208.68 g y Cobb de

aproximadamente 4 018.83 g. Las hembras sometidas a Alcalinización y Fermentación han consumido más alimento en comparación con los intervalos de Cobb.

Para los machos, existe un aumento en el consumo acumulado de alimento a lo largo de las semanas para todos los tratamientos. Al examinar los valores en la semana 6, se encuentra que el grupo de Alcalinización tiene un consumo acumulado de aproximadamente 4 618.23 g, Fermentación de aproximadamente 4 655.36 g y Cobb de aproximadamente 4 445.21 g. En este caso, los machos sometidos a los dos tratamientos también presentan un mayor consumo acumulado en comparación con el grupo Cobb.

En el grupo mixto, los patrones son coherentes con las observaciones anteriores. En la semana 6, se registra un consumo acumulado de aproximadamente 4 459.87 g para Alcalinización, 4 486.58 g para Fermentación y 4 479.78 g para Cobb. Aunque las diferencias en el consumo acumulado no son tan pronunciadas como en hembras y machos, sigue siendo evidente un ligero aumento en los tratamientos de Alcalinización y Fermentación.

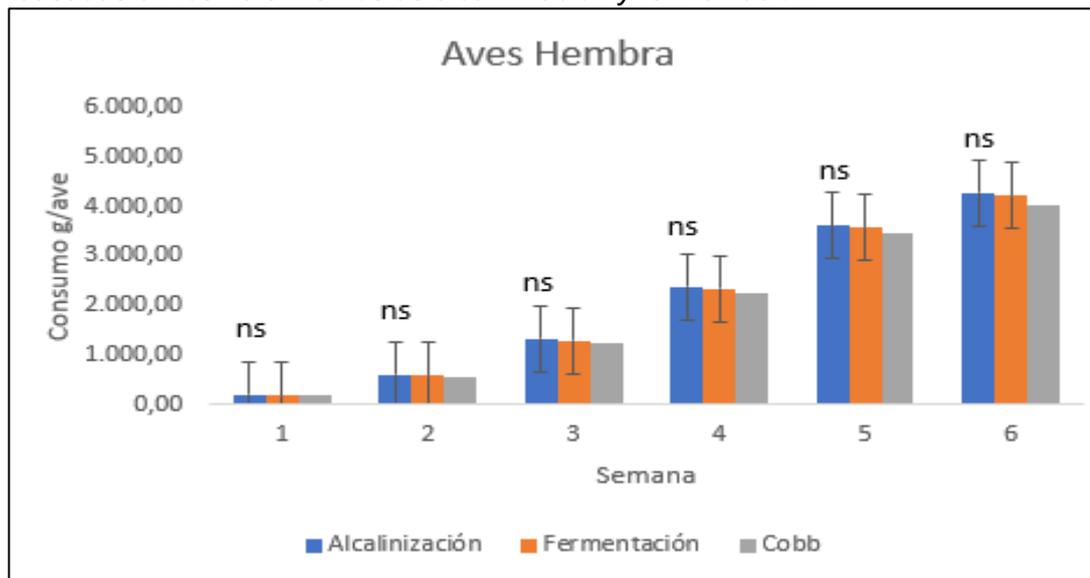
Este análisis del consumo acumulado de alimento sugiere que tanto Alcalinización como Fermentación pueden estar asociadas con un mayor consumo en comparación con el grupo de control Cobb.

La Figura 9 presenta el consumo de alimento acumulado semanal de pollos hembras criados sobre camas reusadas, sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control COBB (2022) a lo largo de seis semanas. No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de alimento acumulado semanal de los pollos hembra.

En la primera semana, Alcalinización (199.25 g) y Fermentación (185.18 g) tienen un consumo de alimento inicial superior a Cobb (176.9 g). Estos valores pueden atribuirse a las diferencias en las formulaciones de los tratamientos y reflejar la adaptación de las aves a nuevas dietas.

Figura 9.

Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



Durante las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación muestran un aumento progresivo en el consumo de alimento, manteniendo valores comparables entre sí, mientras que Cobb presenta un incremento más marcado. Aunque hay variabilidad, todos los valores están dentro de la variabilidad aceptada por COBB (2022).

En las semanas 4 y 5, se observa que Alcalinización y Fermentación revelan un consumo de alimento cercano, con un aumento significativo; aunque Cobb sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites definidos por COBB (2022).

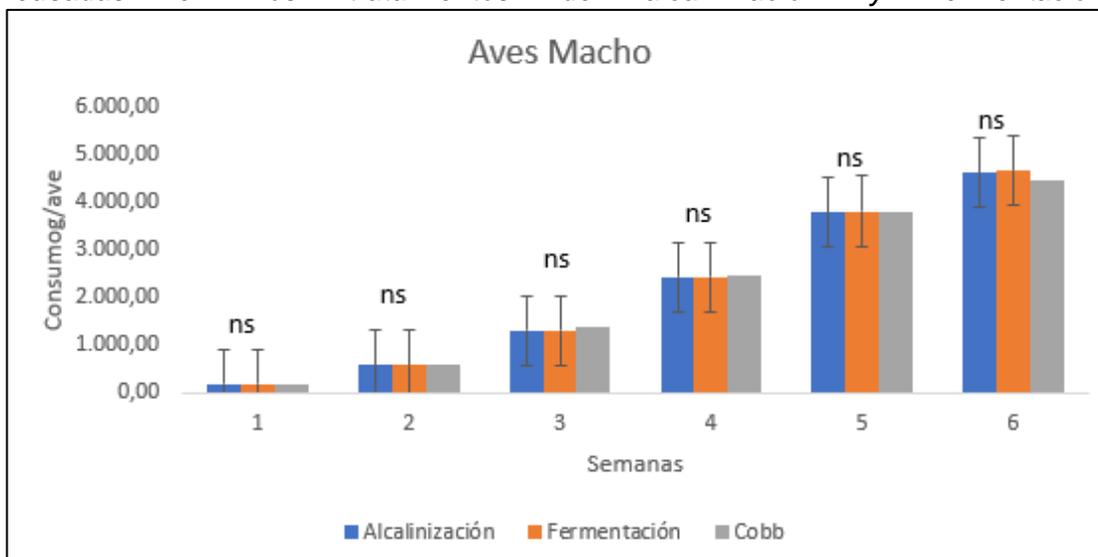
En la última semana, Alcalinización (4 269.07 g) y Fermentación (4 208.68 g) superan a Cobb (4 018.83 g) en consumo de alimento acumulado. Esta diferencia sugiere una posible adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios, y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

La Figura 10 presenta el consumo de alimento acumulado semanal de pollos machos criados sobre camas reusadas, sujetos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control Cobb a

lo largo de seis semanas. En lo que se refiere al consumo acumulado no se encontraron diferencias significativas a lo largo de las 6 semanas.

Figura 10.

Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos macho criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



En la primera semana, Alcalinización (186.85 g) y Fermentación (187.55 g) tienen un consumo de alimento inicial ligeramente inferior a COBB (2022) (181.44 g). Estos valores iniciales están dentro de la variabilidad esperada y reflejan la adaptación de las aves a los nuevos tratamientos alimentarios.

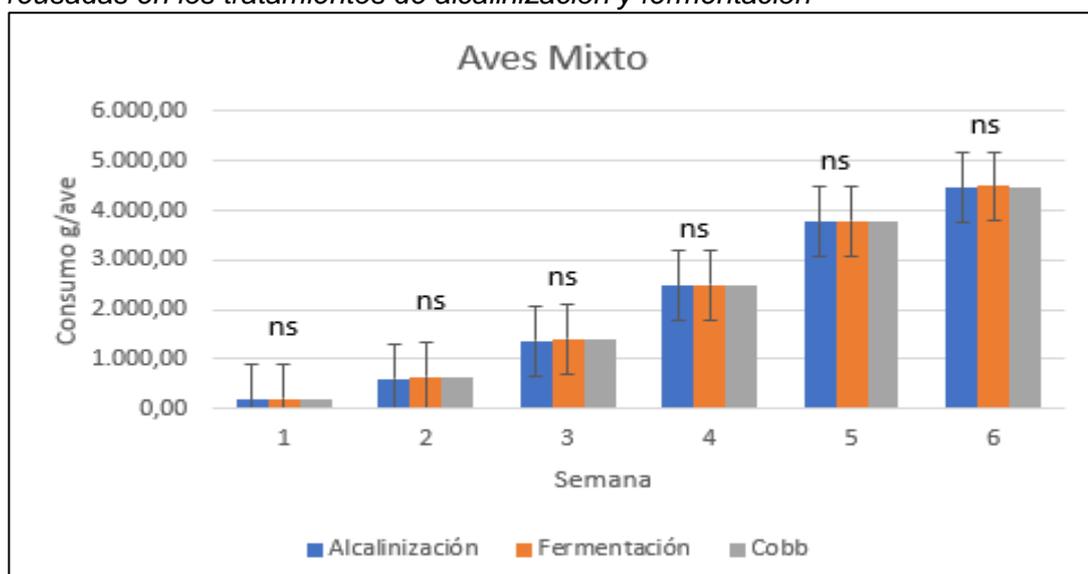
Durante las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación muestran un aumento progresivo en el consumo de alimento, manteniendo valores comparables entre sí, mientras que COBB (2022) presenta un incremento más marcado. Aunque hay variabilidad, todos los valores están dentro de los límites aceptados por COBB (2022).

En las semanas 4 y 5, Alcalinización y Fermentación revelan un consumo de alimento cercano, con un aumento significativo. Aunque COBB (2022) sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites definidos por COBB (2022).

En la última semana, Alcalinización (4 618.23 g) y Fermentación (4 655.36 g) superan a Cobb (4 445.21 g) en consumo de alimento acumulado. Esta diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios, y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por COBB (2022).

Figura 11.

Consumo de alimento acumulado semanal de los pollos mixto criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



La Figura 11 muestra el consumo de alimento acumulado semanal de pollos mixtos criados sobre camas reusadas, sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control COBB (2022) durante seis semanas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en acumulado semanal de los pollos mixto durante las 6 semanas.

En la primera semana, Alcalinización (186.565 g) y Fermentación (199.686 g) tienen un consumo de alimento inicial comparable, ligeramente inferior a COBB (2022) (190.9 g). Estos valores iniciales están dentro de la variabilidad esperada y reflejan la adaptación de las aves a los nuevos tratamientos alimentarios.

Durante las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación muestran un aumento progresivo en el consumo de alimento, manteniendo valores comparables entre sí, mientras que Cobb presenta un incremento más marcado; aunque hay variabilidad, todos los valores están dentro de los límites aceptados por COBB (2022).

En las semanas 4 y 5, Alcalinización y Fermentación revelan un consumo de alimento cercano, con un aumento significativo; aunque con Cobb sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana, Alcalinización (4 459.87 g) y Fermentación (4 486.58 g) superan ligeramente a Cobb (4 479.78 g) en consumo de alimento acumulado. Esta pequeña diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios, y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

Al analizar los datos de consumo de alimento acumulado (Figura 12) para los dos tratamientos, se observa un aumento progresivo en la cantidad de alimento consumido. En particular, se destaca que, en promedio, los animales sometidos al tratamiento de Alcalinización consumieron un total acumulado de 4 310.47 g, mientras que en Fermentación consumieron 4 321.11 g. Esta diferencia de consumo, sugiere una posible preferencia por el alimento fermentado por parte de los animales.

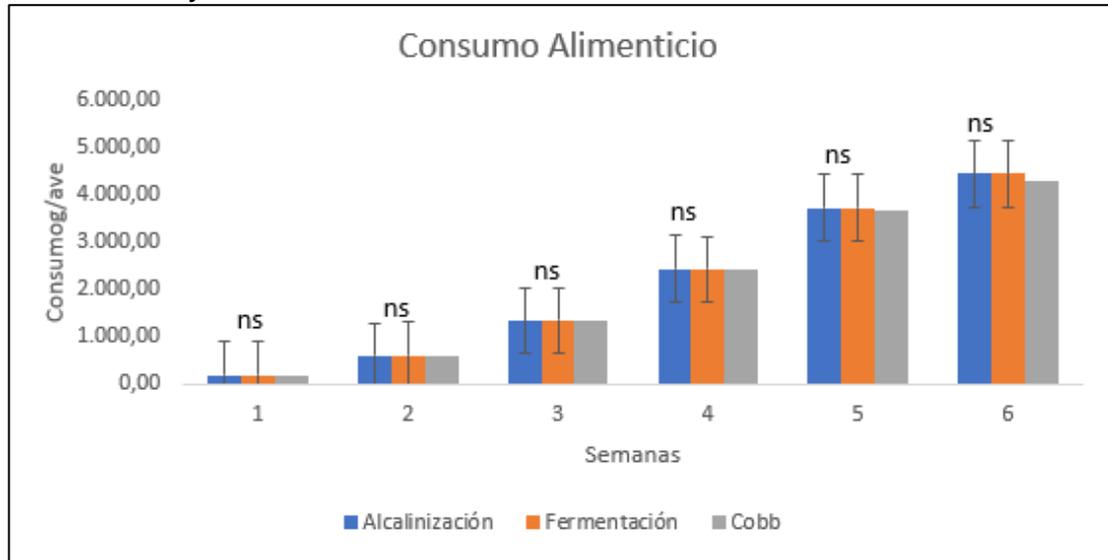
Además, se nota una tendencia hacia un mayor consumo en los machos en comparación con las hembras en ambos tratamientos. Por ejemplo, en el tratamiento de Alcalinización, los machos consumieron en promedio 4 527.07 gramos de alimento, mientras que las hembras consumieron 3 816.32 gramos en total durante el estudio.

Esto puede influir en los resultados de rendimiento y eficiencia alimenticia obtenidos en el estudio. Por lo tanto, estos valores resaltan la

importancia de considerar el consumo de alimento como un factor crucial en la evaluación de los tratamientos y su impacto en el crecimiento y desarrollo de los animales.

Figura 12.

Consumo General de alimento acumulado en gramos para los tratamientos de alcalinización y fermentación.



En la Figura 12 se observa el consumo de alimento acumulado entre los dos tratamientos y el grupo de control COBB, se observan algunas variaciones a lo largo de las seis semanas de estudio. En la primera semana, ambos tratamientos muestran un ligero aumento en el consumo de alimento en comparación con el grupo Cobb, con diferencias que oscilan alrededor de 7-8 gramos.

En la segunda semana, mientras que la alcalinización tiene un consumo de alimento acumulado ligeramente inferior al grupo Cobb, la fermentación muestra un consumo casi equivalente; sin embargo, a partir de la tercera semana, ambas intervenciones presentan un consumo de alimento acumulado menor en comparación con el grupo Cobb.

Esta tendencia se invierte en la cuarta semana, donde tanto la alcalinización como la fermentación superan al grupo Cobb en el consumo de alimento acumulado, con diferencias de alrededor de 19-21 gramos. En las semanas cinco y seis, esta diferencia se amplía, con ambas intervenciones

mostrando un consumo de alimento acumulado significativamente mayor que el grupo Cobb, con diferencias que oscilan entre 38-135 gramos.

El consumo acumulado a la semana 6 se encontró dentro del rango reportado por Vejarano (2008), quienes obtuvieron un consumo de 4 200 a 4 600 g aproximadamente a esta edad con una dieta estándar. Estos hallazgos sugieren que los tratamientos de alcalinización y fermentación pueden tener un efecto variable en el consumo de alimento acumulado en comparación con el estándar representado por el grupo Cobb a lo largo del período de estudio.

4.3 Índice de conversión alimenticia acumulada

La Tabla 4 presenta los resultados del Índice de Conversión Alimentaria (ICA) para los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, en comparación con el grupo de control COBB (2022), a lo largo de seis semanas. Para calcular el índice de conversión alimenticia acumulada se utilizó la Ecuación 2.

Tabla 4.

Resultados obtenidos del ICA para los tratamientos de Alcalinización y Fermentación

Semana	ALCALINIZACIÓN			FERMENTACIÓN		
	HEMBRAS	MACHOS	MIXTOS	HEMBRAS	MACHOS	MIXTOS
1	1.037	0.914	0.947	0.960	0.945	1.047
2	1.175	1.074	1.167	1.132	1.074	1.227
3	1.294	1.205	1.294	1.273	1.202	1.336
4	1.345	1.216	1.356	1.338	1.230	1.389
5	1.441	1.371	1.418	1.429	1.384	1.433
6	1.590	1.530	1.551	1.572	1.545	1.570

En hembras, el ICA refleja la eficiencia de conversión alimentaria. A medida que avanzan las semanas, se observa que el ICA para Alcalinización varía desde 1.037 en la semana 1 hasta 1.590 en la semana 6. Para Fermentación, el ICA oscila desde 0.960 en la semana 1 hasta 1.572 en la semana 6. En comparación el grupo Cobb presenta valores de ICA más bajos en todas las semanas, indicando una potencial mayor eficiencia en la conversión alimentaria en el grupo de control.

Los resultados del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) revelan diferencias significativas entre los tratamientos de Alcalinización, Fermentación y el grupo de control COBB. En hembras, se observa que tanto Alcalinización como Fermentación muestran una mejora en la eficiencia de conversión alimentaria a lo largo de las seis semanas en comparación con el grupo COBB.

Es interesante destacar que, si bien ambos tratamientos presentan mejoras en el ICA, Fermentación muestra una tendencia a mantener valores más bajos desde el inicio hasta la semana 6 en comparación con Alcalinización. Esta diferencia podría atribuirse a la actividad microbiológica en el proceso de fermentación, que podría estar contribuyendo a una mejor digestibilidad de los nutrientes en la dieta de las aves.

En machos, los resultados del ICA también muestran variaciones a lo largo de las semanas. El ICA para Alcalinización va desde 0.914 en la semana 1 hasta 1.530 en la semana 6. Para Fermentación, el ICA fluctúa desde 0.945 en la semana 1 hasta 1.545 en la semana 6. Al comparar con el grupo Cobb, se observa que los valores de ICA para Alcalinización y Fermentación son generalmente más altos indicando una posible menor eficiencia en la conversión alimentaria.

Los resultados del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en machos reflejan variaciones significativas para los tratamientos aplicados. En el caso de Alcalinización, se observa un aumento gradual en el ICA desde la semana 1 hasta la semana 6, lo que indica una posible mejora en la eficiencia de conversión alimentaria a medida que avanza el tiempo. Por otro lado, en la Fermentación también muestra un aumento en el ICA a lo largo del estudio, aunque con fluctuaciones menores en comparación con Alcalinización.

Al comparar los valores de ICA obtenidos con el grupo de control COBB, se observa que tanto Alcalinización como Fermentación presentan valores generalmente más altos. Esto sugiere una posible menor eficiencia en

la conversión alimentaria en los tratamientos evaluados en comparación con el grupo de control. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos resultados pueden estar influenciados por una variedad de factores, como la composición de la dieta, las condiciones ambientales y la genética de las aves.

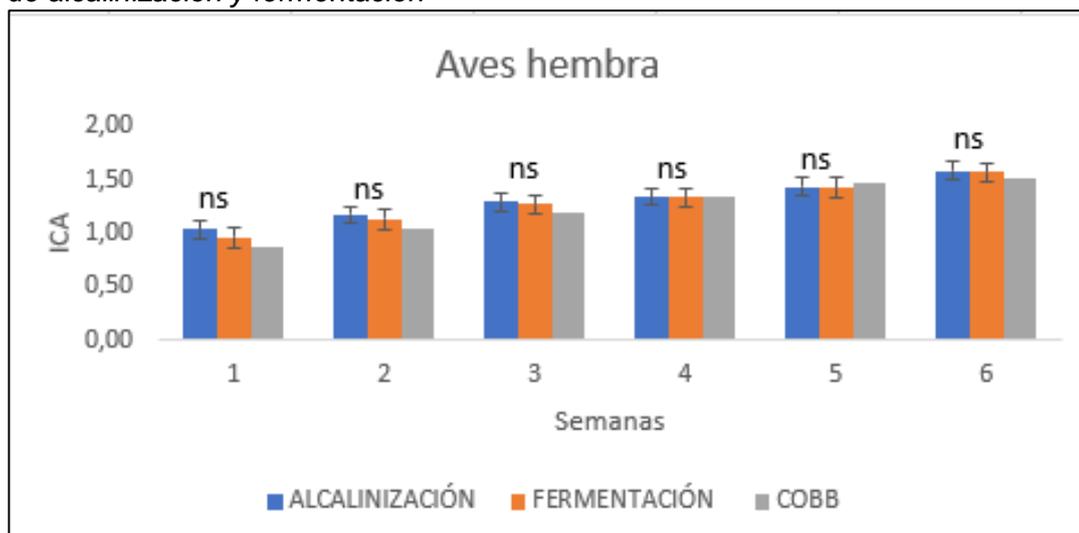
En el grupo mixto, el ICA para Alcalinización varía desde 0.947 en la semana 1 hasta 1.551 en la semana 6. Para Fermentación el ICA fluctúa desde 1.047 en la semana 1 hasta 1.570 en la semana 6. En comparación con el grupo Cobb se evidencia que los tratamientos de Alcalinización y Fermentación pueden estar asociados con un ICA más alto. lo que sugiere una potencial menor eficiencia en la conversión alimentaria en estos tratamientos.

Los resultados del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en el grupo mixto revelan patrones interesantes a lo largo de las semanas para los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. En el caso de Alcalinización, se observa un aumento gradual en el ICA desde la semana 1 hasta la semana 6, indicando una posible mejora en la eficiencia de conversión alimentaria con el tiempo. Por otro lado, el tratamiento de Fermentación también muestra un aumento en el ICA durante el estudio, aunque con fluctuaciones menores en comparación con Alcalinización.

Al comparar los valores de ICA obtenidos con COBB, se evidencia que tanto Alcalinización como Fermentación están asociados con valores generalmente más altos. Esto sugiere una potencial menor eficiencia en la conversión alimentaria en los tratamientos evaluados en comparación con el grupo de control. Sin embargo, es importante considerar que estos resultados pueden estar influenciados por varios factores, como la composición de la dieta, las condiciones ambientales y la genética de las aves.

Figura 13.

ICA semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



La Figura 13 presenta el Índice de Conversión Alimentaria (ICA) de pollos hembras criados sobre camas reusadas, sujetos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, y se compara con el grupo de control COBB (2022) a lo largo de seis semanas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en el ICA semanal de los pollos hembras.

En la primera semana, Alcalinización (1.04) y Fermentación (0.96) muestran valores iniciales de ICA ligeramente superiores a Cobb (0.88). Estos resultados pueden deberse a las diferencias en las formulaciones de los tratamientos y reflejan la adaptación de las aves a nuevas dietas.

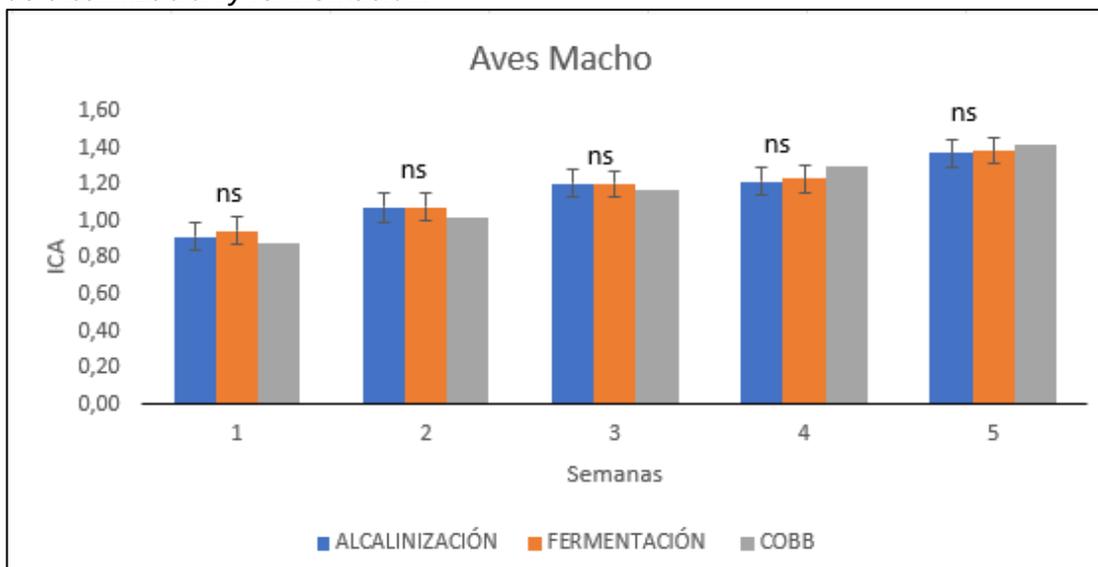
Durante las semanas 2 y 3, Alcalinización y Fermentación exhiben un ICA que se mantiene relativamente estable, mientras que Cobb presenta un ligero aumento. Aunque hay variabilidad, todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb.

En las semanas 4 y 5, se observa que Alcalinización y Fermentación muestran un ICA cercano, con una ligera tendencia al aumento. Aunque Cobb sigue siendo superior, la brecha disminuye, y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana. Alcalinización (1.59) y Fermentación (1.57) registran valores de ICA superiores a Cobb (1.52). Esta diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios. y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

Figura 14.

ICA semanal de los pollos macho criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



La Figura 14 mostró que no existen diferencias significativas en las semanas del 1 al 6 para el grupo de los machos en los dos tratamientos en lo referente a la variable índice de conversión alimenticia a lo largo de los 38 días de su crecimiento; se presenta el Índice de Conversión Alimentaria (ICA) de pollos machos criados sobre camas reusadas. sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. y se compara con el grupo de control Cobb durante seis semanas.

En la primera semana, Alcalinización (0.914) y Fermentación (0.945) muestran valores iniciales de ICA ligeramente superiores a Cobb (0.88). Estos resultados pueden atribuirse a las diferencias en las formulaciones de los tratamientos y reflejan la adaptación de las aves a nuevas dietas.

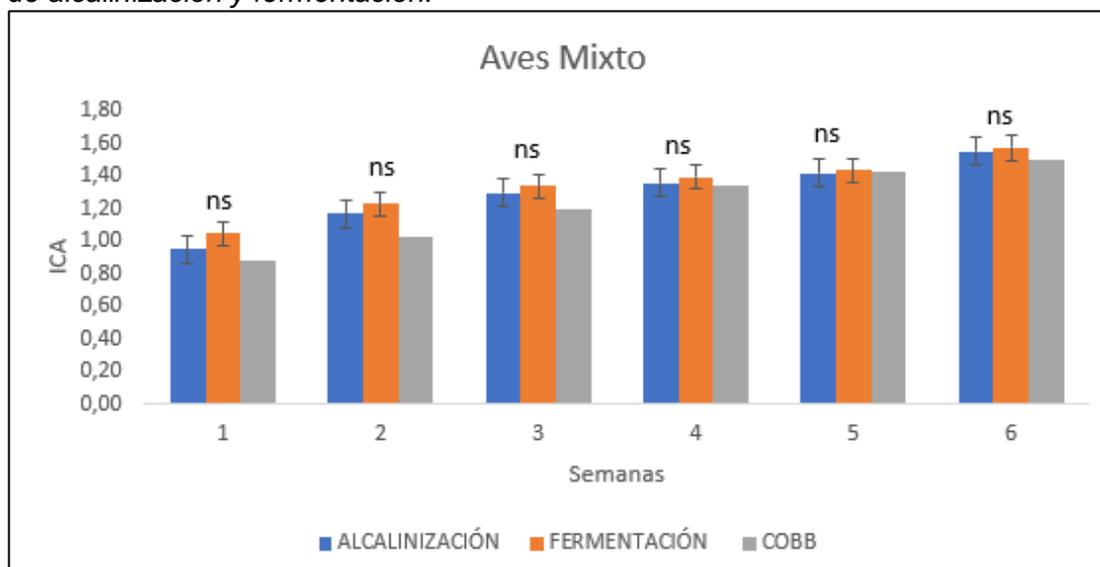
Durante las semanas 2 y 3. Alcalinización y Fermentación exhiben un ICA que se mantiene relativamente estable. mientras que Cobb presenta un

ligero aumento. Aunque hay variabilidad todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb; mientras que en las semanas 4 y 5. se observa que Alcalinización y Fermentación muestran un ICA cercano. con una ligera tendencia al aumento. Aunque Cobb sigue siendo superior la brecha disminuye y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana. Alcalinización (1.530) y Fermentación (1.545) registran valores de ICA superiores a Cobb (1.46). Esta diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios. y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

Figura 15.

ICA semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



La Figura 15 muestra el Índice de Conversión Alimentaria (ICA) de pollos macho criados sobre camas reusadas. sujetos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. y se compara con el grupo de control Cobb a lo largo de seis semanas. No se encontraron diferencias significativas en el ICA de aves mixtas durante las 6 semanas.

En la primera semana. Alcalinización (0.947) y Fermentación (1.047) presentan valores iniciales de ICA ligeramente superiores a Cobb (0.88).

Estos resultados pueden deberse a las diferencias en las formulaciones de los tratamientos y reflejan la adaptación de las aves a nuevas dietas.

Durante las semanas 2 y 3. Alcalinización y Fermentación exhiben un ICA que se mantiene relativamente estable. mientras que Cobb presenta un ligero aumento. Aunque hay variabilidad. todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb.

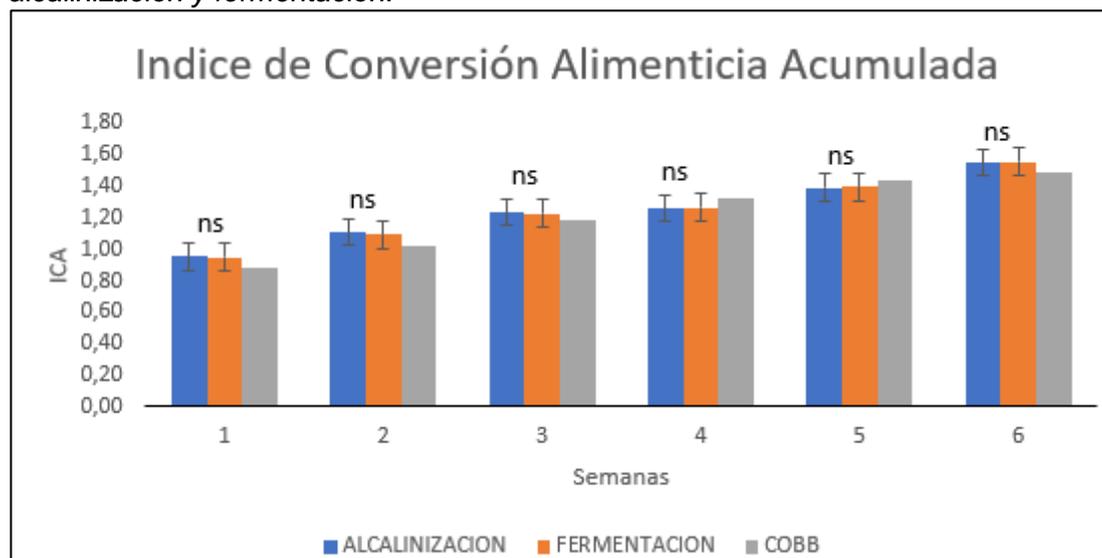
En las semanas 4 y 5. se observa que Alcalinización y Fermentación muestran un ICA cercano. con una ligera tendencia al aumento. Aunque Cobb sigue siendo superior. la brecha disminuye. y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana. Alcalinización (1.551) y Fermentación (1.570) registran valores de ICA superiores a Cobb (1.50). Esta diferencia podría indicar una adaptación positiva de las aves a los tratamientos alimentarios. y los valores de todos los tratamientos siguen dentro de los parámetros establecidos por Cobb.

Al analizar los resultados del Índice de Conversión Alimenticia (ICA) en la figura 16 de los tratamientos de alcalinización y fermentación en comparación con el grupo Cobb, podemos observar las variaciones a lo largo de las seis semanas de estudio. En la primera semana, ambos tratamientos muestran un ICA ligeramente superior al del grupo Cobb, con valores cercanos a 0.95 en alcalinización y fermentación, mientras que el grupo Cobb tiene un ICA de 0.881.

Figura 16.

Resultados generales del Índice de Conversión Alimenticia de los tratamientos de alcalinización y fermentación.



En la segunda semana, la tendencia se mantiene, con valores de ICA alrededor de 1.1 para ambos tratamientos y un valor de 1.026 para Cobb. Sin embargo, a partir de la tercera semana, los tratamientos de alcalinización y fermentación muestran un ICA más bajo que el grupo Cobb, indicando una conversión alimenticia menos eficiente. Esta diferencia se mantiene en las semanas cuatro y cinco, donde los tratamientos presentan valores de ICA superiores a 1.2, mientras que Cobb se sitúa en torno a 1.3.

En la sexta semana, el ICA aumenta en todos los grupos, con valores que oscilan entre 1.495 y 1.554. Estos hallazgos sugieren que, si bien los tratamientos de alcalinización y fermentación muestran una eficiencia alimenticia comparable con Cobb en las primeras semanas, a medida que avanza el estudio, la conversión alimenticia en estos tratamientos tiende a ser menos eficiente en comparación con el grupo Cobb.

Los valores de ICA obtenidos a la semana 6, entre 1.51 y 1.59, nuestros hallazgos superan a los reportados por Jacobo (2016) quien logró un ICA de 0.55 y difieren de Huamán (2020) quien reportó un ICA de 1.611 y Cascante (2019) quien consiguió un ICA de 1.66.

Esto indica que los tratamientos evaluados ejercieron un efecto positivo sobre la conversión alimenticia al acercarse más a los ICA reportados con aditivos enzimáticos, posiblemente mejoraron la digestibilidad de nutrientes clave; no obstante, existen opciones para optimizar aún más este parámetro acercándose a los estándares genéticos de máxima eficiencia.

En conclusión, el ICA obtenido fue adecuado, superando valores con dietas basales descritas en otras investigaciones; aun así, hay potencial para mejorar la conversión alimenticia mediante estrategias nutricionales y de formulación de dietas.

4.4 Ganancia de peso

La Tabla 5 presenta los resultados de la ganancia de peso en gramos para pollos hembras, machos y mixtos sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación comparados con el grupo de control Cobb durante seis semanas; para obtener la ganancia de peso en cada uno de los tratamientos se utilizó la Ecuación 3.

Tabla 5.

Resultados de la ganancia de peso de los tratamientos de alcalinización y fermentación

SEMANA	ALCALINIZACIÓN			FERMENTACIÓN		
	H	M	MIX	H	M	MIX
1	150.07	162.43	154.97	150.84	156.43	148.62
2	323.64	343.04	321.44	319.46	350.09	334.62
3	509.54	540.32	545.73	508.39	545.62	535.23
4	746.71	904.17	766.09	733.90	879.81	743.84
5	730.82	771.32	826.32	738.62	781.46	843.55
6	181.89	254.47	218.33	184.02	257.18	209.64

La ganancia de peso en hembras muestra que el tratamiento de fermentación tiene una ventaja en la primera semana (150.84 g frente a 150.07 g de Fermentación sin embargo el peso sugerido o referencial por Cobb es 157.58 g). En las semanas siguientes, los valores de ganancia de peso son comparables entre Alcalinización y Fermentación, sin diferencias notables.

En machos. la primera semana muestra una mayor ganancia de peso para Alcalinización en comparación con Fermentación y Cobb. A lo largo de las semanas subsiguientes. las diferencias en la ganancia de peso entre los tratamientos disminuyen. y los valores se mantienen cercanos.

El grupo mixto sigue patrones similares. con Alcalinización liderando en la primera semana. A medida que progresa el estudio las diferencias en la ganancia de peso entre Alcalinización y Fermentación se atenúan y los valores son comparables.

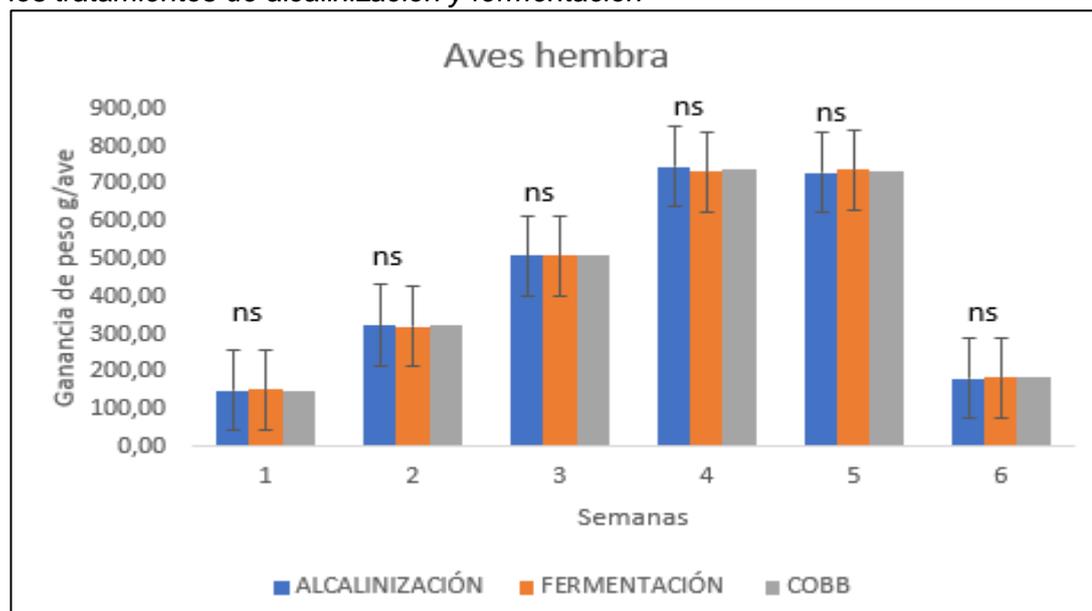
La tabla sugiere que aunque hay variabilidad en la ganancia de peso entre los tratamientos y las categorías de pollos en la primera semana. estas diferencias se reducen en semanas posteriores. A lo largo de las seis semanas los valores de ganancia de peso son comparables entre Alcalinización, Fermentación y Cobb en todas las categorías de pollos.

La Figura 17 presenta la ganancia de peso semanal de pollos hembras criados sobre camas reusadas. sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. y se compara con el grupo de control COBB (2022) durante seis semanas. No se encontraron diferencias significativas entre la ganancia de peso durante las 6 semanas.

En la primera semana. Alcalinización muestra una ganancia de peso de (150.57) gramos. ligeramente inferior a Cobb (157.58) mientras que Fermentación registra 150.84 gramos. Sin embargo, ambos tratamientos se encuentran en un rango moderado en parámetros bio-productivos.

Figura 17.

Ganancia de peso semanal de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



En las semanas 2 y 3 Alcalinización y Fermentación exhiben una ganancia de peso cercana, aunque ligeramente inferior a Cobb. Las diferencias no son significativas, y todas las cifras están dentro de un rango aceptable.

Durante las semanas 4 y 5, se observa una disminución en la ganancia de peso en todos los grupos. Alcalinización y Fermentación muestran valores cercanos a Cobb, y aunque hay fluctuaciones, las cifras se mantienen dentro de rangos razonables.

En la última semana, Alcalinización (181.89 gramos) y Fermentación (184.02 gramos) exhiben una ganancia de peso ligeramente inferior a Cobb (299.37 gramos). La convergencia de valores indica que los tratamientos alternativos no afectan negativamente la ganancia de peso en comparación con el grupo de control.

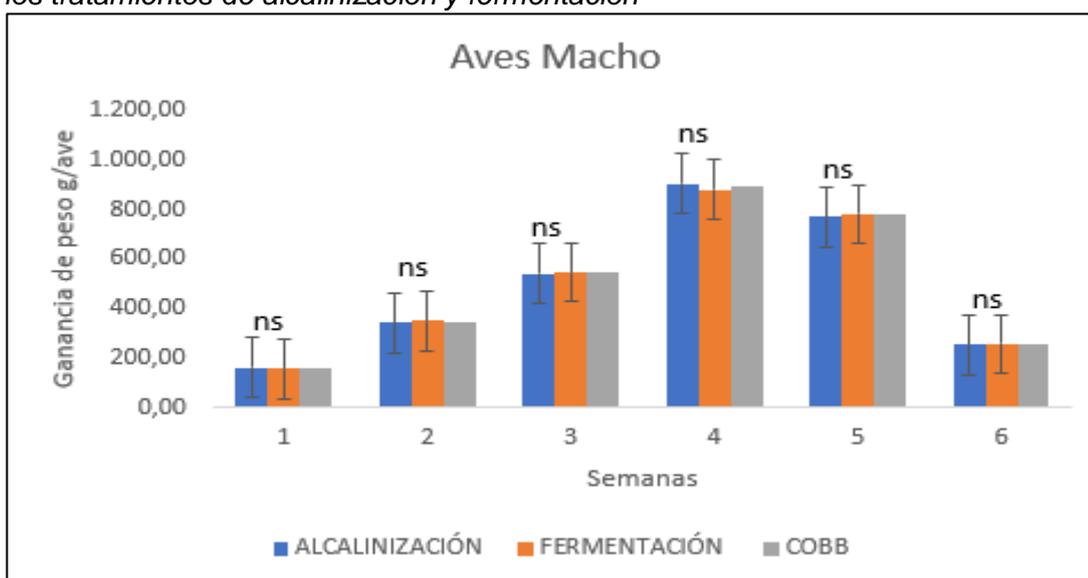
En general la Figura 17 sugiere que, a lo largo de las seis semanas, los tratamientos de Alcalinización y Fermentación logran mantener una ganancia de peso similar a Cobb indicando la viabilidad de estas prácticas alternativas en términos de rendimiento de crecimiento. No se encontraron diferencias

significativas en la ganancia de pesos de pollos machos durante las 6 semanas.

La Figura 18 muestra la ganancia de peso semanal de pollos machos criados sobre camas reusadas. sujetos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. y se compara con el grupo de control Cobb durante seis semanas.

Figura 18.

Ganancia de peso semanal de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



En la primera semana. Alcalinización (162.43 gramos) y Fermentación (156.43 gramos) presentan valores iniciales de ganancia de peso en Alcalinización ligeramente superior a Cobb (162.12 gramos). Esta variabilidad inicial puede deberse a las diferencias en las formulaciones de los tratamientos y reflejar la adaptación de las aves a nuevas dietas.

Durante las semanas 2 y 3. Alcalinización y Fermentación exhiben una ganancia de peso que se mantiene relativamente estable. mientras que Cobb presenta un ligero aumento. Aunque hay variabilidad, todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb.

En las semanas 4 y 5. se observa que Alcalinización y Fermentación muestran una ganancia de peso cercana. con una ligera tendencia al

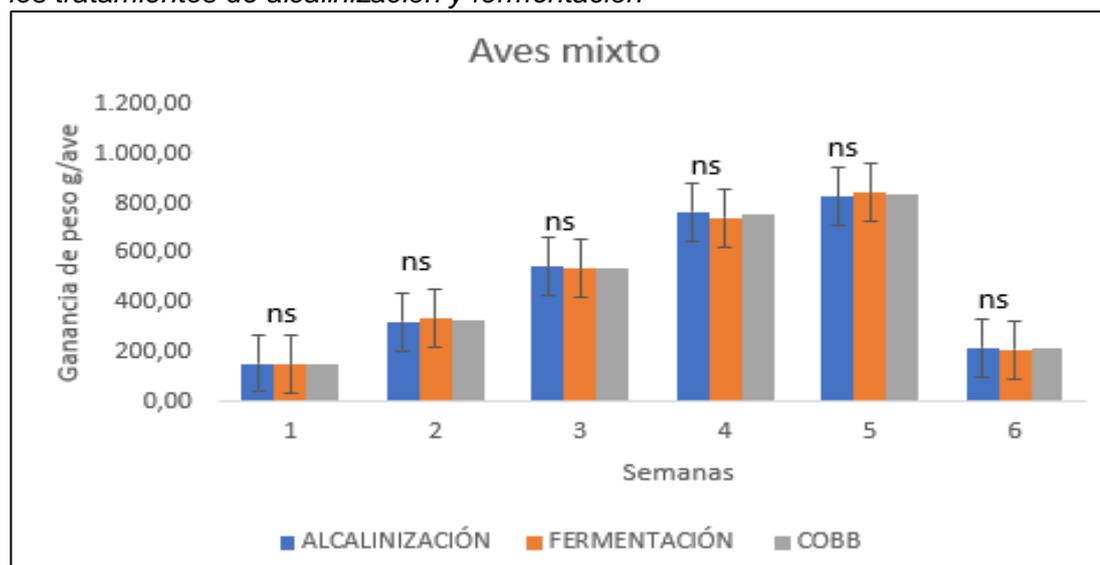
aumento. Aunque según los parámetros de Cobb sigue siendo superior. la brecha disminuye. y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

En la última semana, la alcalinización (254.47 gramos) y Fermentación (257.18 gramos) registran valores de ganancia de peso por debajo a Cobb en un rango moderado (349.27 gramos). Esta convergencia de valores indica que los tratamientos alternativos no afectan negativamente la ganancia de peso en comparación con el grupo de control.

En general, la Figura 18 sugiere que a lo largo de las seis semanas. los tratamientos de Alcalinización y Fermentación logran mantener una ganancia de peso similar a Cobb indicando la viabilidad de estas prácticas alternativas en términos de rendimiento de crecimiento.

Figura 19.

Ganancia de peso semanal de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación



La Figura 19 muestra los resultados de ganancia de peso durante las semanas del 1 al 6. donde se evidencia que no hay diferencias significativas entre el grupo de aves mixto para los tratamientos de alcalinización y fermentación. sometidos a los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. y se compara con el grupo de control COBB (2022) durante seis semanas.

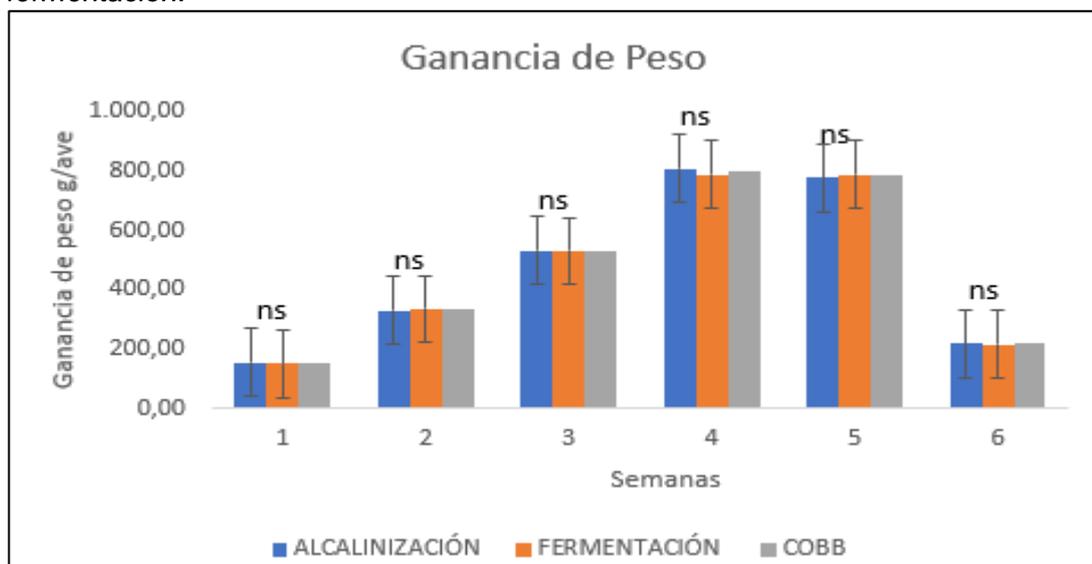
En la primera semana. Alcalinización (154.97 gramos) y Fermentación (148.62 gramos) muestran valores iniciales de ganancia de peso ligeramente inferiores a Cobb (159.85 gramos). Esta variación inicial puede ser atribuible a las diferencias en la composición de los tratamientos y reflejar la adaptación de las aves a nuevas fuentes de alimentación.

Durante las semanas 2 y 3. Alcalinización y Fermentación exhiben una ganancia de peso que se mantiene relativamente constante. mientras que Cobb presenta una ligera tendencia al aumento. Aunque hay variabilidad todos los valores están dentro de los límites aceptados por Cobb.

En las semanas 4 y 5. Alcalinización y Fermentación muestran una ganancia de peso cercana con una ligera tendencia al aumento. Siendo superior levemente en estas dos semanas y todos los valores están dentro de los límites definidos por Cobb.

Figura 20.

Resultados generales de la ganancia de peso de los tratamientos de alcalinización y fermentación.



En la última semana. Alcalinización (218.33 gramos) y Fermentación (209.64 gramos) registran valores de ganancia de peso dentro de un rango ligeramente por debajo a Cobb con (324.32 gramos).

Al analizar los resultados de ganancia de peso para los tratamientos aplicados, se observa una tendencia general hacia un aumento en el peso en todos los grupos. En las primeras semanas, se registraron valores de ganancia de peso más altos en la Alcalinización en comparación con el de Fermentación, con diferencias entre 100 y 300 g.; sin embargo, hacia las semanas finales del estudio, estas diferencias se redujeron y los valores de ganancia de peso se volvieron más similares entre ambos tratamientos.

Además, se observó una variabilidad en la ganancia de peso según el sexo de los animales, con algunos períodos en los que las hembras mostraron una ganancia de peso ligeramente mayor y otros en los que los machos tuvieron valores superiores. Por último, es importante destacar que la ganancia de peso mostró una tendencia general a disminuir a lo largo del estudio, lo que puede indicar un efecto de saturación o una respuesta decreciente a los tratamientos con el tiempo.

Estos resultados indican un efecto positivo de los tratamientos sobre el aumento de peso diario al superar valores descritos previamente con dietas convencionales. No obstante, existe potencial para optimizar aún más este parámetro acercándose a ganancias logradas con aditivos como probióticos. La ganancia de peso reportada en nuestros hallazgos es superior a la reportada por Huamán (2020) quien alcanzó 66.18 g. y Cascante (2019) quien obtuvo 58.47 g en camas de octavo reúso.

4.5 Índice de mortalidad

Para calcular el índice de mortalidad se llevó un registro diario de las aves que fallecieron en cada uno de los galpones. En la Tabla 6 se presenta a detalle la mortalidad de las aves durante los 38 días que duró el experimento el grupo de las hembras del tratamiento de fermentación sufrió una pérdida de 7 aves mientras que los otros grupos perdieron 6 aves en cada bloque.

Tabla 6.*Resultados de mortalidad en los tratamientos de alcalinización y fermentación*

ALCALINIZACIÓN						
EDAD	HEMBRAS		MACHOS		MIXTOS	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
1	0	0.00	0	0.00	0	0.00
7	3	3.33	2	2.22	1	1.11
14	3	3.33	2	2.22	2	2.22
21	3	3.33	3	3.33	3	3.33
28	5	5.56	4	4.44	4	4.44
35	5	5.56	5	5.56	6	6.67
38	6	6.67	5	5.56	6	6.67

FERMENTACIÓN						
EDAD	HEMBRAS		MACHOS		MIXTOS	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
1	2	2.22	0	0.00	0	0.00
7	2	2.22	1	1.11	2	2.22
14	3	3.33	2	2.22	2	2.22
21	3	3.33	3	3.33	3	3.33
28	5	5.56	4	4.44	4	4.44
35	6	6.67	5	5.56	6	6.67
38	7	7.78	5	5.56	6	6.67

En el tratamiento de Alcalinización. se observa una auspiciosa ausencia de mortalidad en la primera semana para todos los grupos. estableciendo un inicio promisorio. No obstante. a medida que transcurren las semanas. se evidencia un incremento gradual en la tasa de mortalidad. La semana 35 revela una diferencia leve pero discernible. siendo ligeramente más alta en aves mixtas (6.67%) en comparación con hembras (5.56%) y machos (5.56%).

En el caso de Fermentación. se sigue un patrón similar. La primera semana refleja una baja tasa de mortalidad en todos los grupos. pero a medida que avanza el estudio. la mortalidad aumenta. siendo más pronunciada hacia la semana 38. Las aves mixtas registran la tasa más alta (6.67%). seguidas por hembras (7.78%) y machos (5.56%).

Los resultados de la tasa de mortalidad muestran diferencias significativas entre los tratamientos, así como tendencias comunes a lo largo del estudio. En el tratamiento de Alcalinización, se observa una tendencia

prometedora con una ausencia inicial de mortalidad en la primera semana para todos los grupos, lo que sugiere un buen comienzo. Sin embargo, a medida que avanza el tiempo, se evidencia un aumento gradual en la tasa de mortalidad, siendo ligeramente más alta en aves mixtas hacia la semana 35.

Por otro lado, el tratamiento de Fermentación muestra un patrón similar, con una baja tasa de mortalidad en la primera semana para todos los grupos, seguida de un aumento progresivo a lo largo del estudio. La semana 38 destaca como el punto con la tasa más pronunciada de mortalidad, siendo más alta en aves mixtas en comparación con hembras y machos.

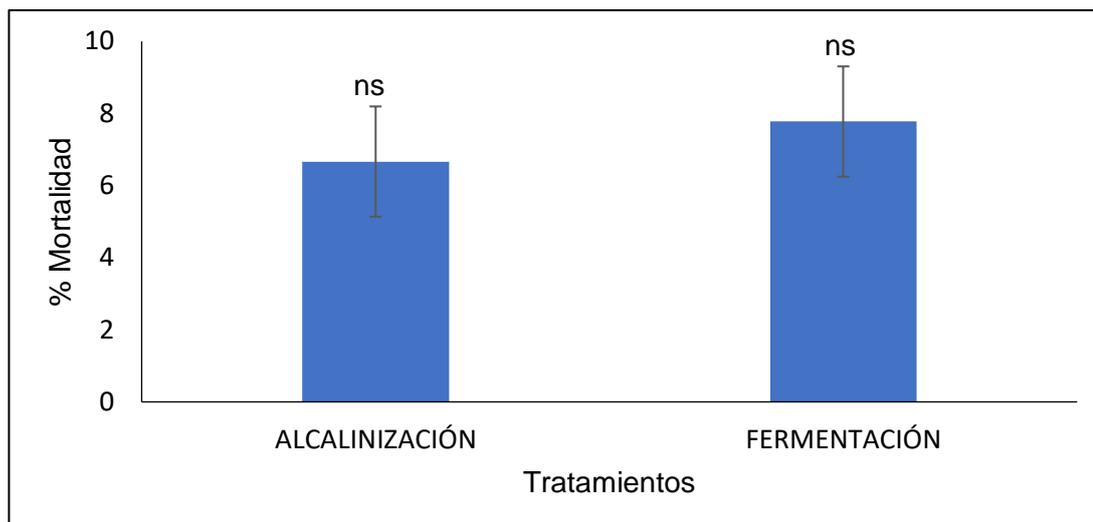
Estos hallazgos sugieren que tanto la Alcalinización como la Fermentación presentan desafíos similares en cuanto a la gestión de la mortalidad en la crianza de pollos de engorde. Es importante considerar que factores como el manejo, la salud de las aves y las condiciones ambientales pueden influir en estas tasas de mortalidad; por lo tanto, futuras investigaciones podrían dirigirse a comprender mejor estos factores y desarrollar estrategias específicas para mitigar la mortalidad en cada tratamiento.

En la Figura 21, se aprecia que no hay diferencias significativas en los índices de mortalidad de las aves hembra entre los tratamientos de Alcalinización y Fermentación a lo largo del desarrollo del pollo. Los promedios de mortalidad fueron del 6.67 % para Alcalinización y del 7.78 % para Fermentación, con desviaciones estándar de 1.53 y 1.83, respectivamente.

Estos valores se mantienen por debajo de los estándares propuestos por el COBB (2022) que sugiere un límite aceptable de hasta el 10% de mortalidad en las aves. La falta de diferencias significativas y los bajos índices de mortalidad indican que ambos tratamientos fueron efectivos en mantener niveles aceptables de salud avícola durante el período experimental.

Figura 21.

Índice de mortalidad de los pollos hembra criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.

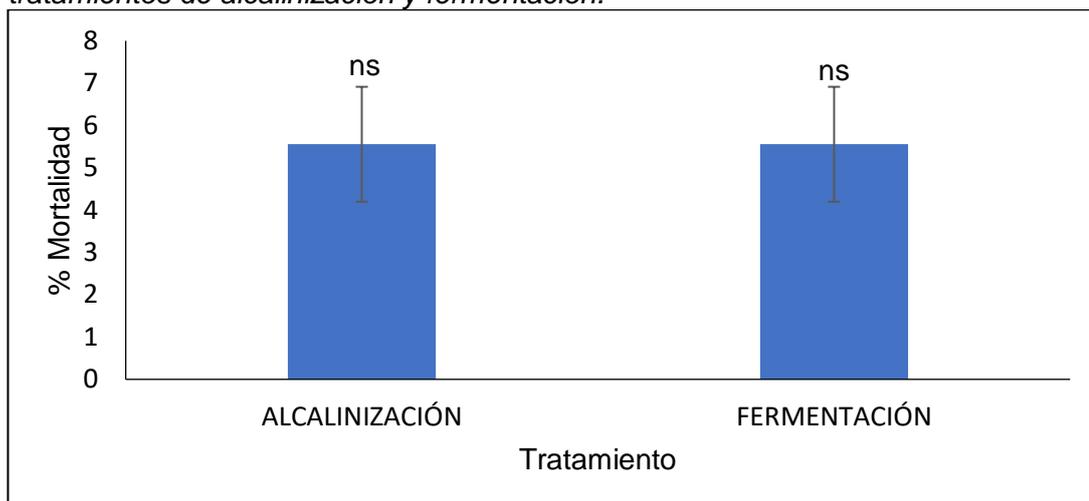


La Figura 22 revela que no existen diferencias significativas en los índices de mortalidad de los pollos machos entre los tratamientos de Alcalinización y Fermentación. El promedio de mortalidad fue del 5.56 % para Alcalinización y del 5.56 % para Fermentación, con desviaciones estándar de 1.36 y 1.39, respectivamente.

Al comparar estos resultados con los estándares propuestos por el COBB (2022), que sugiere un límite aceptable de hasta el 12 % de mortalidad en pollos machos, observamos que los valores obtenidos en nuestra investigación se sitúan dentro de los parámetros aceptables sugeridos por esta referencia.

Figura 22.

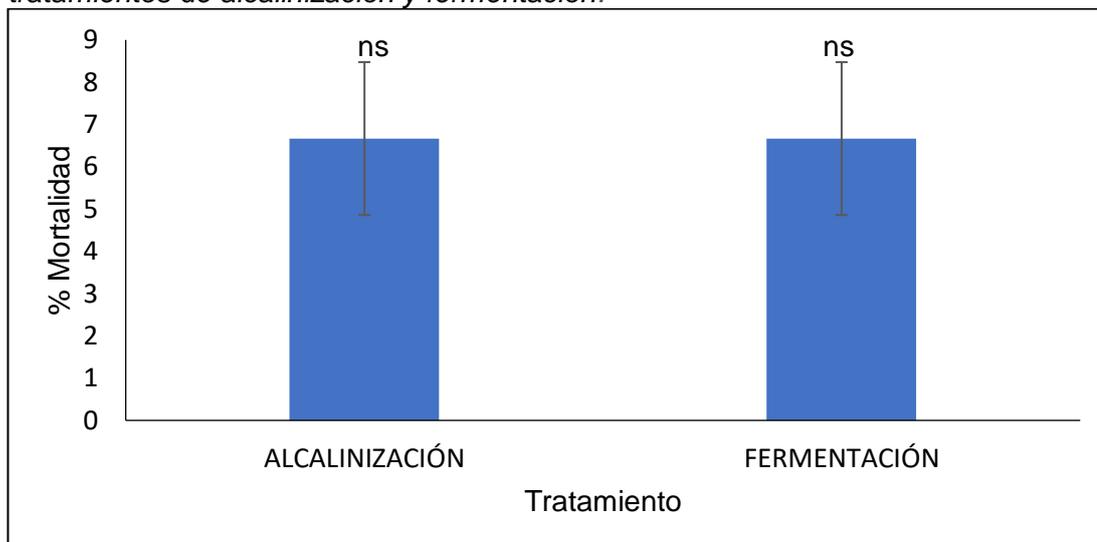
Índice de mortalidad de los pollos machos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



En la Figura 23, se evidencia que no hay diferencias estadísticamente significativas en los índices de mortalidad de los pollos mixtos criados bajo los tratamientos de Alcalinización y Fermentación durante el período de 38 días.

Figura 23.

Índice de mortalidad de los pollos mixtos criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



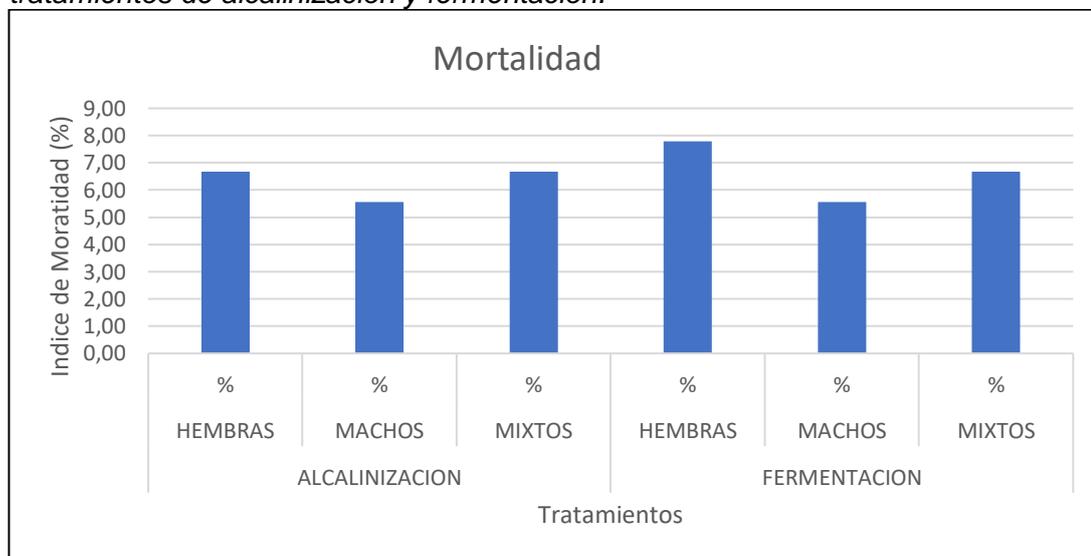
El promedio de mortalidad para Alcalinización fue del 6.67 %, con una desviación estándar de 1.81, mientras que para Fermentación fue del 6.67 %, con una desviación estándar de 1.72. Estos resultados indican una consistencia en la supervivencia de las aves mixtas, sugiriendo que ambos

tratamientos han tenido un impacto similar en la mortalidad a lo largo del estudio.

Al analizar los resultados de mortalidad (figura 24) en los tratamientos de Alcalinización y Fermentación, se observa que, en general, ambos grupos experimentaron un aumento en la mortalidad a medida que avanzaba la edad de las aves. En el tratamiento de Alcalinización, se registraron un total de 25 muertes, lo que representa un porcentaje promedio de mortalidad del 2.78%. Por otro lado, en el grupo de Fermentación, se observaron 28 muertes en total, con un porcentaje promedio de mortalidad del 3.11%.

Figura 24.

Índice de mortalidad de los pollos en general criados sobre camas reusadas en los tratamientos de alcalinización y fermentación.



La mortalidad acumulada a las 6 semanas se encontró entre el 5.56% y 6.67% para ambos tratamientos; estos valores son similares a Vejarano (2008), quien registró una mortalidad de 5.8% bajo condiciones experimentales controladas; sin embargo, Huamán (2020) obtuvo un porcentaje de mortalidad de 4.47% siendo más bajo que nuestros resultados en su tratamiento térmico y Cascante (2019) alcanzó una mortalidad de 7.38% en camas de octavo reúso.

Los niveles de mortalidad obtenidos se encuentran dentro de rangos esperados según otras investigaciones en condiciones controladas similares.

No obstante, mediante ajustes nutricionales y de bioseguridad, es factible disminuir más este indicador acercándose a los estándares genéticos óptimos.

4.6 Parámetros físicos de las camas reutilizadas

Para registrar los parámetros físicos de las camas reusadas se lo realizó la recolección de datos *in situ*.

Tabla 7.

Parámetros físicos de los tratamientos para camas reusadas

Muestras	Temperatura	pH	Humedad
T1 0	33.1 °C	8	30%
T1 28	26.45 °C	8.4	34.5 %
T1 38	27.55 °C	8.5	35%
T2 0	29 °C	7.5	32 %
T2 28	25.9 °C	8.7	30 %
T2 38	27.5 °C	8.5	32.5 %

El parámetro de temperatura a lo largo de los 38 días del experimento osciló entre 25.9 °C y 33.9 °C. esto concuerdan con la sugerencia de Donado (2018) quien menciona que la temperatura en galpones de piso debe mantenerse entre 25 y 35 °C. sin embargo la temperatura del grupo de fermentación en el primer día fue inferior al de alcalinización.

En lo referente al parámetro de Humedad se mantuvo entre 30 % y 35 % en los dos galpones dentro del rango indicado por Paganini (2004). quien se refiere a que la humedad óptima para el crecimiento de pollos esta entre 25 % y 35 % de humedad.

El pH en la investigación se mantuvo en un rango de 7.5 y 8.5 los hallazgos de la investigación están dentro del rango sugerido por Santiago (2013) quien menciona que el pH ideal para el crecimiento de pollos está en un rango de 6 a 9.

4.7 Presencia de agentes microbiológicos

Para los análisis de los agentes microbiológicos se tomaron las muestras de los galpones los días 1, 28 y 38 para enviar las muestras al Laboratorio y su posterior análisis.

Tabla 8.

Resultados de los análisis microbiológicos del Tratamiento químico (Alcalinización) y Tratamiento Biológico (Fermentación)

Muestras	Salmonellas	Coliformes Totales	Hongos y Levaduras	Mesófilas
T1 0	AUSENCIA	14×10^4	6×10^3	10^7
T1 28	AUSENCIA	8×10^4	10^4	10×10^4
T1 38	AUSENCIA	6×10^4	2×10^3	10×10^6
T2 0	AUSENCIA	4×10^4	8×10^4	4×10^5
T2 28	AUSENCIA	10^2	6×10^3	2×10^2
T2 38	AUSENCIA	2×10^2	8×10^3	3×10^2
V. Referencial	AUSENCIA	10^8	5×10^2	$10^7 - 10^8$

En la Tabla 8 se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado los días 0, 28 y 38 en los dos tratamientos se observó la ausencia de *Salmonellas* spp. similares resultados a los encontrados por Vejarano (2008) quien en su investigación de reúso de camas tampoco hallaron la presencia de *Salmonella* spp.

En los dos tratamientos se observa crecimiento bacteriano de coliformes totales en las camas reutilizadas para el crecimiento de pollos de engorde después de aplicar el Tratamiento químico (Alcalinización) y Tratamiento Biológico (Fermentación) puede deberse a diversas razones. El crecimiento microbiológico observado en las muestras analizadas está por encima del valor recomendado por la Guía de Manejo de Crecimiento de Pollos (2019).

Según esta guía, se aconseja que los niveles de coliformes totales se mantengan por debajo de 10^8 Unidades Formadoras de Colonias (UFC) para garantizar condiciones sanitarias óptimas durante la crianza de pollos. Los coliformes totales, al alcanzar niveles superiores a esta referencia, pueden

indicar una posible contaminación ambiental que podría afectar la salud y el rendimiento de las aves.

Esta situación resalta la importancia de implementar prácticas de manejo adecuadas para controlar la carga microbiológica en los tratamientos químico y biológico, asegurando así un entorno de cría saludable y conforme a los estándares de calidad recomendados.

A lo largo de todo el estudio, se registraron niveles de hongos y levaduras que superaron los valores referenciales establecidos en la Guía de Manejo de Crecimiento de Pollos (2019), los cuales indican que los niveles deben mantenerse por debajo de 5×10^2 Unidades Formadoras de Colonias (UFC). A pesar de este hallazgo, no se observó un impacto significativo en los tratamientos químico y biológico.

Esta falta de efecto podría atribuirse a diversos factores, como la resistencia natural de las aves a la presencia de ciertos microorganismos, la adaptación de las cepas microbiológicas presentes en las camas de crianza, o la interacción compleja entre los tratamientos y el microbioma del entorno.

La presencia de mesófilos en el día 38 fue 10×10^6 en el tratamiento de alcalinización, los resultados son comparables con Lavado (2017) quien en su estudio encontró mesófilos por encima de 10^8 UFC.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se evaluaron los parámetros de peso corporal, consumo de alimento acumulado, índice de consumo alimenticio, ganancia de peso y mortalidad en los dos tratamientos y se obtuvo un p-valor mayor a 0.05 por tanto no se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos utilizados para el reúso de camas para crianza de pollos de engorde y sus variables de estudio.

Se realizó un análisis microbiológico antes durante y al término de los 38 días de crianza de pollos. los valores obtenidos de *E. coli*, hongos, levaduras y mesófilos estuvieron por encima de los valores referenciales durante todo el estudio y los resultados de *Samonella* spp., fueron negativos. Además, se midió los parámetros de temperatura, humedad y pH para mantener un buen manejo del experimento.

Se evaluó el porcentaje de mortalidad en los pollos en cual dio un valor de 7.78 % para las hembras en el tratamiento de fermentación, el cual es relativamente bajo.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda emplear nuevamente las camas después de un tratamiento previo, asegurándose de desinfectarla adecuadamente y sin historial de problemas infecciosos, como la alcalinización y fermentación, ya que ha demostrado resultados productivos positivos.

La gestión de la ventilación debe ser más activa al criar aves sobre camas reutilizadas con especial atención para mantener los parámetros físicos y obtener buenos resultados.

Es crucial controlar el nivel de humedad en las camas reutilizadas para evitar la sequedad inherente a este tipo de material.

Se sugiere llevar a cabo más investigaciones sobre la reutilización de camas en la cría de pollos. incluyendo evaluaciones económicas y considerando camas con diferentes números de reutilizaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, A. (2015). *Tipos y manejo de camas yacijas para aves*. Obtenido de Avinews: <https://avinews.com/wp-content/uploads/2015/04/02-0215-camas-alegre.pdf>
- Amaya, C. (2021). Plan de marketing para la distribución y comercialización de huevos orgánicos de la empresa Happy Eggs Col. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/9334/1/DDMPME61.pdf>
- Arias, C. (2013). Análisis de los factores que determinan la sostenibilidad y sustentabilidad de la economía social y solidaria para la crianza y comercialización de aves en pie. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5864/1/UPS-QT04167.pdf>
- Bernigaud, C. (2022). *Tratamiento por calentamiento de cama de pollo para reúso en caso de brotes infecciosos o retiro del galpón*. Obtenido de Ministerio de Agroindustria Argentina: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/138-calentamiento_cama_pollo.pdf
- Borbón, S. (2017). *Plan de negocios huevo orgánico*. Obtenido de Repositorio USTA: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9478/Borb%C3%B3nSandy2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bravo, J. (2022). Diagnóstico de las condiciones que afectan la calidad en pollitos broiler hasta los cinco días de vida. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1791/1/TTMV51D.pdf>

- Bravo, N. (2023). Reutilización de diferentes sustratos de cama en la producción de pollos de engorde sobre aspectos productivos sanitarios. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4617/1/ULEAM-AGRO-0137.pdf>
- Buitrago, J., y Forero, M. (2016). Comparación de dos modelos de producción y su efecto en la calidad de huevos y bienestar de gallinas de postura. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/319/Comparaci%C3%B3n%20de%20dos%20modelos%20de%20producci%C3%B3n%20%28pastoreo%20e%20intensivo%29%20y%20su%20relaci%C3%B3n%20en%20la%20calidad%20de%20huevos%20y%20bienestar%20de%20g>
- Campaña, M. (2012). Elaboración de balanceados para pollos de brasa con estrategias PML utilizando su propia gallinaza para mejorar el peso del ave. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1925/1/MSc.22.pdf>
- Cascante, J. (2019). Tratamiento térmico para la reducción de la carga microbiológica en las camas reutilizadas de cascarilla de arroz y evaluación del comportamiento productivo de las camas de arena como alternativa para su uso en pollo de engorde. Recuperado el 2023, de <http://www.zootecnia.ucr.ac.cr/images/tesis/pdfs/cascante-barboza-jairo-andres.pdf>
- Casterá, D. (2022). *Estudio de Impacto Ambiental granja de cría y engorde de pollos "Las Tunas"*. Obtenido de Entreríos: <https://www.entrieros.gov.ar/ambiente/userfiles/files/COMUNIDAD/EsIA%20HOET%2C%20MC.pdf>

- Cedillo, D. (2018). *Bienestar animal en aves de puesta: gallinas*. Obtenido de DEHESA:
https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/8523/1/TFGUEx_2018_Cedillo_Marque%C3%B1o.pdf
- Chiappe, G. (2010). Pautas de manejo para crianza de pollos parrilleros : análisis de un caso bajo condiciones reales de producción en galpones con sistema manual y automático de alimentación. Obtenido de <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/413/1/doc.pdf>
- COBB. (2022). *Cobb500 Pollo de Engorde Suplemento Informativo Sobre*. Obtenido de Cobb-Vantress: https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf
- Coronado, E., y Orjuela, S. (2019). Evaluación de un modelo de producción de gallina criolla bajo enfoque agroecológico para productores de subachoque Cundinamarca. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7474/1/TIAG_CoronadoBuitragoEdnaJulliethe_2019.pdf
- Cortés, W. (2012). *Aplicación de las normas OHSAS 18001 (higiene, seguridad y salud ocupacional) en la empresa CIMPLAST s.a.* Obtenido de Repositorio UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3843>
- Cuéllar, J. (2022). Conversión alimenticia en el pollo de engorde: ¿Qué significa y cómo hacerla eficiente? Recuperado el 2023, de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/>

- Donado, M. (2018). Producción de carne de pollo. Obtenido de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36829/Ver_documento_36829.pdf?sequence=4
- Donoso, M. (2017). Diseño y aplicación de un plan de administración ambiental para la granja avícola provipecuario. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/7762/1/17T1500.pdf>
- Duarte, D. (2017). *Manejo sanitario de pollos de engorde en granjas de Cundinamarca, Colombia*. Obtenido de Universidad de Los Llanos: <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/download/697/751/2908>
- Escobar, C. (2018). Estudio de factibilidad para la creación y puesta en funcionamiento de una empresa avícola de producción y comercialización de huevos en la parroquia Cotaló de la provincia de Tungurahua. Recuperado el 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3660/1/UPS-QT03321.pdf>
- FAO. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Recuperado el 2023, de <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- Fredes, N. (2014). Evaluación técnica y económica de una planta de producción de combustible sólido a partir de biomásas forestales. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116613/cf-fredes_nn.pdf?sequence=1

- Garces, J. (2016). Correlación de parámetros productivos y sanitarios de pollos de engorde comercial con la concentración de oocistos de *Eimeria* spp. En camas nuevas y resusadas. Recuperado el 2023, de <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/a21009b7-7ba0-43cc-8805-1e6e3bf29c60/content>
- García, A. (2011). *Gorrión de campo y gorrión de ciudad: el ambiente como modelador fenotípico de las especies*. Obtenido de UAM: <https://libros.uam.es/tfm/catalog/download/337/599/402?inline=1>
- Global AgMedia. (2015). *Reutilización de la cama de pollos*. Obtenido de El sitio avícola: <https://www.elsitioavicola.com/articles/2663/reutilizaciande-la-cama-de-pollos/#:~:text=La%20reutilizaci%C3%B3n%20de%20la%20cama,cama%20necesario%20para%20cubrir%20galpones>.
- González, M. (2019). Efecto de tratamientos físicos, químicos y térmicos sobre la composición química de excreta de gallinas ponedoras utilizadas como fertilizante. Recuperado el 2023, de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/25377/mgonzalezber.pdf;jsessionid=61A01C6D7B250757C1E9C73A321906B2.jvm1?sequence=4>
- Google. (2024). *Ubicación Recinto Tres Cerritos*. Obtenido de Google Maps: <https://www.google.com/maps>
- Gracia, R. (2012). Parámetros productivos del pollo de engorde sometido a dos niveles de energía entre los 22 a 35 días de edad. *Zamorano*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/d27de3df-10dd-4555-b0e7-97a1a8c20ee0/content>
- Granja Avícola San Bernardo - Churute. (2023). Datos de peso y crecimiento de pollos de granjas noviembre 2023. Churute, Guayas, Ecuador.

- Guachichullca, D. (2023). Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo de un ambiente controlado en el proceso de crianza de pollos de engorde usando tecnología IOT. Obtenido de file:///C:/Users/natys/Downloads/UPS-CT010606.pdf
- Hortúa, L. (2021). Avicultura de traspatio: aportes y oportunidades para la familia campesina. Recuperado el 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/437/43768194022/html/>
- Huaman, D. (2020). Factibilidad de reuso de cama para la crianza de aves y su incidencia en los costos de producción. Recuperado el 2023, de https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24710/F005_4506419_M.pdf?sequence=2
- INEC. (2013). *Aves Criadas en campo* . Obtenido de Ecuador en Cifras: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias-INEC/2013/info-aves.pdf>
- Intriago, V. (2022). *Diagnóstico de las condiciones que afectan la calidad en pollitos broiler hasta los cinco días de vida*. Obtenido de Repositorio Espam: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1791/1/TTMV51D.pdf>
- Iñiguo, P. (2014). *Bienestar animal en producción de pollos*. Obtenido de Elika: <https://www.elika.eus/wp-content/uploads/sites/10/2019/11/Bienestar.pdf>
- Iza, D. (2018). proyecto logistico para la produccion y exportacion de huevo en polvo desde la empresa Incubandina S.A. hacia la ciudad de Roma-Italia en el periodo 2017. Recuperado el 2023, de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11893/1/52T00469.pdf>

Jarama, C. (2016). Evaluación de caracteres de crecimiento y mortalidad en dos líneas de pollo de engorde en condiciones de altitud. Recuperado el 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12733/1/UPS-CT006605.pdf>

Jaramillo, C. (2017). *Alternativas orgánicas para la reducción de amoníaco en la cama para la crianza de pollo de engorde*. Obtenido de Repositorio ESPE: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/14237/1/T-ESPESD-002122.pdf>

Júpiter, R. (2021). Producción y comercialización de pollos en el cantón la Libertad, provincia de Santa Elena. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5960/1/UPSE-TIA-2021-0029.pdf>

Lavado, D. (2017). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CARGA BACTERIANA EN CARCASAS DE POLLO PROVENIENTES DE DIFERENTES SISTEMAS DE BENEFICIO Y COMERCIALIZACIÓN EN EL DISTRITO DE TRUJILLO. Obtenido de https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/2927/REP_MED.VETE_DIEGO.LAVADO_ESTUDIO.COMPARATIVO.CARGA.BACTERIANA.CARCASAS.POLLO.PROVENIENTES.DIFERENTES.SISTEMAS.BENEFICIO.COMERCIALIZACION.DISTRITO.TRUJILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lazo, J. (2016). Evaluación de la conversión alimenticia en pollos Broiler mediante la inclusión de harinas de origen animal como proteína base. Recuperado el 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12165/1/UPS-CT006107.pdf>

- Lema, I. (2022). Evaluación económica de gallinas ponedoras en dos periodos de producción en la granja avícola, Daminacito. Recuperado el 2023, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19162/1/17T01857.pdf>
- Loor, B. (2020). *Artículo Pollos Broiler*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/344942407_Articulo_Pollos_Broiler
- López, M. (2022). *Evaluación del efecto anticoccidial de la saponina de alfalfa en la alimentación de pollos de engorde*. Obtenido de Repositorio UTA: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36400/1/Tesis%20210%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-%20L%C3%B3pez%20Guti%C3%A9rrez%20Mijael%20Alexander.pdf>
- Lozano, C. (2020). Alternativas de usos de la cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) en Colombia para el mejoramiento del sector productivo y la industria. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/33698/cllozanor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Luyo, J. (2014). *Evaluación sanitaria en pollos de engorde (ross 308), criados en cama nueva vs. cama reciclada (7 reusos/flameado) en granjas comerciales*. Obtenido de Cybertesis: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4715/Luyo_fj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Medranda, D. (2017). *Evaluación de la cascarilla de arroz y rastrojo de maíz utilizados en el sistema cama profunda en la crianza de cerdos*. Obtenido de Repositorios Espam: <https://repositorio.esPam.edu.ec/handle/42000/538>

- Meza, J. (2021). Estudio del Diseño y construcción de una granja de aves de reproductora en la avícola San Isidro AVISID. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21199/4/UPS-GT003450.pdf>
- Munilla, M., y Vittone, J. (2022). Contribución del bienestar animal a la calidad de la carne vacuna. *INTA*, 48(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/864/86472710009/html/>
- Ospina, M. (2021). *Cama de aves de corral un factor importante en la seguridad alimentaria*. Obtenido de Researchgate: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4464/1/T-UCSG-PRE-TEC-CMV-7.pdf>
- Panduro, R. (1994). *Comparación de tres tipos de cama en la producción de pollos parrilleros en Pucallpa*. Obtenido de Repositorio UNU: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/1641>
- Panizo, S. (2021). Inclusión de tres niveles de una combinación entre tributirina, levadura hidrolizada y proteína de zinc para medir el impacto en las variables productivas de pollos broiler. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7942/1/PC-002039.pdf>
- Paredes, V. (2017). Sistemas de seguridad y salud ocupacional en las empresas avícolas de la provincia de Tungurahua - OHSAS 18001. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26952/1/422%20o.e..pdf>
- Pazmiño, J. (2016). Competitividad del sector producción avícola. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4954/1/T1935-MBA-Pazmi%C3%B1o-Competitividad.pdf>
- Pizarro, N. (2006). Efecto del tratamiento de la cama con un aluminosilicato en pollos de carne. Obtenido de

https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/739/Pizarro_rn.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pozo, V. (2021). *Comportamiento productivo de pollos broiler con la utilización de diferentes niveles de jengibre (zingiber officinale roscoe) como probiótico natural*. Obtenido de Repositorio UPSE: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7565/1/UPSE-TIA-2022-0021.pdf>

Pronaca. (2023). *Reúso de camas de pollos de engorde*. Obtenido de Pronaca: <https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/102-reuso-de-camas-en-pollo-de-engorde#:~:text=Las%20camas%20sirven%20para%20cubrir,%2C%20virus%2C%20coccidias%20y%20hongos.>

Ramos, E. (2008). *Efecto de la humedad, temperatura y ph del suelo en la actividad microbiana a nivel de laboratorio*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a15v7n1-2.pdf>

Reeves, M. (2014). *valuación de cama de octavo reuso y su efecto sobre la eficiencia alimentaria, productiva y sanitaria de pollos de carne*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2368/L01-R44-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Roberts, T. (1996). *The International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/278922093_The_International_Commission_on_Microbiological_Specification_for_Foods_ICMSF

Roman, R., y Graillet, E. (2018). *Evaluación de ganancia de peso en líneas de pollos bajo un manejo en casetas con ambiente natural y reuso de*

cama. *Agroproductividad*, 11(6). Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/435/315/731>

Romero, L. (2015). Evaluación de dos fórmulas alimenticias con diferentes niveles de proteína en pollos parrilleros. Recuperado el 2023, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8854/1/UPS-CT005046.pdf>

Ruiz, D. (2005). Efecto del óxido de calcio (CaO) sobre el contenido químico y microbiológico de la cama y su efecto en la producción de pollos de engorde. Recuperado el 2023, de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1f74cf7e-377a-46f2-a900-f2e719b568fb/content>

Saavedra, L. (2020). *Propuesta para plan de reasentamiento de la población del recinto Tres Cerritos, afectada por las canteras del Cerro Pelado en Naranjal, Ecuador*. Obtenido de Repositorio UG: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/720113e7-74f8-43c9-8772-f57db63d2d28>

Sánchez, L. (2015). *Análisis del tipo de cama en la crianza de pollos de engorde y su influencia en los parámetros zootécnicos en la granja Limoncito de la U.C.S.G.* Obtenido de Repositorio Digital UCSG : <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/4464/1/T-UCSG-PRE-TEC-CMV-7.pdf>

Santana, F. (2013). *Determinación del aumento de peso en pollos de engorde*. Obtenido de Revistas UTA: <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/dide/article/download/63/56/140>

Santiago, V. (2013). Técnicas de Fermentación de cama. Aspectos sanitarios. *EmbrapaSuínos e Aves*. Obtenido de

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91251/1/final7181.pdf>

Silva, V. (2020). Técnicas de Fermentación de cama. Aspectos sanitarios. Obtenido de <https://core.ac.uk/reader/45518210>

Tenesaca, G., y Morales, G. (1982). Tipos de cama en galpones para pollos de engorde. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/465#:~:text=Cama%20C3%9Anica.,cada%20lote%20de%20pollos%20criados.>

Thovar, Á. (2021). Proyecto de diseño de una explotación avícola de pollos de engorde Broiler con capacidad para 32.200 plazas. Obtenido de https://oa.upm.es/69151/1/TFG_ALVARO_THOVAR_PUEBLA.pdf

Tolentino, C. (2008). *Influencia de la temperatura y humedad ambiental del verano e invierno sobre parametros productivos de pollos de carne criados en la ciudad de Lima*. Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v19n1/a02v19n1.pdf>

Vallejo, C. (2014). *Redacción de manual de Buenas Prácticas Agrícolas para mejorar la productividad y bioseguridad en una granja ubicada en Santo Domingo de los Tsachilas*. Obtenido de Dspace UDLA: [https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2557/1/UDLA-EC-TIPI-2014-05\(S\).pdf](https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2557/1/UDLA-EC-TIPI-2014-05(S).pdf)

Vargas, V. (2022). *Métodos de tratamiento para la coccidiosis en aves*. Obtenido de Dspace Espoch: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/19161/1/17T01856.pdf>

Vásquez, J. (2020). Presencia de patógenos en carne cruda de pollo en centros de expendio, Huánuco-Perú: una problemática en salud. *Selva*

Andina, 11(2). Obtenido de
<https://www.redalyc.org/journal/3613/361364361012/html/>

Vejarano, M. (2008). *Comparación productiva de pollos de carne criados en camas nuevas vs. Cama reutilizada por cinco campañas*. Obtenido de Scielo Perú: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v19n2/a03v19n2.pdf>

Villareal, M. (2018). El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. *Revista mexicana de fitopatología*, 36(1). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092018000100095

Voss, R. (2017). Intervenciones para reducir la carga bacteriana en la cama de pollo reciclada. *Ciencia Avícola*, 96(8). doi:<https://doi.org/10.3382/ps/pex063>

Zamora, R. (2019). Efecto del alojamiento, uso de la cama y almacenamiento en la composición química de la pollinaza. *Agronomía Costarricense*, 43(2). doi:<http://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i2.38202>

Zhiñin, M. (2019). Crianza de pollos camperos para el mejoramiento de la economía familiar en zona urbano marginal. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6073/E-UTB-FACIAG-MVZ-000012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7 ANEXOS

Anexo A: Galpón de 6 * 14 m



Fuente: Fotografías tomadas para la investigación
Realizado por: El Autor

Anexo B: Técnica 1 de expiración de hidróxido de calcio



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor

Anexo C: Técnica 2



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor



Fuente: Fotografía tomada para la investigación
Realizado por: El Autor

Anexo D: Resultados de análisis microbiológicos



LABORATORIOS FLEMMING

(Clínica – Microbiología)

Matriz: Cda. Guayacanes Mz. 43 Villa # 9 (Guayaquil) Telefax: 042828809 – Celular: 0993579283
 Sucursal: Av. 27 de Noviembre y Fco .Iñiguez (Salitre) Celulares: 0987241204 – 0992109164 –
 2793421

Q-F Gladys Ruiz Castro - Reg. Prof.: 3674 Q-F. César A Martínez A. – Reg. Prof.: 5224
 T.M.D. Reg. Prof. 1949 – Lcdo. Laboratorio Clínico
 Reg. Prof. 248

Diplomado en enfermedades de transmisión sexual. VIH EITS Reg.684880

Msc.Bioquímica clínica .Reg. 1006-14-86045481.



MICROBIOLOGIA DE MUESTRAS DE CAMAS DE POLLOS.-

MUESTRA	SALMONELLAS	COLIFORMES TOTALES	HONGOS Y LEVADURAS	MESOFILAS	VALORES REFERENCIALES	UFC/g
G1PD	AUSENCIA	14 x 10 ⁴ UFC/g	6 X10 ³ UFC/g	10 ⁷ UFC/g	MESOFILOS	10 ⁷ -10 ⁸
G1 28 D	AUSENCIA	8 x 10 ⁴ UFC/g	10 ⁴ UFC/g	10 x 10 ⁴ UFC/g	HONGOS Y LEVADURAS	5 X 10 ²
G1 38 D	AUSENCIA	6 x 10 ⁴ UFC/g	2 X10 ³ UFC/g	10 x 10 ⁶ UFC/g	COLIFORMES TOTALES	10 ⁸
					SALMOMELLA	AUSENCIA
G2 PD	AUSENCIA	4 x 10 ⁴ UFC/g	8 X 10 ⁴ UFC/g	4 x 10 ⁵ UFC/g		
G2 28 D	AUSENCIA	10 ² UFC/g	6 X 10 ³ UFC/g	2 X 10 ² UFC/g		
G2 38 D	AUSENCIA	2 X 10 ² UFC/g	8 X 10 ³ UFC/g	3 X 10 ² UFC/g		

Salitre 10-01-2024



Firmado electrónicamente por:
**CESAR ALEJANDRO
 MARTINEZ AGUIRRE**



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**, con C.C: # 0603722265 autor del Trabajo de Integración Curricular: **Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde**, previo a la obtención del título de **Médico Veterinario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior. de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior. de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación. con el propósito de generar un repositorio que democratice la información. respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de febrero de 2024

f. _____
Nombre: **Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo**
C.C: **0953472107**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Estudio comparativo de dos métodos de reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde.		
AUTOR(ES)	Mañay Sanmartín, Kelvin Bernardo		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dra. Álvarez Castro, Fátima Patricia, M. Sc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Medicina Veterinaria		
TITULO OBTENIDO:	Médica Veterinario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de febrero de 2024	No. DE PÁGINAS:	88
ÁREAS TEMÁTICAS:	Avicultura, Cama reutilizada. Pollos de engorde. Tratamientos químicos y biológicos. Rendimiento productivo		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Avicultura. Cama reutilizada. Pollos de engorde. Tratamientos químicos y biológicos. Rendimiento productivo		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	Se realizó la investigación con la finalidad de evaluar los parámetros bio-productivos comparando los métodos de alcalinización y fermentación en la reutilización de cama en la crianza de pollos de engorde. Se aplicó un diseño experimental utilizando 540 pollos de engorde en el Recinto Tres Cerritos. Naranjal. fueron divididos en tres bloques de 30. hembras. machos y mixtos con tres repeticiones. Se utilizó como instrumento las fichas de registro durante 38 días. para evaluar los parámetros bio-productivos. se realizó un control diario de los parámetros físicos y un muestreo microbiológico antes. durante y al término del experimento. Los resultados en la evaluación de parámetros bio-productivos no mostraron diferencias significativas entre los dos tratamientos. se obtuvo un p-valor menor al 0.0001. Tanto la alcalinización como la fermentación resultaron adecuados para el reúso de cama en la crianza de pollos de engorde. el porcentaje de mortalidad fue relativamente bajo con un valor de 7.78 %. la humedad se mantuvo entre 25 % y 35 %. la temperatura fue de 30 °C y el pH entre 7 y 9. los análisis mostraron ausencia de <i>Salmonella</i> sp. <i>E. coli</i> . hongos. levaduras y mesófilos se mantuvieron por debajo de los valores referenciales.		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-969083956	E-mail: kelvin.mañay@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Carvajal Capa Melissa Joseth		
	Teléfono: +593-958726999		
	E-mail: melissa.carvajal01@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			