

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA CIENCIAS PECUARIAS

**EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE REUTILIZACIÓN DE LA CAMA
AVÍCOLA Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE
POLLOS DE ENGORDE DE LA LÍNEA COBB-500®**

PROFESOR ASESOR:
PACÍFICO BONILLA

ESTUDIANTE:
EDULIETH ANETH CABALLERO PERÉN

C.I.P:
4- 817-1449

I SEMESTRE 2026

**EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE REUTILIZACIÓN DE LA CAMA
AVÍCOLA Y SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE
ENGORDE DE LA LÍNEA COBB-500®**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE CIENCIAS
PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. PACÍFICO BONILLA, MsC.		<hr/>
		DIRECTOR
PROF. VÍCTOR SÁNCHEZ, MsC.		<hr/>
		MIEMBRO
PROF. CARLOS SOLÍS G., PhD,		<hr/>
		MIEMBRO

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2026

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi refugio, mi fortaleza y mi guía durante este largo camino. Gracias por no dejar que me rindiera cuando las dificultades parecían superar mis fuerzas. Aún en los momentos de duda, me sostuviste con tu amor y me mostraste el camino correcto. Hoy culmino esta meta con la certeza de que tu presencia está conmigo en cada paso que logre dar.

A mi Madre Ayleth Osiris Perén por ser mi pilar día a día y mi fuente de inspiración, por darme el mejor ejemplo de superación y sobre todo por enseñarme a afrontar las dificultades; A mi Padre Alcibiades Caballero por acompañarme en cada una de mis etapas. Gracias por su inmenso amor y apoyo hoy en día soy una persona con principios y valores.

De igual manera a mi Tía Brenilda Cabrera por darme esa voz de aliento y por darme su apoyo en cada momento. A mis abuelos, Eduvina Aguirre y Ramón Perén, quienes, aunque no están físicamente presentes, viven en mi recuerdo.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, agradezco a Dios por la vida por ser mi guía, brindarme la sabiduría e inteligencia, por no dejarme en ningún momento y permitirme culminar mis estudios universitarios con determinación y éxito.

A mis padres y familiares, por su amor, apoyo incondicional y por ser el motor que me impulsó a seguir adelante aún en los momentos más retadores.

De igual manera a cada uno de mis docentes y asesores, por compartir sus conocimientos y pasión por la zootecnia a lo largo de esta carrera siendo esenciales para mi formación académica.

A mis compañeros y amigos de carrera, por cada experiencia compartida, por el trabajo en equipo, la amistad sincera y los aprendizajes que nos formaron como futuros profesionales del sector agropecuario.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de manera directa o indirectamente colaboraron en el desarrollo de esta tesis. Cada palabra, cada gesto y cada aporte fue valioso para lograr este objetivo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
INTRODUCCIÓN	1
I. MARCO TEÓRICO	2
1.1 Descripción de la situación actual de la avicultura en Panamá.....	2
1.2 Generalidades de la raza de los pollos Cobb 500®	2
1.3 Parámetros productivos de los pollos Cobb 500®	3
1.3.1 Conversión alimenticia:	3
1.3.2 Ganancia de peso:	3
1.3.3 Consumo de Alimento:	4
1.3.4 Mortalidad:	4
1.3.5 Índice de producción:.....	4
1.4 Generalidades de la cama avícola	4
1.5 Propiedades de la cascarilla de arroz como cama de pollos	6
1.6 Manejo que se le brinda a la cama	6
1.6.1 Tratamiento de la cama:	7
1.6.2 Aplicación de microorganismos eficientes (ME)	9
1.7 Impacto del manejo de la cama sobre el rendimiento productivo de los pollos Cobb 500®	9

1.7.1 Parámetros sanguíneos	10
1.7.2 Lesiones podales	11
1.7.3 Lesiones de la quilla o pechuga	11
II. MARCO METODOLÓGICO	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO, línea Cobb-500	13
2.3 Ubicación	13
2.4 Población experimental y tratamientos	14
2.5 Diseño experimental	14
2.6 Análisis estadísticos	15
2.7 Variables evaluadas	15
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXO	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Hematológicos de referencia de los pollos de la línea Cobb 500®.....	10
Tabla 2. Tratamientos experimentales utilizados.	14
Tabla 3. Análisis garantizado del alimento concentrado utilizado en la etapa de inicio, crecimiento, engorde.....	14
Tabla 4. Peso vivo (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	20
Tabla 5. Ganancia de peso (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	23
Tabla 6. Consumo de alimento (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	25
Tabla 7. Conversión alimenticia según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	26
Tabla 8. Distribución de mortalidad acumulada (%), por tratamiento.	29
Tabla 9. Humedad de la cama (%) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	30
Tabla 10. Temperatura ambiente (°C) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	32
Tabla 11. Niveles de amoníaco (ppm) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.	34
Tabla 12. Temperatura de la cama (°C) bajo diferentes tratamientos de cascarilla de arroz.	39
Tabla 13. Valores hematológicos bajo diferentes tratamientos de cama en la etapa de crecimiento.....	40
Tabla 14. Valores hematológicos bajo diferentes tratamientos de cama en la etapa de engorde.	42
Tabla 15. Consistencia de las heces por tratamiento.....	44
Tabla 16. Color de las heces por tratamiento y etapa de evaluación.	47
Tabla 17. Clasificación de las lesiones pódalas durante cada una de sus etapas.	48
Tabla 18. Evaluación a nivel de la pechuga o quilla en caso de presencia de quemaduras.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación satelital de la galera.....	13
Figura 2 Consistencia de las heces a evaluar	17
Figura 3 Color de las heces.....	18
Figura 4 Lesiones pódales	19
Figura 5 Quemaduras de las pechugas	19
Figura 6 Condiciones del galpón	37
Figura 7 Cama de los pollos con 1 día en el galpón.....	37
Figura 8 Cama de los pollos en la etapa final.....	38
Figura 9 Toma de muestras de las heces de los pollos	45
Figura 10 Heces evaluadas en la fase inicial	46
Figura 11 Heces evaluadas en la fase final.....	46
Figura 12 Evaluación de la zona podal en la etapa inicial	49
Figura 13 Evaluación de la zona podal en la etapa final	49
Figura 14 Evaluación de las pechugas en la etapa inicial	51
Figura 15 Evaluación de las pechugas en la etapa final	52

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1 Desinfección del galpón	73
Anexo 2 Recolecta de la cascarilla reutilizada	73
Anexo 3 Preparación de la cama reutilizada	74
Anexo 4 Toma de datos de la preparación de la cama reutilizada	74
Anexo 5 Lectura de los datos obtenidos durante la preparación de la cama al inicio	75
Anexo 6 Lectura de los datos obtenidos durante la preparación de la cama al final	75
Anexo 7 Construcción de los 15 cubículos de 1 m ²	76
Anexo 8 Distribución del porcentaje a utilizar de la cascarilla reutilizada y nueva	76
Anexo 9 Recibimiento y pesaje de los pollos en el día 0.....	77
Anexo 10 Recolectas de datos diarios	77
Anexo 11 Aplicación de yodo al ambiente del galpón	78
Anexo 12 Toma de muestras de las heces y evaluaciones de áreas podales y pechugas.....	78
Anexo 13 Pesaje de los pollos	78
Anexo 14 Toma de muestras de sangre	79

RESUMEN

Introducción: La actividad avícola en Panamá se organizó en los años 50 y hoy supera los 25 millones de aves a nivel nacional. **Objetivo:** Evaluar el porcentaje de reutilización de la cama avícola y su efecto en el rendimiento productivo de pollos de engorde de la línea Cobb-500®. **Materiales y métodos:** Con un Diseño completamente al azar (DCA) se evaluaron cinco tratamientos: T₀: 100% cascarilla nueva; T₁: 25 % cascarilla usada y 75 % cascarilla de arroz nueva; T₂: 50 % cascarilla de arroz usada y 50 % de cascarilla de arroz nueva; T₃: 75% cascarilla de arroz usada y 25 % de cascarilla de arroz nueva; T₄: 100 % cascarilla de arroz usada, tres repeticiones de 10 pollos por tratamiento, distribuidos en 15 cubículos. Las variables fueron ponderadas por evaluaciones visuales, estadística paramétrica (ANOVA y Tukey-Kramer). **Resultados:** La ganancia de peso fue mayor en la etapa de engorde (T₃), la conversión alimenticia fue más eficiente para T₃ y T₄. El tratamiento control no presentó mortalidad, sin embargo, en el resto de los tratamientos sus valores fueron bajos. El porcentaje de humedad y temperatura ambiente no reflejaron variaciones. El nivel de amoniaco y temperatura de la cama presentaron un comportamiento similar ($p>0.05$). Los parámetros hematológicos mostraron mejor desempeño para T₂ en la etapa de crecimiento, en el engorde T₃ mantuvo mejores resultados, lo que indicó que una cama madura puede aportar una microbiota estable. El color, consistencia de las heces, evaluación de pechugas y patas mostraron resultados normales. **Conclusión:** Se concluye que utilizar el 75% de cama reutilizada puede ser favorable si se brinda el manejo apropiado a la misma.

PALABRAS CLAVES: Amoniaco, cascarilla de arroz, hemograma, microorganismos eficientes, pododermatitis.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola en Panamá, supera los 25 millones de aves anuales Asociación de Avicultores de Panamá (ANAVIP, 2025). De tal manera Juárez (2023), sostiene que la producción avícola se ha fortalecido mediante modelos intensivos y sistemas de ganadería de precisión, enfocados en optimizar el bienestar animal, la productividad y el control ambiental en los galpones de pollos de engorde; a pesar de esto el sector enfrenta desafíos críticos en el manejo del entorno de cría. Sin embargo, el principal problema radica en la degradación del ambiente dentro de los galpones debido a la acumulación de gases tóxicos como el amoníaco, producto de una alta densidad poblacional y un manejo deficiente de la cama (Quintana, 1999); esta situación compromete el bienestar animal y la productividad Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2011).

De acuerdo con Lacy (2002), la mala calidad de la cama afecta el potencial genético de las aves; sumado a esto, existe una baja disponibilidad de cascarilla de arroz nueva, lo que obliga a los productores a reutilizar materiales sin contar con suficiente información científica publicada que garantice un manejo óptimo y seguro; Vejarano *et al.* (2008), señalaron que esta práctica se realiza con la finalidad de reducir los costos de producción.

Según Bolan *et al.* (2010), ante la escasez de insumos y la generación masiva de residuos (6.9 kg de pollinaza por cada 1000 kg de peso vivo), la reutilización técnica de la cama se presenta como una vía para reducir costos de producción y minimizar el impacto ambiental.

Nuestra investigación busca evaluar el porcentaje de reutilización de la cama avícola y su efecto en el rendimiento productivo de pollos de engorde de la línea Cobb-500®.

I. MARCO TEÓRICO

1.1 Descripción de la situación actual de la avicultura en Panamá

El informe de ANAVIP (2025), señala que la actividad avícola en Panamá se inició en el año 1939, y no fue hasta 1947 que empezaron a establecerse pequeñas granjas para la producción de pollos de engorde y durante la primera mitad de los años 50 comenzaron a aparecer nuevas granjas avícolas organizadas y se establecieron fábricas de alimentos para aves. Se estima que en la avicultura participan un significativo número de pequeños y medianos productores, que junto a las grandes empresas, generan alrededor de 9,400 empleos directos y unos 75,200 empleos indirectos. Tiene un número plural de fincas y plantas de procesos en todo el país, tanto en áreas rurales y urbanas, esta actividad es el soporte para el sector agrícola, y otros sectores afines, proveedores de materias primas e insumos a nivel nacional.

1.2 Generalidades de la raza de los pollos Cobb 500®

El pollo de engorde de esta raza es considerado el más eficiente por Valdiviezo (2012), debido a que posee la más alta conversión alimenticia, mejor tasa de crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menor costo, esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo (kg) de peso vivo.

Figueroa (2022), resalta que la línea Cobb 500® es la más Antigua; menciona que sus primeros inicios se dieron en Massachusetts (Estados Unidos) a comienzos del año 1916, esta línea es considerada líder mundial en crianza de pollos Broiler. La avicultura moderna inicia con aves de color blanco llamado White Rocks, que se unió con la línea Vantress masculina y la línea Cornish masculino llegando a la línea Cobb.

Dubraska (2023) clasifica las etapas de los pollos en: inicio que dura aproximadamente de 0 a 10 días de edad. Durante esta etapa, los pollos reciben una dieta de iniciación que ayuda a estimular su crecimiento y desarrollo temprano.

La segunda etapa es la de crecimiento, de aproximadamente de 11 a 22 días de edad, en la misma se garantiza el crecimiento óptimo con un nivel de

aminoácidos requerido para esta edad. La tercera etapa es la etapa de engorde, que se extiende desde el día 23 hasta la salida al mercado, durante esta etapa, se garantiza las ganancias semanales óptimas basadas en un alimento rico en energía.

1.3 Parámetros productivos de los pollos Cobb 500®

Hernández (2019), ha comprobado que el Cobb 500® es un pollo de engorde que tiene una eficiente conversión alimenticia y excelente tasa de crecimiento, el mismo brinda:

- Rendimiento superior
- Habilidad de crecimiento utilizando dietas de menor costo
- Producción de carne a un menor costo
- Más alto nivel de uniformidad
- Rendimiento reproductivo competitivo.

1.3.1 Conversión alimenticia:

Esta línea de pollos engorde que tiene una eficiente conversión alimenticia (1.54 kg en el periodo de 16 a 35 días). El mejoramiento genético realizado a esta línea ha generado importantes mejoras en la eficiencia de la conversión alimenticia, rendimiento superior, habilidad de crecimiento con dietas de menor costo, producción de carne a un menor costo, y mayor nivel de uniformidad, rendimiento reproductivo competitivo (Vargas, 2009).

1.3.2 Ganancia de peso:

Como menciona Maldonado (2021), el pollo Cobb 500® presenta un modelo de crecimiento promedio que describe su desarrollo a lo largo del ciclo productivo, donde obtuvo una ganancia de peso considerable a lo largo del tiempo de producción. Inició el día 0 con 42 g, valor que indicó el peso inicial de pollo al primer día de nacido, y llegó a 4,759 g en 63 días.

1.3.3 Consumo de Alimento:

Cobb-vantress (2015), ofreció un informe sobre los diferentes rendimientos en cuanto al consumo, tanto de medidas métricas como inglés; en el sistema inglés tiene un consumo de 0,077 g a los siete días de edad, y a los 63 días muestra un consumo general de 0,540 g, con variaciones en la alimentación que dependen de la suplementación y el sexo del ave.

Salvador (2016), señaló que la aplicación de diversos insumos puede aumentar o disminuir el consumo, y menciona como ejemplo que la adición de prebióticos y probióticos a la ración de pollos Cobb 500® durante toda la fase de producción reduce el consumo de alimento, y aumenta la ganancia de peso.

1.3.4 Mortalidad:

Este aspecto suele incrementarse mediante las vacunaciones, prácticas de manejo, el pesado, transporte y descarga de las aves al centro de beneficio, debida que el líquido de la ascitis comprime los sacos aéreos abdominales lo que priva la respiración y la circulación, estos casos pueden ocurrir en diferentes razas de pollos (Hernández, 2019).

1.3.5 Índice de producción:

El mejoramiento genético como fuente esencial para producir carne en poco tiempo. En condiciones óptimas se puede alcanzar de 2 a 2.5 kg en 42 días de edad. Para lograr estos objetivos es necesario proveer un alojamiento adecuado, buena alimentación, agua y buena sanidad. La ventaja competitiva es la disminución del costo por kg de peso vivo (PV) producido, desempeño superior con raciones de menor costo (Ortiz *et al.*, 2004).

1.4 Generalidades de la cama avícola

Una cama es aquel material que es utilizado para ser distribuido en el piso de los galpones con el fin de brindar comodidad y un desarrollo adecuado a las aves Irisarr (2013).

Algunas de las funciones de la cama son ayudar a la evaporación de la humedad y gases del material fecal, promover la sequedad por incremento de la superficie del área de piso, reducir el contacto de las aves con sus desechos, aislarlas de la humedad y frío del suelo ya que actúa, a manera de colchón; y proveer calor a través de la fermentación de microorganismos (Vejerano, 2005).

Las camas de los pollos: “deben permanecer secas y fácilmente desmenuzables en su superficie”, una cama nueva contiene un 10 % de humedad. A la llegada de los pollitos debe mantener un 20 % de humedad, considerándose totalmente seca por debajo de este porcentaje. El margen aproximado se encuentra entre el 20 y 30 % para mantener una crianza plena, al superar el 30 % la cama está en niveles de degradación. Lo óptimo es mantener la cama con una humedad entre el 20 y el 25 % (Arellano, 2014).

El pH de la cama (Tabler, 2021), debe mantener niveles por debajo de 7 para reducir la volatilización, ya que afecta la liberación de amoníaco. Sin embargo, la cama que no es tratada con un agente acidificante a menudo tendrá un pH cercano a 8 o un poco más alto.

Algunos estudios presentados por AviNews (2020), indican el uso de camas delgadas de 1.0 cm hasta 10 cm o incluso más. Las capas delgadas suelen precalentarse y usar ventilación, así como calentar activamente para mantener la cama seca; los que utilizan capas gruesas dependen más de la capacidad de absorción, por lo que resulta difícil mantener suelos cálidos ya que se aísla el suelo.

En la práctica avícola es frecuente galpones entre los 25- 50 ppm de Amoníaco, de tal forma que si no presentan ventilación pueden alcanzar niveles de 200 ppm (Carlile, 1984). Las aves expuestas a concentraciones de amonio de solo cinco ppm, pueden presentar irritabilidad y daño en vías respiratorias. Los humanos son capaces de captar niveles de 20 ppm, pero pierden la sensibilidad con una exposición prolongada.

1.5 Propiedades de la cascarilla de arroz como cama de pollos

La producción mundial de arroz en el año 2015, fue aproximadamente 491 millones de toneladas, de las cuales la cascarilla representa entre 20 y 25 % de la producción total de arroz; se estima su cantidad en 123 millones de toneladas (FAO, 2016).

Este tipo de cascarilla es liviana, suave y muy cómoda para pollos de engorde y gallinas ponedoras, ha sido una gran elección durante décadas debido a su tamaño, conductividad térmica, velocidad de secado y absorción de agua. Como todos los materiales que se utilizan para la cama, tiende a aglutinarse si no se manipula correctamente (Páez, 2016).

1.6 Manejo que se le brinda a la cama

Vejerano (2005), describe la importancia sobre el manejo correcto de la cama, está dirigido a controlar todas sus propiedades físicas y químicas con el fin de reducir la carga microbiana. Los factores que afectan la calidad y la vida útil de la cama son: la humedad, densidad, estación del año, ventilación, tipo de dieta, edad de las aves, tipos de bebederos empleados, tipo de material de cama y número de reúsos. Muchos avicultores crían varios lotes (de cinco a seis) utilizando la misma cama, práctica que consiste en cubrir la cama antigua con una capa delgada de material nuevo.

Otros criadores emplean únicamente entre un 10 y un 15 % de la cama correspondiente a la campaña anterior. Otro punto que ha tenido gran impacto es el número de lotes que se pueden criar con la misma cama. Esto está más relacionado con el aspecto sanitario, pues no se recomienda la reutilización de la cama cuando el lote ha pasado por algún desafío sanitario (Vejerano, 2005).

La limpieza, desinfección del galpón y la colocación de una cama nueva es una decisión indiscutible. En Estados Unidos, se han criado de 4 a 6 lotes de pollos de carne en una sola cama, en Brasil, se usa 4 a 5 veces la misma cama (Vejerano, 2005).

1.6.1 Tratamiento de la cama:

Teraganix (2024) señala que, para la aplicación de EM•1 (Microorganismos Eficientes), una formulación líquida compuesta por bacterias ácido-lácticas, fotosintéticas y levaduras, es necesario realizar previamente su activación y posterior dilución en agua en una proporción de 1:100 (1 litro de EM•1 activado por cada 100 litros (L) de agua). Una vez preparada la solución, esta se aplica por aspersión sobre la cama de los pollos, lo que asegura una cobertura uniforme de toda la superficie.

-Algunos de los pasos para realizar la activación del EM•1

Materiales:

1 litro de microorganismo eficiente (EM•1), 1.0 kg de melaza, 18 litros de agua sin clorox (reposada durante 24 a 48 horas en un recipiente destapado para permitir la evaporación del cloro) y un recipiente con capacidad de 20 litros.

Procedimiento:

Disolver la melaza en 2 Litros de agua. Agregar esta mezcla y 1 Litro de EM•1 a los 16 Litros de agua en el recipiente de 20 Litros. Se debe realizar la mezcla bien y se debe cerrar el recipiente herméticamente. La mezcla debe dejarse fermentar durante un periodo de 7 a 14 días en un lugar cálido y oscuro. El producto se considera listo cuando presenta un olor agri dulce y un pH comprendido entre 3.2 y 3.8.

Aplicación en la cama de los pollos:

Dilución:

Se debe mezclar 1 Litro de EM•1 activado con 100 litros de agua en un tanque o recipiente para lograr la proporción de 1:100.

Aplicación:

Usar un aspersor o bomba de espalda para rociar la solución sobre la cama de los pollos. Asegúrese de cubrir toda la superficie de la cama de manera uniforme. Bernigaud (2016), describe diversos procedimientos orientados a obtener

resultados favorables en la reutilización de la cama avícola, entre los cuales se destaca el tratamiento por calentamiento, emparvado o apilado que es un proceso en el cual se forman pilas o parvas con la cama dentro del galpón con la finalidad de generar altas temperaturas que produzcan la muerte de los organismos patógenos productores de enfermedades presentes en la misma.

Duración del proceso:

Duración aproximada de 10 a 20 días que se efectúa en dos etapas, de 5 a 10 días cada una Bernigaud (2026).

Etapas 1: Unificar el tamaño de las partículas:

Antes de formar la pila es importante que el material tenga el mismo tamaño de partícula, ya que esto facilita la transferencia del calor a todos los puntos de la masa. El apilado debe conformarse con alturas superiores a un metro, lo que garantiza un volumen suficiente para que el calor generado se mantenga durante varios días. En esta etapa, es fundamental evitar que parte del material quede fuera de la pila, a fin de asegurar que toda la cama reciba de manera uniforme el efecto térmico producido por la actividad microbiana durante el proceso Bernigaud (2026).

Es imprescindible mantener las cortinas levantadas y las campanas (calefacción) encendidas durante las primeras 24 a 48 horas para favorecer el mantenimiento de la temperatura. Es importante que las pilas alcancen temperaturas entre 60 – 70°C, y que estas se mantengan durante 5 -10 días, ya que de ellas depende la muerte térmica de los patógenos. Esta medición se puede realizar con un termómetro que permita medir la temperatura en el interior de la pila a una profundidad de 30 y 50 cm de la superficie Bernigaud (2026).

Etapas 2:

Se debe realizar el volteo de la pila transcurridos los primeros 5 a 10 días, con la finalidad de que la capa superficial quede en el interior y reciba altas temperaturas.

1.6.2 Aplicación de microorganismos eficientes (ME)

El amoníaco (NH_3) es uno de los principales gases contaminantes asociados con la producción de aves de corral, por su repercusión en la calidad del aire, afecta tanto al medioambiente como a la salud de los animales y los trabajadores (Portejoie *et al.*, 2002).

Según García *et al.* (2008), en la pollinaza se da la volatilización del amoníaco, lo cual ha sido atribuido a la acción microbiana sobre los compuestos nitrogenados, principalmente el ácido úrico excretado en la orina. El amoníaco (NH_3) tiende a elevarse considerablemente y genera efectos negativos sobre las aves entre los que se encuentran disminución de la ganancia de peso, dermatitis por contacto y alteración del estado de salud, entre otros.

La aplicación de (ME) en la pollinaza, hace referencia a un cultivo mixto líquido de microorganismos benéficos capaces de coexistir entre sí, que generan efectos positivos para el buen estado sanitario y ambiental de la producción agropecuaria (Hoyos *et al.*, 2008).

Pereira (2016), demostró que el uso de esta biotecnología en la pollinaza contribuye en la disminución a agentes patógenos, y favorece en gran medida en la salud de los animales y del personal que labora en las granjas, reflejándose en un beneficio económico, social y ambiental.

1.7 Impacto del manejo de la cama sobre el rendimiento productivo de los pollos Cobb 500®

Vejerano (2005), planteó algunas limitaciones de la técnica de reutilización de la cama, como el aumento de la carga microbiana y altas concentraciones de amoníaco y la aglomeración del estiércol.

Flores (2014) expuso que la incidencia de *Salmonella* spp. en la cama de pollos de engorde tiende a disminuir a medida que aumenta el número de ciclos de crianza (reutilizaciones) sobre el mismo material. Este fenómeno se atribuye a la estabilización de la microbiota de la cama, lo que sugiere que el reciclaje

técnicamente controlado puede ejercer un efecto protector, favoreciendo la sanidad de las aves mediante la exclusión competitiva de patógenos.

Un alto contenido de humedad en la cama (superiores a 30%), manifestado por la presencia de grumos o terrones, representa un problema significativo, ya que si no se corrige oportunamente, puede ocasionar un aumento en la incidencia de ampollas en la pechuga, lesiones en las almohadillas plantares, niveles elevados de amoníaco en el galpón, así como otros problemas asociados al bienestar e higiene de las aves (Bravo, 2023).

1.7.1 Parámetros sanguíneos

Según los criterios de Talebi *et al.* (2005), Maxwell (2007) y Gross & Siegel (1983), así como de Campbell (2015) y Jain (1993), se han estandarizado rangos específicos para cada parámetro hematológico de acuerdo con la edad y etapa fisiológica del ave, (tabla 1).

Tabla 1. Parámetros Hematológicos de referencia de los pollos de la línea Cobb 500 ®.

Parámetro	Unidad	Crecimiento (11-22 d)	Engorde (>22 d)
WBC	10 ⁹ /L	18.0 – 25.0	22.0 – 30.0
RBC	10 ¹² /L	2.10 – 2.50	2.50 – 3.10
HGB	g/dL	7.5 – 9.5	9.5 – 12.0
HCT	%	24.0 – 29.0	30.0 – 35.0
Heterófilos	%	22.0 – 30.0	25.0 – 35.0
N. banda	%	0.0 – 1.0	0.0 – 2.0
Linfocitos	%	55.0 – 65.0	50.0 – 60.0

Parámetro	Unidad	Crecimiento (11-22 d)	Engorde (>22 d)
Monocitos	%	2.0 – 5.0	3.0 – 6.0
Eosinófilos	%	1.0 – 3.0	1.5 – 4.0
Basófilos	%	1.0 – 2.0	1.0 – 3.0

El estrés ambiental (estado de la cama) altera los valores hematológicos de la sangre según Gutiérrez *et al.* (2017), los cuáles también pueden ser afectados por el estado nutricional, sexo, edad, hábitat, la época del año y el estado reproductivo. El mismo autor señala que la hematología aviar está comenzando a ser estudiada, pero todavía no se tiene bien desarrollada. La evaluación de los indicadores sanguíneos en esta investigación se sustenta en la correlación entre la fisiología aviar y el desempeño productivo.

1.7.2 Lesiones podales

La prevención de esta patología se centra en el mantenimiento de buenas condiciones ambientales (estado de la cama) y de una nutrición adecuada. Pascual (2022), menciona que la pododermatitis es una patología progresiva y crónica que afecta a la zona plantar de las extremidades posteriores de las aves. Inicialmente, comienza como una inflamación del tejido cutáneo, pero a medida que el proceso avanza, se pueden afectar estructuras más profundas (como articulaciones, tendones y huesos). Es un proceso de etiología multifactorial que generalmente se asocia a un manejo incorrecto.

1.7.3 Lesiones de la quilla o pechuga

Crespo *et al.* (2023), Las quemaduras pectorales en los pollos y vesículas pectorales en los pavos (*Meleagris gallopavo*) son lesiones localizadas que afectan la piel en una zona. Es una lesión similar a la de la bursitis esternal la cual se caracteriza por ser una respuesta inflamatoria de la bursa sinovial ante la presión o fricción mecánica constante sobre la quilla. Clínicamente, se caracteriza por la

acumulación de líquido (seroso o purulento) que forma una ampolla subcutánea en la región del esternón, acompañando a este proceso, se observa una decoloración y engrosamiento cutáneo (hiperqueratosis) con tonalidades amarillentas o rojizas.

En etapas avanzadas, estas ampollas de pecho (*breast blisters*) pueden evolucionar hacia procesos infecciosos o abscesos, comprometiendo severamente la calidad de la canal.

Son lesiones, que presentan una costra dura en la superficie, un núcleo de piel necrótica e inflamación crónica que se extiende hacia el tejido subcutáneo subyacente. Las afecciones son más frecuentes con mayor densidad de población, mayor edad del ave, y en invierno, pero cuando la cama es de buena calidad y está seca, se observa una reducción de los casos.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el porcentaje de reutilización de la cama avícola y su efecto en el rendimiento productivo de pollos de engorde de la línea Cobb-500®

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO, línea Cobb-500

- Valorar el comportamiento productivo de los pollos de engorde sometidos a diferentes porcentajes de reutilización de cama avícola.
- Determinar la incidencia y severidad de las lesiones pódalas en pollos de engorde bajo diferentes porcentajes de reutilización de cama avícola.
- Analizar el efecto de la reutilización de la cama sobre los parámetros hematológicos de los pollos de engorde de la línea Cobb-500®.

2.3 Ubicación

El estudio se realizó en una galera convencional, ubicada en el Corregimiento de Bugaba, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, (Figura 1). Localizado a los 8°30'18" de latitud norte y 82°36'51" de longitud oeste y con una elevación de 201.93 metros sobre el nivel del mar (msnm). El área de estudio presenta una temperatura anual promedio de 26.4 °C, con temperaturas máximas de 35 °C y mínimas de 21 °C, La precipitación pruvial es de 2,800 mm anuales y la velocidad del viento es de 3.24 km/h (0.9 m/s) (ETESA, 2026).



Figura 1 Ubicación satelital de la galera

2.4 Población experimental y tratamientos

Para este estudio se utilizaron 150 pollos de la línea Cobb 500® de un día de nacidos. Se evaluaron cinco tratamientos de reutilización de la cascarilla de arroz, (tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos experimentales utilizados.

	T0	T1	T2	T3	T4
Cascarilla de arroz usada, %	0	25	50	75	100
Cascarilla de arroz nueva, %	100	75	50	25	0

A los tratamientos con cascarilla usada fueron roseados con una solución de microorganismos eficientes (ME, denominado, EM •1) previamente activados. La activación de los mismos se realizó siete días antes del inicio de la investigación.

Para este estudio se establecieron tres etapas productivas, definidas según la edad de las aves: inicio (0-10) días, crecimiento (11-22) días y engorde (23-42) días. Se utilizó alimento concentrado comercial para cada etapa (tabla 3); se realizó un manejo sanitario similar para todos los tratamientos. **El estudio duró 42 días.**

Tabla 3. Análisis garantizado del alimento concentrado utilizado en la etapa de inicio, crecimiento, engorde.

	Inicio	Crecimiento	Engorde
Proteína	21%	17%	19%
Grasa	2%	2.5%	2.5%
Humedad	13%	13%	13%
Fibra	4%	6%	5%
Ceniza	8%	8%	8%

2.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 150 pollos de un día de nacido y peso inicial de 35 g, los cuales fueron ubicados en 15 cubículos en piso de tierra. Los animales y los tratamientos fueron asignados al azar, cada tratamiento

contó con tres repeticiones de 10 animales cada uno. Los muestreos fueron realizados al azar al final de cada etapa productiva.

2.6 Análisis estadísticos

Los datos obtenidos se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2021.

Las variables evaluadas respondieron al siguiente modelo lineal aditivo correspondiente a un diseño completamente al azar (DCA):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : variable de respuesta observada en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

μ : media general.

T_i : efecto del i -ésimo tratamiento (porcentaje de reutilización de la cama).

ε_{ij} : error experimental aleatorio asociado a cada observación.

En el análisis de los datos se incluyó pruebas de normalidad (Shapiro y Wilk, 1965) y homocedasticidad (Levene, 1960). Si las variables cumplían con los supuestos antes mencionados fueron sometidas al análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey-Kramer (Kramer, 1956). Los que no cumplieron con uno o ambos supuestos fueron analizados mediante las pruebas de Kruskal Wallis y comparación por pares, a nivel de significancia de ($p < 0.05$). El software estadístico empleado fue Infostat (Di-Rienzo *et al.*, 2015).

2.7 Variables evaluadas

Peso vivo (PV):

Se registró al final de cada etapa productiva mediante el pesaje de los animales seleccionados por tratamiento (3 animales/ tratamiento), las aves en ayunas, utilizando una balanza con una precisión de 0.01 g.

Ganancia de peso (GP):

Correspondió al incremento del peso corporal del animal durante un período determinado. Para ello, se utilizó el 30 % de la población de cada tratamiento (3 animales/ tratamiento), a través pesajes al final de cada etapa productiva y así obtener un valor promedio.

$$\text{Ganancia de Peso (g)} = \text{Peso Final (g)} - \text{Peso Inicial (g)}$$

Consumo de Alimento (CAL):

Cantidad de concentrado ingerido por el animal. Este parámetro se obtuvo de la relación entre el alimento fresco ofrecido y el alimento rechazado los cuales fueron cuantificados diariamente.

$$\text{Consumo de alimento (CAL, g)} = \text{Alimento Ofrecido (g)} - \text{Alimento Rechazado (g)}$$

Conversión Alimenticia (C.A.):

Relación entre CAL y GP que tiene el animal en un periodo de tiempo determinado, que en este caso correspondió a cada etapa.
$$\text{C.A} = \text{CAL (g)} / \text{GP (g)}$$

Mortalidad (MOR, %):

Se registró la mortalidad diaria de cada grupo a través, del porcentaje general por cada tratamiento y repetición.

$$\text{MOR (N° animales)} = \text{N° animales muertos} / \text{N° total de animales} \times 100, \text{ en cada fase.}$$

Humedad (%), temperatura ambiente y nivel de amoníaco:

Se obtuvieron por medio de un detector de gas de amoníaco (AIOMEST Medidor AI-9000B) que presenta un rango de 0-100ppm y resolución de 0.1 ppm, el mismo permitió conocer la temperatura en °F/ °C, y el % de humedad de cada uno de los tratamientos, estos datos se recolectaron diariamente y al final de cada etapa se realizó un promedio general, se consideraron además los valores máximos y mínimos por tratamientos y repeticiones.

Temperatura de la cama:

Esta variable se midió diariamente con un termómetro de compostaje de 39.4 pulgadas de largo. Al final de cada etapa se determinó la temperatura promedio.

Heces:

Esta medición se realizó el día que correspondió la toma de muestras. Para este procedimiento se colocó sobre la cama de cascarillas papel periódico con la finalidad de obtener mayor visibilidad de la consistencia y color de las heces recién depuestas y de esta forma realizar una medición más clara y precisa para cada tratamiento.

Consistencia de heces:

La consistencia de las heces fue evaluada en tres periodos; 11, 23 y 40 días de edad con la utilización de la escala ordinal valorada de 1 a 5 (Figura 2), donde los valores más altos indicaron mayor firmeza o consistencia, y los valores menores corresponden a heces muy líquidas (diarrea). Como referencia, se utilizaron los criterios propuestos por Vega (2020) y Cobb-Vantress (2022). La recopilación de los datos se realizó al final de cada una de las etapas productivas. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva y comparación cualitativa entre tratamientos. Debido al carácter ordinal de las variables y al tamaño reducido de la muestra ($n=3$ por tratamiento), por etapa de producción; no fue posible aplicar pruebas paramétricas, por lo tanto, se utilizó el enfoque no paramétrico recomendado para este tipo de datos (Kruskal-Wallis).



Figura 2 Consistencia de las heces a evaluar

Color de las heces:

Se realizó visualmente mediante la utilización de la escala de colores propuesta por Akinbobola (2025), **Figura 3**. Esta escala indica que el color marrón claro y oscuro es normal, el verdoso indica la presencia de infección viral, la presencia de coccidiosis se distingue por el color rojo de la escala y heces blancas indican un problema renal.



Figura 3 Color de las heces

Parámetros sanguíneos (Hemograma):

Se tomó un animal al azar para cada repetición. En total se tomaron 30 muestras, 15 a mediados de la etapa de crecimiento y 15 durante el engorde. Se tomaron 2.0 mL de sangre de la vena branquial del animal, la cual se colectó en tubos con EDTA, las muestras se analizaron en un laboratorio privado de la localidad. Los resultados de estos análisis se compararon con los expuestos por Talebi *et al.* (2005), Maxwell (2007) y Gross & Siegel (1983), Campbell (2015) y Jain (1993).

Lesiones pódales:

Al final de cada etapa se observaron las patas de los animales donde se evaluaron dos por cada repetición, para un total de 90 observaciones, 30 por cada etapa productiva (inicio, crecimiento y engorde), y se analizaron de acuerdo a la escala propuesta por Pascual (2022), **Figura 4**. Esta escala plantea cinco grados o valores de I a V, considerándose de menor a mayor.

En caso de presentarse afectaciones por diferentes tamaños donde el grado I; la lesión tiene un diámetro de cero a 2 mm, no se observa a simple vista ninguna

lesión; grado II (2 a 5 mm), lesión pequeña similar a un grano de arroz; grado III (5 a 10 mm), lesión notable en el centro de la zona plantar, grado IV (10 a 15 mm), presenta una costra en la almohadilla central de la pata y grado V (mayor de 15 mm), la lesión desborda la almohadilla central y afecta los dedos con inflamación.



Figura 4 Lesiones pódicas

Quemaduras de las pechugas o quilla:

La evaluación de esta variable se realizó al final de cada etapa, se evaluaron dos pollos al azar por cada repetición (en total 90 animales) y se compararon visualmente con la escala de 0 a 3 grados descrita por Welfare Quality®. (2009); Kjaer *et al.*, (2006); Haslam *et al.*, (2007).

Esta escala (Figura 5), considera aspectos como la presencia o ausencia de lesiones, localización, tamaño, y grado de afectación. El grado cero tiene un tamaño de cero mm (tiene una piel limpia sin alteraciones), grado I (1 a 5 mm), pequeña zona de irritación, grado II (5 a 15 mm) tiene una erosión clara y grado III (mayor de 15 mm) lesión extensa y profunda.

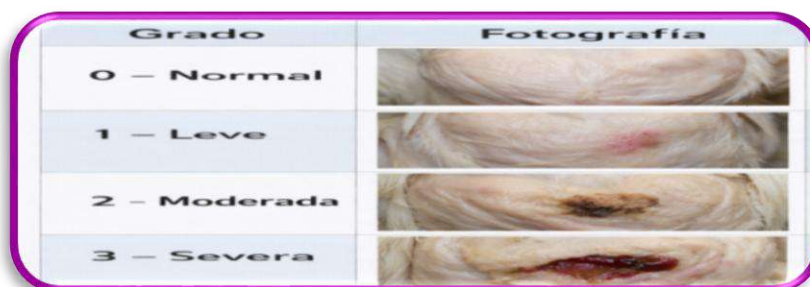


Figura 5 Quemaduras de las pechugas

III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso vivo (kg/etapa):

Los resultados del PV (tabla 4) indicaron que en las dos primeras etapas; inicio y crecimiento, esta variable se comportó de manera similar ($p>0.05$), o sea el tipo de cama no afectó el PV, sin embargo, en la medida que transcurrió el tiempo, en las etapas finales del ciclo; engorde y ciclo completo, ambas etapas T₃ (75% cascarilla reutilizada y 25% nueva), se comportó diferente del resto de los tratamientos ($p<0.05$), y en las cuáles obtuvo el mayor peso. En las etapas finales, el tipo de cama si afectó la variable PV. En la etapa de engorde T₃, produjo 8.7% más peso que el resto de los tratamientos.

Tabla 4. Peso vivo (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (kg)	Crecimiento (kg)	Engorde (kg)	Ciclo completo (kg)
T ₀	0.395 ^A	0.787 ^A	2.856 ^B	2.856 ^B
T ₁	0.394 ^A	0.836 ^A	2.817 ^B	2.817 ^B
T ₂	0.359 ^A	0.797 ^A	2.908 ^B	2.908 ^B
T ₃	0.430 ^A	0.834 ^A	3.121 ^A	3.121 ^A
T ₄	0.395 ^A	0.750 ^A	2.906 ^B	2.906 ^B
Pv	> 0.05	> 0.05	< 0.0001	< 0.0001

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

Estos resultados se atribuyen a que el uso de la cama reutilizada (debidamente tratada) cuenta con una población establecida de bacterias benéficas provenientes de la parvada anterior, entre las que destacan los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Los *Lactobacillus* tienen la capacidad de fermentar los carbohidratos presentes en la ingesta para transformarlos principalmente en ácido láctico, el cual protege la mucosa intestinal y mejora la digestión de proteínas y minerales. Por su parte, las *Bifidobacterium* se encuentran entre los primeros microorganismos en colonizar el tracto intestinal de los animales jóvenes; estas

producen ácidos grasos de cadena corta que sirven como fuente directa de energía para las células del intestino (los enterocitos), promoviendo que las vellosidades intestinales crezcan más largas y fuertes.

Al estar en contacto con este sustrato desde el inicio del ciclo, las aves colonizan su tracto digestivo rápidamente con estos microorganismos. Esto genera el fenómeno de exclusión competitiva, donde las bacterias benéficas ocupan los receptores intestinales, limitando el espacio para el alojamiento de patógenos. En la etapa de engorde, período en el cual el intestino trabaja a su máxima capacidad fisiológica, un tracto digestivo más sano y libre de procesos inflamatorios absorbe los nutrientes con mayor eficiencia, lo que se tradujo directamente en ese 8.7% más de peso vivo observado en T₃.

Complementando este efecto biológico, se identificó una mejora en las condiciones físicas del ambiente. La cascarilla de arroz 100% nueva (T₀) tardó más en "activarse" y absorber humedad debido a la dureza de su cutícula cerosa natural. Por otro lado, la cascarilla 100% reutilizada (T₄) ya había perdido su capacidad de retención, saturándose con mayor rapidez. El tratamiento T₃ logró el balance físico ideal: el 75% de la cascarilla usada, al haber perdido dicha capa cerosa, absorbió la humedad de forma inmediata, mientras que el 25% de cascarilla nueva aportó el espacio poroso necesario para la ventilación del sustrato.

Al mantener la cama más seca en la etapa de engorde fase de máxima producción de excretas y calor metabólico se redujo drásticamente la volatilización de gas amoníaco (NH₃) a nivel del suelo. Al respirar un aire con menor carga nociva, las aves no sufrieron micro lesiones respiratorias ni estrés ambiental, lo que les permitió optimizar el consumo de alimento y las horas de descanso en esta etapa crítica del ciclo productivo.

Resultados similares fueron descritos por Hussein *et al.* (2023), quienes demostraron que el uso controlado de cama reutilizada mejora el rendimiento productivo de pollos de engorde, debido a una mejor adaptación microbiana y menor fluctuación térmica del material. Abougabal *et al.* (2019), indicaron que la

reutilización de la cama bajo condiciones adecuadas de manejo no afecta negativamente el crecimiento, e incluso puede mejorar la ganancia de peso y conversión alimenticia.

De acuerdo con Cressman *et al.* (2010), esto se debe a que una cama previamente utilizada y correctamente tratada estimula el desarrollo temprano del sistema inmune del ave y promueve una microbiota intestinal más robusta y diversa, lo que optimiza la digestión y la absorción de nutrientes. De igual manera, Roll *et al.* (2011) señalan que se genera un efecto de exclusión competitiva, donde las bacterias benéficas ya establecidas en la cama vieja impiden la colonización de patógenos severos, manteniendo un ambiente entérico más sano.

Por su parte, Diarra *et al.* (2021) y Durmuş *et al.* (2023), coincidieron en que el tipo y la calidad del material de cama influyen directamente en el bienestar y el rendimiento de las aves, ya que una cama seca y con buena textura favorece el confort térmico, reduce el estrés y promueve un consumo más eficiente del alimento. Estos factores, sumados al control de humedad y la adecuada densidad de alojamiento, son determinantes para alcanzar un peso vivo óptimo.

Además, los resultados de este estudio se alinean con las recomendaciones de la guía de manejo de la línea genética COBB 500® (Cobb-Vantress, 2021), que destaca que el ambiente térmico, la ventilación y el manejo de la cama son factores clave que determinan el crecimiento y el peso final de las aves. Según dicha guía, los pollos COBB 500® presentan un crecimiento más eficiente cuando se minimizan los factores de estrés y se mantiene una cama en condiciones óptimas durante todo el ciclo.

La diferencia observada en la etapa de engorde podría atribuirse a la mayor sensibilidad de las aves adultas a las condiciones ambientales. Gous *et al.* (2010), explican que el potencial genético de crecimiento se expresa con mayor intensidad en las fases finales, por lo que pequeños cambios en el microambiente o en el manejo de la cama pueden generar diferencias significativas

en el peso vivo. En este sentido, el uso de 75 % de cascarilla reutilizada representó un equilibrio entre estabilidad ambiental y control de humedad, favoreciendo el desempeño productivo.

Ganancia de peso (GP, kg/etapa):

El análisis de esta variable (tabla 5) indicó que, en las primeras etapas, inicio y crecimiento, el tipo de cama no afectó su comportamiento ($p>0.05$), su comportamiento fue similar a la variable PV, sin embargo, en el engorde y ciclo completo, T₃ (75% cascarilla usada) fue diferente del resto de los tratamientos ($p<0.05$). En promedio T₃ fue 10.0% superior en la etapa de engorde y 8.8% en el ciclo completo. Esta variable, mostró un comportamiento similar al PV.

Tabla 5. Ganancia de peso (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (kg)	Crecimiento (kg)	Engorde (kg)	Ciclo completo (kg)
T ₀	0.355 ^A	0.392 ^A	2.069 ^B	2.816 ^B
T ₁	0.354 ^A	0.442 ^A	1.980 ^B	2.777 ^B
T ₂	0.321 ^A	0.439 ^A	2.111 ^B	2.871 ^B
T ₃	0.391 ^A	0.404 ^A	2.287 ^A	3.082 ^A
T ₄	0.357 ^A	0.355 ^A	2.156 ^B	2.868 ^B
Pv	>0.05	>0.05	<0.0001	<0.0001

T₀: 0%; T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

De acuerdo con Miles *et al.* (2011), la cama parcialmente usada presenta actividad microbiana moderada, genera calor metabólico adicional que eleva ligeramente la temperatura superficial, lo cual favorece el confort térmico y por ende la eficiencia productiva en las primeras etapas de vida del ave.

Los resultados muestran que T₃ optimizó la GP en la etapa de engorde. Este comportamiento se relacionó con la madurez biológica de la cama reutilizada; a

diferencia de una cama nueva (fría e inerte), la cama con material previo posee una microbiota establecida que genera un proceso de fermentación aeróbica controlada (Miles *et al.*, 2011). Este proceso biológico libera calor residual de forma constante hacia la base, y crea un microclima en la zona de contacto del ave que reduce la brecha térmica entre el animal y el suelo (Miles *et al.*, 2011).

En la etapa de engorde, la demanda metabólica es máxima, esta estabilidad térmica permite que el ave redireccione la energía que normalmente usaría en la termogénesis para mantener su temperatura corporal hacia la síntesis de tejido muscular y deposición proteica (ganancia de peso), (Cressman *et al.*, 2010).

El desempeño superior del T₃ se explica a través del principio de conducción térmica descrito por Cassar *et al.* (2004), quienes sostienen que la temperatura de la cama es un factor crítico para el mantenimiento de la zona termoneutral en aves. En la etapa de engorde, una cama con 75% de material reutilizado proporciona una reserva térmica que minimiza la pérdida de calor sensible del ave hacia el suelo y la incorporación del 25% de cascarilla nueva en el T₃ evitó la acumulación de humedad y calor latente excesivo, permitió que el ave mantuviera su homeostasis sin reducir la ingesta voluntaria de alimento (Hussein *et al.*, 2023). De este modo, la energía metabolizable no se desvió hacia la termorregulación, sino que se optimizó para la deposición de tejido, alcanzando el peso máximo de 3.082 kg.

Por otro lado, la menor ganancia observada para T₀ durante el engorde puede deberse a la falta de actividad microbiana inicial, lo cual produjo un ambiente más frío y reduce la tasa metabólica eficiente del ave, como lo señalan Cengiz *et al.* (2019), al evidenciar que camas nuevas suelen mantener temperaturas internas más bajas y menor capacidad de aislamiento térmico. Esto genera un mayor gasto energético para mantener la homeotermia, y disminuye así la GP, lo cual coincide directamente con el comportamiento observado en la presente investigación.

Del mismo modo, la menor GP en el T₄ es congruente con lo planteado por Dunlop *et al.* (2016), quienes explican que la cama excesivamente reutilizada tiende

a presentar mayor humedad, compactación, acumulación de microorganismos y producción de gases como amoníaco, factores que deterioran la calidad del aire y generan estrés fisiológico en las aves, disminuyen el crecimiento y rendimiento productivo.

Consumo de Alimento (CAL):

Los resultados para esta variable (tabla 6) indicaron que, durante las etapas de inicio y crecimiento el porcentaje de reutilización de cama no la afectó ($p>0.05$), en contraste, si se afectó ($p<0.05$) en las etapas de más avanzadas (engorde y ciclo completo).

Tabla 6. Consumo de alimento (kg) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (kg)	Crecimiento (kg)	Engorde (kg)	Ciclo Completo (kg)
T ₀	0.593 ^A	1.004 ^A	3.886 ^B	5.483 ^B
T ₁	0.699 ^A	1.101 ^A	4.005 ^A	5.805 ^A
T ₂	0.636 ^A	1.070 ^A	3.966 ^B	5.672 ^B
T ₃	0.677 ^A	1.033 ^A	3.913 ^B	5.623 ^B
T ₄	0.547 ^A	0.904 ^A	3.865 ^B	5.316 ^B
Pv	>0.05	>0.05	<0.0001	<0.05

T₀: 0%; T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas ($p<0.05$).

En el engorde, T₁ presentó mayor CAL, el cual fue en promedio 2.50% mayor que el resto de los tratamientos, mientras que durante el ciclo completo, el comportamiento promedio de T₁ respecto al resto de los tratamientos CAL fue el doble de la etapa de engorde (5.09%).

Dentro de los resultados obtenidos se refleja que este comportamiento coincide con lo descrito por Yamak *et al.* (2015), quienes mencionan que durante las etapas iniciales el CAL en pollos de engorde no difiere significativamente entre

tratamientos de cama nueva frente a reutilizada, siempre que las condiciones ambientales y de manejo sean adecuadas. La proporción de cascarilla nueva y usada influyó parcialmente en el desempeño, patrón fisiológico normal de incremento gradual del consumo según avanza la edad de las aves, los diferentes datos indican que el consumo aumenta conforme las aves desarrollan mayor capacidad digestiva y metabólica (Yamak *et al.*, 2015).

El incremento en el consumo del T₁ durante las tres etapas podría estar asociado al confort ambiental que influye directamente sobre la ingesta de alimento y el desempeño zootécnico de las aves. Abougabal (2019) observó que la reutilización moderada de la cama, junto con la textura y microbiología favorables, contribuye a un mejor comportamiento alimenticio. De forma similar, Taboosha (2017) describieron que camas reutilizadas en exceso pueden afectar la calidad de la cama (mayor humedad, compactación, menor comodidad de las aves), lo que reduce el consumo de alimento en las últimas etapas del ciclo.

Conversión Alimenticia (C.A.):

Esta variable (tabla 7) mostró un comportamiento similar en las etapas tempranas de vida de los pollos ($p>0.05$). Este comportamiento indicó que el tipo de cama no influyó en la eficiencia alimenticia de los pollos. Este resultado concuerda con lo señalado por Cobb-Vantress (2022), quienes indican que, durante las primeras semanas de vida, el desempeño productivo se encuentra principalmente condicionado por la genética, la nutrición y el manejo inicial, más que por las características físicas de la cama.

Tabla 7. Conversión alimenticia según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio	Crecimiento	Engorde	Ciclo completo
T ₀	1.67 ^A	2.56 ^A	1.88 ^B	2.65 ^C
T ₁	1.97 ^A	2.49 ^A	2.02 ^C	2.93 ^D
T ₂	1.98 ^A	2.44 ^A	1.88 ^B	2.68 ^C

T ₃	1.73 ^A	2.56 ^A	1.71 ^A	2.45 ^A
T ₄	1.53 ^A	2.55 ^A	1.79 ^A	2.46 ^A
Pv	>0.05	>0.05	<0.05	<0.05

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

Los resultados obtenidos durante las etapas de inicio y crecimiento indicaron que la cama cumple más una función de soporte y confort y puede no influir directamente en la conversión hasta que la carga orgánica y el ambiente del galpón cambian (Durmuş, 2023). Este efecto refleja una mayor eficiencia en el aprovechamiento del alimento que de acuerdo con Cengiz *et al.* (2019), una cama con condiciones ambientales más estables favorece el bienestar térmico del ave, reduce el gasto energético asociado a la termorregulación y permite una mayor utilización de la energía consumida para el crecimiento corporal, lo que se traduce en una mejor conversión alimenticia.

En la etapa de engorde esta variable no fue afectada (p>0.05) por los niveles altos de reutilización de cama (75 y 100%), quienes obtuvieron los valores más bajos y con mejores eficiencias, mientras que del nivel bajo al intermedio (0, 25 y 50%) de reutilización de la cama se comportaron de manera diferente (p<0.05) y mostraron los mayores valores. En esta fase T₁ mostró el mayor valor, 11.30% superior al promedio del resto de los tratamientos, lo que indicó menor eficiencia. Esta menor eficiencia en T₁ se atribuye a que las proporciones bajas de material reutilizado no logran consolidar la estabilidad térmica ni la madurez microbiológica que caracterizan a los tratamientos con mayor tasa de reutilización.

Al predominar el material nuevo (75% cascarilla nueva en T₁), la cama presenta una menor capacidad de retención calórica superficial, obligando a las aves a desviar parte de la energía metabolizable del alimento hacia procesos de termorregulación en lugar de destinarlos eficientemente a la deposición de tejido muscular (Roll *et al.*, 2011).

Durante el ciclo completo la conversión alimenticia de T₁ fue diferente del resto de tratamientos ($p < 0.05$), nivel bajo e intermedio (0 y 50%) ($p > 0.05$) y los niveles altos (75 y 100%) de cama reutilizada ($p > 0.05$). El tratamiento 25% de cama reutilizada fue el menos eficiente durante etapa, igual que en la etapa de engorde.

La mejora de la conversión alimenticia en T₃ (75% reutilizada) y T₄ (100% reutilizada) puede explicarse mediante varios mecanismos interrelacionados, puede tener mayor estabilización microbiológica y temperatura más elevada del sustrato, lo que reduce el gasto energético de las aves para mantener la termorregulación. Esto es respaldado por Durmuş (2023), quien encontró que las aves alojadas en materiales de cama con mejor absorción y estabilización microambiental tuvieron mejores valores de conversión.

La menor conversión alimenticia del T₁ se presentó por el alto consumo sin un ambiente físico de cama optimizado pudo provocar mayor gasto para mantenimiento, mayor dispersión del alimento o menor conversión neta.

Esto concuerda con lo señalado en el informe de campo de la Universidad de Georgia (2019) donde se indica que la reutilización de la cama es viable solo si se gestiona correctamente la humedad, amoníaco y densidad, ya que de lo contrario puede deteriorarse la calidad del ambiente y aumentar el índice de conversión.

Los resultados sugieren que la conversión alimenticia está más influida por el estado global del ambiente y de la cama durante la etapa de engorde, cuando los pollos tienen mayor metabolismo y mayor demanda de conversión. Taboosha (2017) demostró que la conversión alimenticia sí difiere según el tipo o el manejo de la cama, especialmente en fases avanzadas del ciclo productivo.

Mortalidad acumulada (MOR, %):

Durante el periodo experimental la mortalidad acumulada (tabla 8) fue de 3.3%, el nivel 100% de cascarilla de arroz nueva no registró mortalidad, mientras que en el resto de los tratamientos mostraron bajos niveles.

Tabla 8. Distribución de mortalidad acumulada (%), por tratamiento.

Tratamiento	Número de Aves Muertas	Porcentaje (%)
T ₀	0	0
T ₁	2	0.60
T ₂	1	0.30
T ₃	1	0.30
T ₄	1	0.30
Total	30	100

T₀: 0%; T₁: 25 %; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada

Estos resultados indican que las condiciones experimentales y de manejo fueron adecuadas, lo que mantiene esta variable dentro de los rangos normales para pollos de engorde. La mortalidad acumulada coincide con lo encontrado por autores como Aviagen (2018); Cobb-Vantress (2021) establecen que una mortalidad acumulada entre el 3% y el 4% es el estándar esperado para un manejo técnico adecuado y eficiente en galpones.

La mortalidad en este estudio se mantuvo dentro de los rangos indicados por Limaylla *et al.* (2024), quienes destacan que la producción comercial de la línea Cobb 500, pueden presentar mortalidades acumuladas cercanas al 2.5 % siendo está considerada como objetivo operativo viable, mientras que valores superiores al 5 % pueden ser indicativos de problemas de manejo, enfermedad o estrés ambiental, lo que concuerda de igual manera con lo expuesto Aviagen (2018); Cobb-Vantress (2021).

Humedad, %

El porcentaje de humedad de la cama (tabla 9) presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos durante las etapas de inicio y crecimiento ($p < 0.0001$). En estas fases, los tratamientos T₀ y T₁ registraron los valores más altos de humedad, mientras que T₃ los niveles más bajos, lo que evidencia un efecto del tipo de cama sobre la retención de humedad en las etapas tempranas del ciclo productivo. En las

etapas iniciales se observaron diferencias significativas producto de la mayor capacidad de la cascarilla de arroz nueva para absorber humedad, mientras que, en la etapa de engorde, al saturarse el material, las diferencias desaparecen (Garcés *et al.*, 2013).

Tabla 9. Humedad de la cama (%) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (%)	Crecimiento (%)	Engorde (%)	Ciclo completo (%)
T ₀	81.1 ^{AB}	81.8 ^A	73.1 ^A	73.1 ^A
T ₁	81.3 ^A	81.0 ^A	73.9 ^A	73.9 ^A
T ₂	80.1 ^{BC}	81.6 ^A	74.7 ^A	74.7 ^A
T ₃	79.7 ^C	79.5 ^B	74.9 ^A	74.9 ^A
T ₄	80.7 ^B	79.1 ^B	74.8 ^A	74.8 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	>0.05	>0.05

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

Durante la etapa de crecimiento se mantuvo esta tendencia, observándose mayores porcentajes de humedad en los tratamientos T₀, T₁ y T₂, en contraste con T₃ y T₄, que presentaron valores inferiores. Este comportamiento sugiere que la composición de la cama influyó en la capacidad de absorción y liberación de humedad durante las primeras semanas de crianza.

En la etapa de engorde los tratamientos se comportaron de manera similar (p>0.05), sin embargo, este mismo patrón se reflejó en el análisis del ciclo productivo completo, lo que indica que, a medida que avanza el ciclo, la humedad de la cama tiende a estabilizarse independientemente del tratamiento aplicado.

Estos resultados coinciden con lo descrito por Taira *et al.* (2014), quienes encontraron que la humedad de la cama aumenta progresivamente con la edad de las aves y alcanza valores superiores al 50 % en los últimos días del ciclo, lo que reduce las diferencias entre tratamientos. De igual forma, Dunlop *et al.* (2016),

mencionaron que la humedad de la cama en pollos de engorde varía significativamente durante las primeras semanas del ciclo, es mayor cuando se utiliza material reutilizado por su menor capacidad de absorción y retención de agua. Estos autores destacan que los valores de humedad tienden a estabilizarse en la etapa final del engorde, cuando el material alcanza su punto de saturación y las diferencias entre tratamientos se reducen.

De igual forma, Dunlop *et al.* (2017), indicaron que la humedad está directamente relacionada con el tipo de cama, su grosor y el flujo de aire dentro del galpón, señalan que camas con cascarilla de arroz nueva presentan mejor control de humedad durante las primeras etapas, mientras que las reutilizadas acumulan agua más rápidamente.

Asimismo, Miles *et al.* (2011), describieron que camas con humedad inferior al 25 % favorecen un ambiente más estable y reducen la proliferación microbiana, mientras que valores superiores al 35 % generan compactación del material y pérdida de su capacidad de absorción.

Temperatura ambiente (°C):

La temperatura ambiente (tabla 10) presentó diferencias entre tratamientos durante las etapas de inicio y crecimiento ($p < 0.0001$), lo que indicó que la composición de la cama influyó sobre el microambiente térmico durante las primeras semanas del ciclo productivo. En la etapa de inicio, el tratamiento T₂ registró la temperatura promedio más alta (32.8 °C), seguido de T₃, y T₁, mientras que T₀ y T₄, presentaron los valores más bajos. De acuerdo con Cobb-Vantress (2022), durante la etapa inicial los pollos presentan una capacidad limitada de termorregulación, por lo que pequeñas variaciones en la temperatura ambiental pueden generar diferencias detectables en el microclima del galpón.

Tabla 10. Temperatura ambiente (°C) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (°C)	Crecimiento (°C)	Engorde (°C)	Ciclo completo (°C)
T₀	31.6 ^C	30.5 ^C	31.6 ^A	31.6 ^A
T₁	32.2 ^B	30.7 ^A	31.7 ^A	31.7 ^A
T₂	32.8 ^A	30.8 ^A	31.9 ^A	31.9 ^A
T₃	32.4 ^B	30.7 ^A	32.1 ^A	32.1 ^A
T₄	31.9 ^C	30.6 ^B	31.8 ^A	31.8 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	> 0.05	> 0.05

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

Durante la etapa de crecimiento se mantuvieron diferencias entre los tratamientos (p< 0.0001), aunque con una menor amplitud térmica respecto a la etapa inicial. En esta fase, los tratamientos T₂ y T₁ registraron temperaturas ligeramente superiores, mientras que T₀ y T₄ presentaron los valores más bajos. Este resultado concuerda con lo señalado por Tabler (2021), quien indicó que la cama puede influir en la retención térmica del galpón durante las etapas tempranas e intermedias del ciclo productivo.

Según los resultados obtenidos con diferentes variables durante las etapas de vida de los pollos, la temperatura ambiental es fundamental, pero se observó una relación directa con la proporción de cascarilla usada y nueva afecta de la misma de manera directa el microclima del galpón. Estos resultados concuerdan con la literatura que señala la capacidad de la cama para regular y aislar térmicamente el ambiente avícola (Aviagen, 2008).

Para la etapa de inicio, este hallazgo puede explicarse por el efecto de la fermentación y la actividad microbiana en el material reutilizado. Investigaciones indican que la acumulación de materia orgánica en la cama usada genera un proceso exotérmico que libera calor, siendo un factor clave en la reducción de

patógenos y la modificación de la temperatura basal del material (Aviagen, 2008). Durante los primeros días de vida, los pollitos de engorde no han desarrollado completamente su sistema de termorregulación, por lo que dependen del ambiente para mantener su temperatura corporal (European Food Safety Authority, 2023).

En la etapa de crecimiento los valores de temperatura oscilan entre 30.5 y 30.8, se encuentran dentro del rango de temperatura ambiental ideal (alrededor de 30 °C) recomendado por guías de manejo para esta fase, lo que asegura el confort térmico de las aves (AviNews, 2022). La persistencia de las diferencias sugiere que el grado de humedad y la composición química de las camas continúan influyendo en la liberación o retención de calor a nivel de la cama, esto impacta sutilmente la temperatura ambiental.

En la etapa de engorde, no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$).

El calor metabólico producido por los pollos aumenta a medida que estos crecen y eleva la densidad en el galpón. Ese calor interno se convierte en una parte significativa del balance térmico del ambiente y, si no se remueve adecuadamente (por ventilación o manejo ambiental), puede elevar la temperatura interna del galpón y afectar el microclima (Compassion in World Farming Italy. 2025). En esta etapa, Chinivasagam *et al.* (2008), expresa que el desafío del manejo ambiental se traslada a la ventilación para disipar el exceso de calor generado por las aves, más que al material de la cama en sí.

Nivel de amoníaco (ppm):

Los niveles de amoníaco (tabla 11) presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre los tratamientos en todas las etapas evaluadas: inicio, crecimiento y engorde. En la etapa de inicio, se observó un incremento progresivo del amoníaco conforme aumentó el porcentaje de cascarilla reutilizada en la cama, se registró la menor concentración en T₀ y la mayor en T₄. Durante la

etapa de crecimiento se mantuvo esta tendencia, con un aumento general de los niveles de amoníaco en todos los tratamientos.

Tabla 11. Niveles de amoníaco (ppm) según el tipo y proporción de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (ppm)	Crecimiento (ppm)	Engorde (ppm)	Ciclo Completo (ppm)
T ₀	1.0 ^D	0.9 ^D	1.0 ^D	1.0 ^D
T ₁	1.4 ^C	1.5 ^B	1.1 ^C	1.1 ^C
T ₂	1.8 ^B	1.4 ^C	1.1 ^C	1.1 ^C
T ₃	1.7 ^B	1.8 ^B	1.3 ^B	1.3 ^B
T ₄	2.6 ^A	2.3 ^A	1.4 ^A	1.4 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

T₀: 0%; T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

En esta fase, T₄ presentó nuevamente la mayor concentración, mientras que T₀ registró el valor más bajo. Este comportamiento reflejó el efecto acumulativo de la reutilización de la cama sobre la liberación de compuestos nitrogenados.

En la etapa de engorde, aunque los valores de amoníaco disminuyeron respecto a la etapa de crecimiento, persistieron diferencias estadísticas entre tratamientos (p< 0.0001).

El tratamiento con el 75% de cama reutilizada mantuvo los niveles más altos, seguido de T₃, mientras que T₀ continuó con la menor concentración. Este patrón concuerda con lo descrito por Ritz *et al.* (2004) y Tabler (2021), quienes señalan que el aumento del contenido de material reutilizado en la cama favorece la acumulación y liberación de amoníaco, especialmente cuando existe mayor carga orgánica y actividad microbiana. Asimismo, Cengiz *et al.* (2019) indicaron que la reutilización de la cama incrementa el riesgo de elevación del amoníaco si no se controla adecuadamente la humedad y la ventilación del galpón.

Estos hallazgos concuerdan con estudios realizados por Sousa *et al.* (2023), donde se demuestra que el número de ciclos de reutilización de la cama y la temperatura ambiental se asocian positivamente con el potencial de generación y emisión de amoníaco en instalaciones de producción de aves. Asimismo, Brink *et al.* (2022), encontraron que camas con menor renovación y mayor compactación presentaban mayores concentraciones de NH_3 , lo cual coincide con que T_4 y T_3 camas con mayor uso presentaron valores mayores.

El amoníaco presente en la cama avícola se genera principalmente por la acción de microorganismos uricolíticos los mismos son bacterias, hongos u otros microorganismos que degradan el ácido úrico excretado por las aves, liberan amonio, el cual se volatiliza como amoníaco bajo condiciones favorables; este proceso ocurre principalmente cuando la cama tiene: alta humedad, temperatura elevada, poca ventilación y acumulación de materia orgánica. Los microorganismos uricolíticos tienen importancia en producción avícola porque: aumentan la liberación de amoníaco en el galpón, afectan la calidad de la cama, pueden disminuir el bienestar y desempeño de las aves, y presentan problemas respiratorios y lesiones plantares (Ritz *et al.*, 2004).

Además, Atapattu *et al.* (2017), subrayan que la humedad de la cama, su pH y la carga orgánica incrementan la volatilización de amoníaco, un mecanismo que puede explicar por qué la cama reutilizada en los tratamientos presentó mayor NH_3 . Durante el ciclo completo, los resultados muestran que el impacto de la cama usada sobre la concentración de amoníaco es más pronunciado en las etapas iniciales (inicio y crecimiento) que en la fase de engorde. Esto se puede explicar por varias razones: en las etapas tempranas la cama está más nueva o apenas empieza a acumular excretas, por lo que las diferencias entre tratamientos se hacen más evidentes.

En cambio, durante la etapa de engorde, todas las camas presentan una mayor acumulación de excretas y materia orgánica, lo que tiende a homogenizar

parcialmente el ambiente del galpón, aun cuando persisten diferencias estadísticas entre tratamientos.

Los resultados obtenidos reflejan similitud con los descritos por Miles *et al.* (2011), quienes destacaron que la acumulación de humedad y materia orgánica en la cama puede incrementar los niveles de amoníaco desde los primeros días del ciclo de crianza si no se manejan correctamente la ventilación y el recambio de cama. De tal manera Gates *et al.* (2023), destacaron que la reutilización excesiva del sustrato favorece la descomposición microbiana del nitrógeno, e incrementa la liberación de NH_3 en la cama de pollos.

Según los estándares internacionales, las concentraciones de amoníaco en galpones avícolas deben mantenerse por debajo de 25 ppm. Niveles superiores pueden generar efectos negativos en la salud respiratoria, el crecimiento y la conversión alimenticia de las aves. El rango óptimo se sitúa entre 5 y 15 ppm, considerándose concentraciones superiores a 25 ppm como potencialmente nocivas tanto para los animales como para el personal que labora en las instalaciones (University of Kentucky, 2022).

En este estudio, las concentraciones observadas en todos los tratamientos estuvieron por debajo de los límites críticos establecidos, lo que indicó un manejo adecuado de la ventilación y una correcta densidad poblacional. Resultados similares fueron descritos por Alves *et al.* (2021), quienes encontraron que galpones con buen control ambiental y recambio parcial de la cama mantienen niveles promedio de amoníaco entre 1 y 5 ppm, sin afectar el rendimiento productivo de los pollos.



Figura 6 Condiciones del galpón

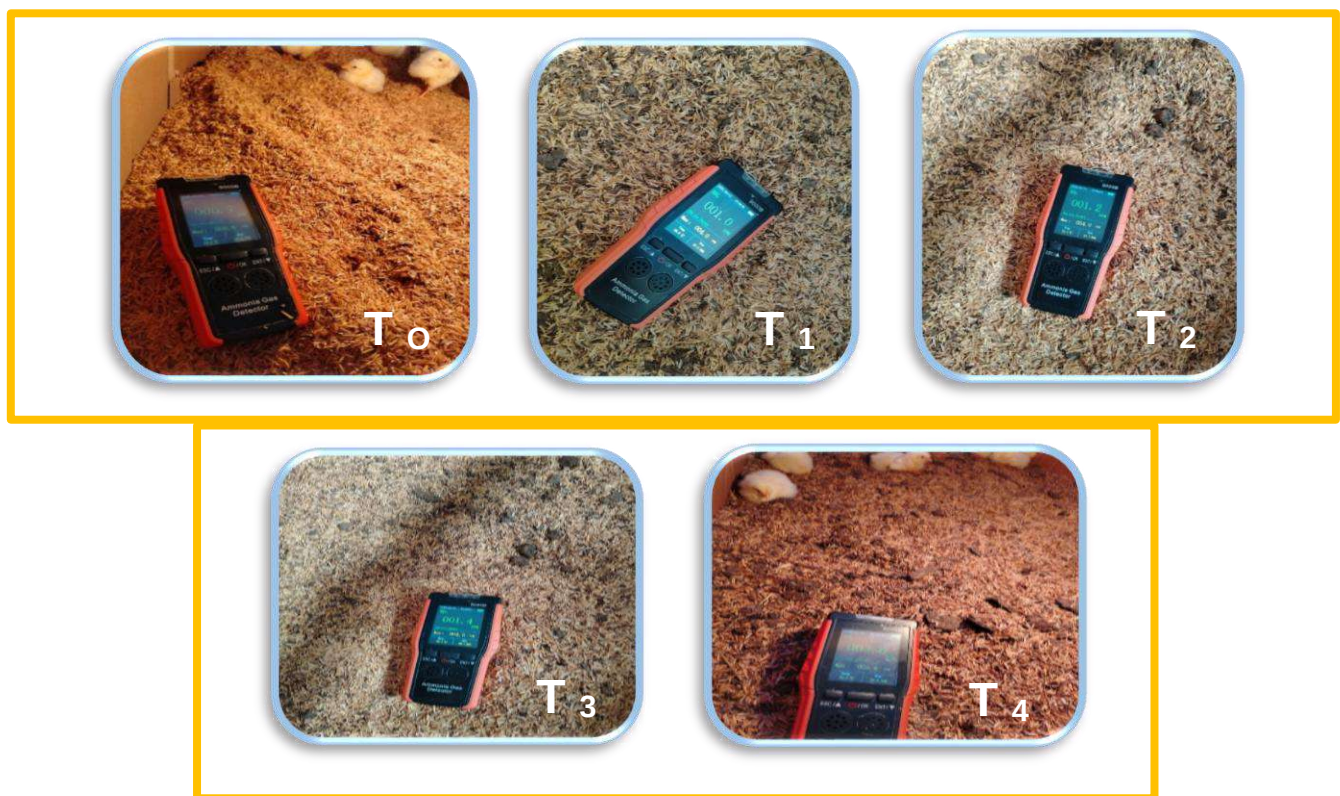


Figura 7 Cama de los pollos con 1 día en el galpón



Figura 8 Cama de los pollos en la etapa final

Temperatura de la cama(°C):

En la tabla 12, se muestra el comportamiento de la temperatura de la cama, la misma presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre los tratamientos en todas las etapas del ciclo productivo. En la etapa de inicio, los tratamientos con mayor proporción de cama reutilizada registraron las temperaturas más elevadas, mientras que el tratamiento con cama nueva presentó el valor más bajo.

Durante la etapa de crecimiento, aunque las diferencias se mantuvieron, la variación térmica entre tratamientos fue menor, con valores comprendidos entre 30.1 y 30.4 °C, lo que indica una reducción en la amplitud térmica de la cama. En la etapa de engorde y del ciclo productivo completo, los tratamientos con mayor proporción de cama reutilizada presentaron nuevamente las temperaturas de cama más elevadas, con valores alcanzados de hasta 32.2 °C, lo que evidencia un efecto consistente del tipo de cama sobre la retención térmica del sustrato. Resultados similares fueron reportados por Giovanni *et al.* (2011), quienes señalan que las

características físicas y el estado de reutilización del material de cama influyen en su capacidad de conservar calor, especialmente durante las etapas avanzadas del ciclo productivo.

Tabla 12. Temperatura de la cama (°C) bajo diferentes tratamientos de cascarilla de arroz.

Tratamientos	Inicio (°C)	Crecimiento (°C)	Engorde (°C)	Ciclo Completo (°C)
T ₀	30.8 ^D	30.1 ^C	31.7 ^B	31.7 ^A
T ₁	31.2 ^C	30.3 ^{AB}	30.9 ^C	30.9 ^{AB}
T ₂	32.1 ^A	30.4 ^{AB}	31.1 ^C	31.1 ^B
T ₃	32.1 ^A	30.4 ^{AB}	32.2 ^A	32.2 ^C
T ₄	31.7 ^B	30.2 ^B	32.0 ^{AB}	32.0 ^C
Pv	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada, Promedios en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (p< 0.05).

Estos patrones concuerdan con hallazgos previos sobre la influencia del tipo y estado de la cama en la dinámica térmica dentro del galpón. Dunlop *et al.* (2015), mostraron que la porosidad y la capacidad de retención de agua de la cama cambian durante el periodo de crianza: la adición de estiércol reduce la porosidad y aumenta la retención hídrica y la capacidad calorífica del material, lo que favorece mayor almacenamiento de calor en camas más cargadas o reutilizadas.

Además, estudios que comparan materiales de cama (cascarilla de arroz) han observado que la naturaleza física de la cama (densidad, capacidad de absorción, tamaño de partícula) influye en la evaporación y la dinámica térmica del alojamiento (Garçês *et al.*, 2013; Dhaliwal *et al.*, 2018). La actividad microbiana y procesos de fermentación en camas reutilizadas generan calor (calor metabólico) y alteran la dinámica térmica de la cama; esto contribuye a pequeñas elevaciones de temperatura detectables en mediciones ambientales en las fases tempranas de los lotes (Ferreira *et al.*, 2024). Esa fuente interna de calor, junto con la menor

capacidad de evaporación inicial, hace admisible que las diferencias sean más notables durante todo el ciclo de producción.

Parámetros Hematológicos:

En la etapa de crecimiento (tabla 13) los resultados mostraron que el recuento total de leucocitos (WBC), glóbulos rojos (RBC), hemoglobina (HGB), hematocrito (HCT), heterofilos, linfocitos y monocitos, presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$). El tratamiento T_2 generó los valores más altos y significativamente superiores a T_0 y T_4 que fueron los que presentaron los niveles más bajos.

Tabla 13. Valores hematológicos bajo diferentes tratamientos de cama en la etapa de crecimiento.

Parámetros hematológicos	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4
WBC $10^9/l$	35.0	42.0	51.67	45.0	33.0
RBC $10^{12}/l$	2.52	2.50	2.28	2.49	2.09
HGB g/dl	13.6	13.47	12.00	13.5	11.93
HCT %	29.47	39.9	31.40	35.53	27.2
Frotis Periféricos	_____	_____	_____	_____	-----
Heterófilos %	29.0	24.0	25.67	29.0	30.67
N. banda %	0	0	0	0	0
Linfocitos %	56.67	52	54.67	48.0	57.0
Monocitos %	3.33	2.33	3.67	2.33	3.67
Eosinófilos %	0	0	0	0	0
Basófilos %	0	0	0	0	0

T_0 : 0%; T_1 : 25%; T_2 : 50%; T_3 : 75%; T_4 : 100% de cascarilla de arroz usada. WBC= Recuento de glóbulos blancos RBC= Recuento de glóbulos rojos HGM= Hemoglobina HCT=Hematocrito

Recuento de glóbulos blancos (WBC)

Esta variable (tabla 13) presentó valores comprendidos entre 33.0 y 51.67 $\times 10^9/L$, observándose variaciones entre tratamientos. Los tratamientos T_2 y T_3

mostraron los valores más elevados, mientras que T_4 presentó el valor más bajo. No obstante, todos los valores se mantuvieron dentro de los rangos fisiológicos descritos para pollos de engorde clínicamente sanos.

De acuerdo con Campbell (2015) y Thrall *et al.* (2012), variaciones moderadas en el recuento leucocitario en aves no necesariamente indican procesos patológicos, sino que pueden reflejar adaptaciones fisiológicas normales frente a estímulos ambientales, cambios en el microclima o ajustes metabólicos propios del crecimiento. En este sentido, las diferencias observadas entre tratamientos podrían estar asociadas a variaciones en el ambiente de la cama, sin evidenciar una respuesta inflamatoria sistémica o infecciosa.

Asimismo, Scanes (2015) señaló que el sistema inmune de los pollos en crecimiento es altamente dinámico y responde de manera sensible a factores ambientales como temperatura, humedad y calidad del sustrato. Por tanto, ligeras diferencias en el WBC pueden interpretarse como una respuesta adaptativa del organismo, más que como un indicador de estrés patológico.

Hemoglobina (HGB) y hematocrito (HCT)

Los valores de hemoglobina y hematocrito (tabla 13) se comportaron de, manera similar entre tratamientos ($p>0.05$). Estos parámetros reflejan la capacidad de transporte de oxígeno y el estado general del sistema circulatorio. Thrall *et al.* (2012), indicaron que alteraciones en estos valores suelen asociarse con hipoxia, deshidratación, anemias nutricionales o trastornos metabólicos. La estabilidad de la hemoglobina y el hematocrito en este estudio sugirió que las aves mantuvieron una adecuada oxigenación tisular y un equilibrio hematológico apropiado. Scanes (2015) indicó que, en condiciones ambientales adecuadas, los parámetros eritrocitarios tienden a mantenerse estables, incluso cuando existen variaciones moderadas en el microambiente.

Los parámetros hematológicos de los pollos en la etapa de engorde (tabla 14) mostraron que el recuento total de leucocitos (WBC), los glóbulos rojos (RBC),

la hemoglobina (HGB), hematocrito (HCT), Heterofilos, Linfocitos y Monocitos, presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$). Los mayores valores fueron para T₁, mientras que T₀ y T₄ que fueron quienes presentaron los niveles más bajos.

Tabla 14. Valores hematológicos bajo diferentes tratamientos de cama en la etapa de engorde.

Parámetros hematológicos	T₀	T₁	T₂	T₃	T₄
WBC 10 ⁹ /l	119.99	136.16	140.21	131.16	122.53
RBC 10 ¹² /l	2.12	2.37	2.07	2.36	1.83
HGB g/dl	16.27	18.27	15.37	18.20	13.93
HCT %	23.74	28.52	22.59	27.27	21.60
Frotis Periféricos	—	—	—	—	—
Heterófilos %	31.67	25.67	30.0	31.33	27.67
N. banda %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Linfocitos %	63.33	60.67	57.00	64.00	67.00
Monocitos %	3.67	3.67	2.33	3.67	2.33
Eosinófilos %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Basófilos %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada. WBC= Recuento de glóbulos blancos RBC= Recuento de glóbulos rojos HGM= Hemoglobina HCT=Hematocrito

Recuento de glóbulos blancos (WBC)

El recuento de glóbulos blancos (WBC) presentó valores entre 119.99 y 140.21 $\times 10^9/L$, observándose variaciones entre tratamientos. Los tratamientos T₁ (136.16 $\times 10^9/L$) y T₂ (140.21 $\times 10^9/L$) mostraron los valores más elevados, mientras que T₀ (119.99 $\times 10^9/L$) presentó el valor más bajo. No obstante, los valores se mantuvieron por encima de los rangos fisiológicos reportados para pollos de engorde, según Jain (1993) y Campbell (2015), la leucocitosis en aves de engorde puede originarse como respuesta a: estrés ambiental, exposición a antígenos microbianos, procesos inflamatorios subclínicos.

La leucocitosis observada se relaciona con una estimulación inmunológica sostenida, producto de la mayor carga microbiana, acumulación de materia orgánica y metabolitos presentes en camas completamente reutilizadas, lo que incrementa la exposición antigénica a lo largo del ciclo productivo (Miles *et al.*, 2011; Ritz *et al.*, 2004).

Hemoglobina (HGB) y hematocrito (HCT)

Los valores de hemoglobina (13.93–18.27 g/dL) y hematocrito (21.60–28.52%) se mantuvieron relativamente homogéneos entre tratamientos. Estos parámetros reflejan la capacidad de transporte de oxígeno y el estado general del sistema circulatorio. Según Thrall *et al.* (2012), alteraciones en estos valores suelen asociarse con hipoxia, deshidratación, anemias nutricionales o trastornos metabólicos, ya que son indicadores del estado eritrocitario, la capacidad de transporte de oxígeno y el equilibrio hídrico del ave.

La estabilidad de la hemoglobina y el hematocrito en este estudio sugiere que las aves mantuvieron una adecuada oxigenación tisular y un equilibrio hematológico apropiado, independientemente del tipo de cama utilizada. Scanes (2015) indica que, en condiciones ambientales adecuadas, los parámetros eritrocitarios tienden a mantenerse estables, incluso cuando existen variaciones moderadas en el microambiente. El T₄ para el HCT fue el único que estuvo en menor proporción del rango, podría asociarse a efectos acumulativos del ambiente de la cama reutilizada, tales como mayor presencia de gases irritantes (amoníaco) y estrés ambiental prolongado, sin manifestarse como anemia clínica (Ritz *et al.*, 2004; Miles *et al.*, 2011).

Consistencia de las heces:

Los resultados para esta variable (tabla 15) indicaron que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0.05$). Los valores promedios observados para

T₂ y T₄ indicaron una mayor consistencia fecal, lo que puede sugerir un mejor comportamiento digestivo y menor tendencia a diarreas.

Tabla 15. Consistencia de las heces por tratamiento

Tratamiento	Resultados obtenidos									Suma	Promedio	Probabilidad
	Inicio			Crecimiento			Engorde					
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3			
T ₀	4	3	2	4	4	2	4	4	2	29	3.22	(P > 0.05)
T ₁	2	3	3	3	4	4	4	4	2	29	3.22	(P > 0.05)
T ₂	4	4	4	4	4	3	4	4	3	34	3.78	(P > 0.05)
T ₃	4	3	4	3	5	3	3	3	2	31	3.44	(P > 0.05)
T ₄	2	3	4	4	5	5	4	4	4	35	3.89	(P > 0.05)

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada; R1: Repetición 1; Repetición 2; Repetición 3

Los tratamientos T₀ y T₁ obtuvieron el promedio más bajo, o sea menor consistencia fecal (heces más blandas). Los tratamientos evaluados mostraron valores similares y dentro de parámetros normales, predominaron heces formadas y pastosas, lo que indicó un adecuado funcionamiento intestinal y una buena respuesta a la dieta suministrada.

De manera general los tratamientos mantuvieron una consistencia normal y dentro del rango fisiológico esperado para pollos de engorde (Vega, 2020; Cobb Vantress, 2022).

La evaluación de la consistencia fecal constituye un indicador fundamental del estado fisiológico y sanitario de los pollos de engorde, refleja directamente la digestibilidad del alimento, la eficacia del sistema gastrointestinal y el nivel de bienestar animal. (Cobb-Vantress, 2021).

Estos resultados coinciden con lo descrito por Mozuriené *et al.* (2024), quienes señalaron que excretas con consistencia firme y bien formadas están

asociadas a una microbiota intestinal equilibrada y una buena absorción de nutrientes, mientras que una mayor proporción de heces líquidas puede indicar alteraciones digestivas o desafíos sanitarios.

De manera similar, Dedousi *et al.* (2022), demostraron que la presencia de excretas sólidas y uniformes se relaciona directamente con una mejor calidad de la cama, mayor bienestar y mejores parámetros productivos en pollos de engorde.

Asimismo, Van der (2013) destaca que las alteraciones en la consistencia fecal pueden incrementar la humedad de la cama, favorecen problemas como dermatitis plantar y deterioro de la calidad ambiental. Al ser predominantes las heces formadas en este estudio, se infiere que los animales presentaron una adecuada salud intestinal y que las condiciones de manejo y alimentación fueron apropiadas para evitar problemas de humedad y lesiones asociadas en la cama.

Según guías de manejo de Cobb-Vantress (2021); La mayoría de las heces deben ser formadas (grado 3-4). Los valores semilíquidos deben ser mínimos o esporádicos (normal por cambios de dieta, estrés térmico o edad). Consistencias demasiado líquidas sostenidas indican problema entérico.



Figura 9 Toma de muestras de las heces de los pollos

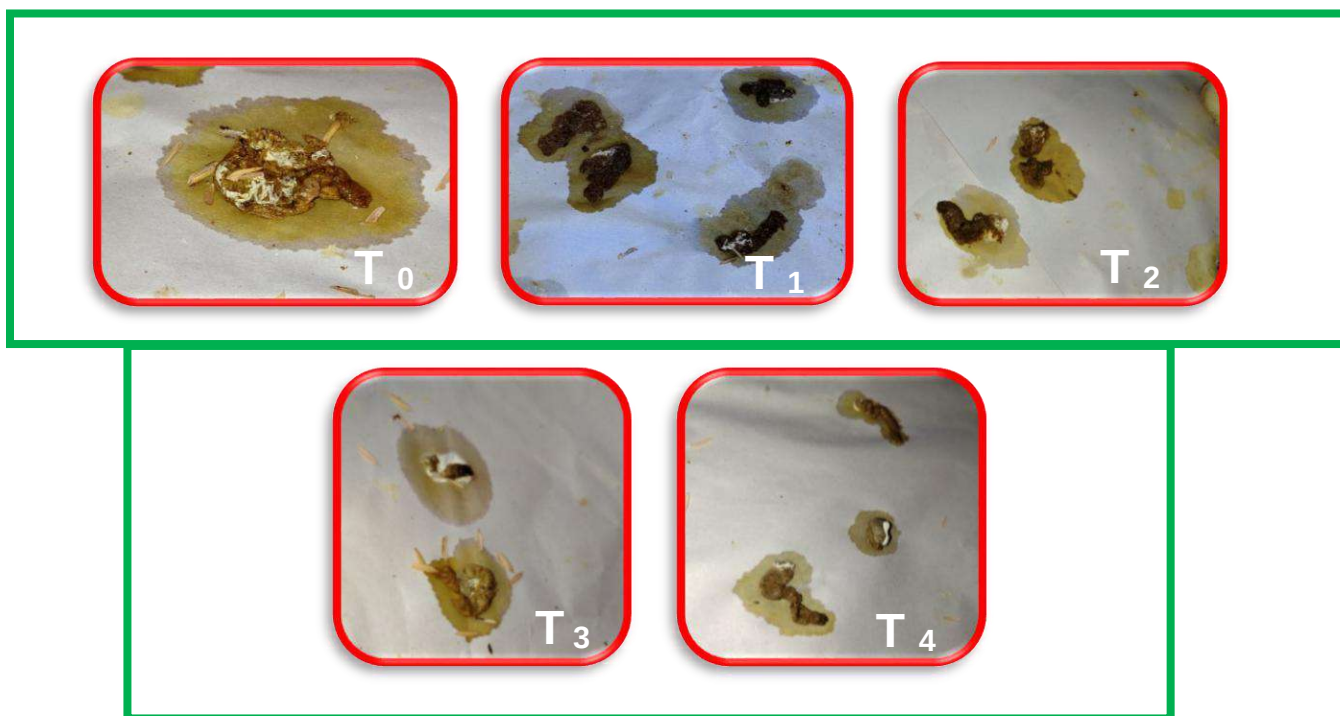


Figura 10 Heces evaluadas en la fase inicial

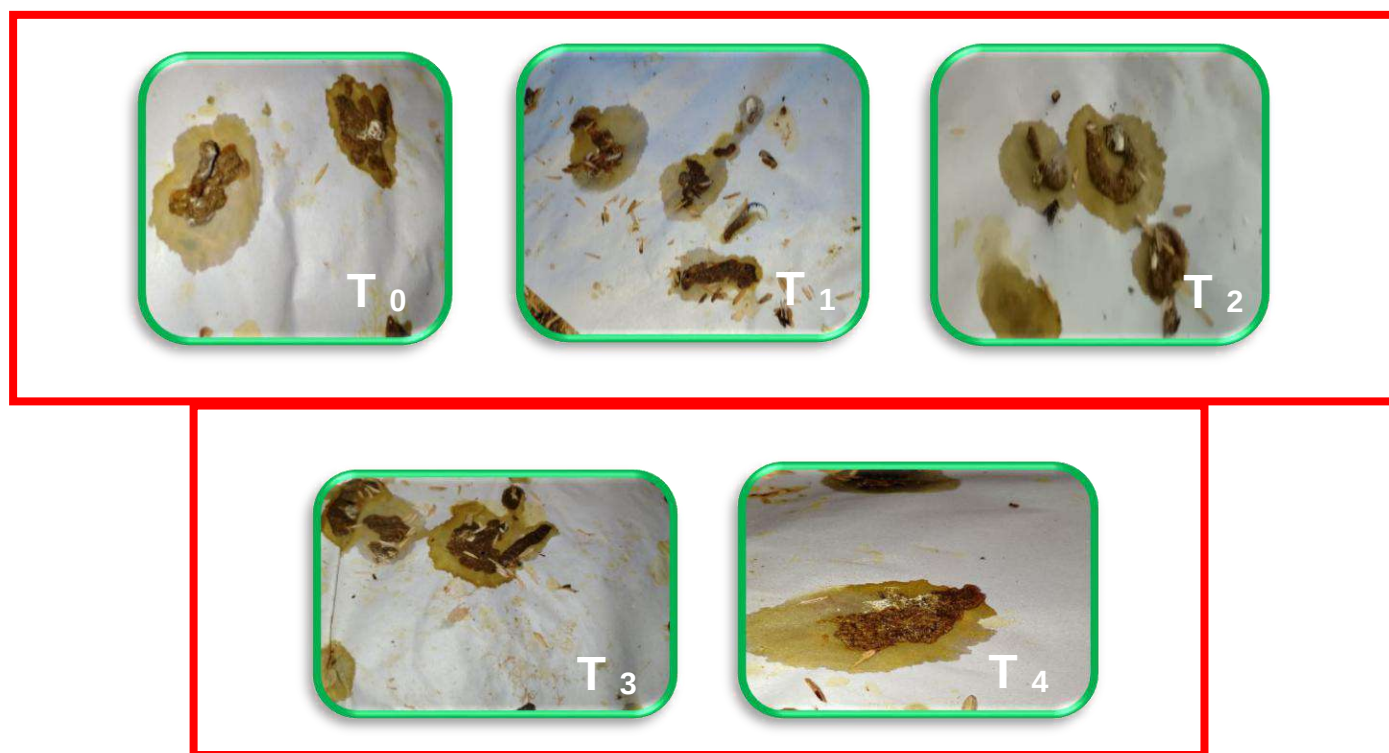


Figura 11 Heces evaluadas en la fase final

Color de las heces:

En el caso de esta variable (tabla 16), el color de las heces fue clasificadas de acuerdo a la escala de colores entre marrón a marrón oscuro. En función de la etapa de vida del pollo y las variaciones de la dieta así mismo son las variaciones de las características fenotípicas de las heces (Akinbobola, 2025).

Tabla 16. Color de las heces por tratamiento y etapa de evaluación.

Tratamiento	11 días	23 días	40 días
T ₀	Marrón claro	Marrón claro	Marrón claro
T ₁	Marrón claro	Marrón oscuro	Marrón oscuro
T ₂	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón oscuro
T ₃	Marrón claro	Marrón claro	Marrón claro
T ₄	Marrón oscuro	Marrón oscuro	Marrón oscuro

T₀: 0%, T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada

En términos generales, la mayor proporción de heces observadas correspondió al color marrón claro (tratamientos T₀ y T₃), lo cual indicó condiciones fisiológicas normales y adecuado funcionamiento intestinal (Akinbobola, 2025). Los tratamientos T₂ y T₄ presentaron una proporción ligeramente mayor de heces de color marrón oscuro.

Estas diferencias de color fueron mínimas y no representan alteraciones clínicas, pues el color marrón oscuro también puede encontrarse dentro del rango fisiológico normal en aves, siempre y cuando no este acompañado de signos de enfermedad o consistencias anormales (Cobb-Vantress, 2021). La ausencia de colores anómalos (verdoso, amarillento o hemorrágico) sugiere que no existieron trastornos digestivos ni cuadros diarreicos asociados a los tratamientos evaluados (Akinbobola, 2025).

La observación del color de las heces se considera un indicador fácilmente medible del estado digestivo y salud intestinal de los pollos de engorde. Según

Alltech (2021), el color y la textura de las excretas pueden reflejar alteraciones en la digestión, absorción de nutrientes o la presencia de patologías entéricas. Además, en el contexto de la salud intestinal, The Poultry Site (2023) señala que cuando la digestión es eficiente y libre de alteraciones, tanto la consistencia como el color de las heces tienden a mantenerse dentro de rangos fisiológicos esperados.

Lesiones pódales:

En las evaluaciones realizadas para esta variable (tabla 17), todos los individuos seleccionados de cada tratamiento fueron clasificados en la categoría Normal (Grado 0), sin lesiones podales. Por esta razón no se consideró necesario realizar análisis estadísticos. Estos resultados indican que, bajo las condiciones del estudio, el manejo de la cama no generó efectos negativos sobre la integridad podal de las aves durante el periodo evaluado.

Tabla 17. Clasificación de las lesiones pódales durante cada una de sus etapas.

Tratamiento	Inicio	Crecimiento	Engorde
T ₀	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)
T ₁	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)
T ₂	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)
T ₃	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)
T ₄	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)	Normal (Grado 0)

T₀: 0%; T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada

La pododermatitis representa un importante indicador de bienestar y calidad en la producción de pollos de engorde. Según Amer (2020), esta condición de pododermatitis de contacto se caracteriza por lesiones inflamatorias en la planta del pie y está directamente relacionada con el estado de la cama, humedad, genética y manejo ambiental, de acuerdo a Jacob *et al.* (2016), sostiene que una incidencia significativa en granjas comerciales bajo condiciones de cama inadecuada.

Estos resultados coinciden también con lo señalado por Świątkiewicz *et al.* (2017) y Strašiták *et al.* (2023), quienes enfatizan que la uniformidad del sustrato y la calidad de cama son factores determinantes para la prevención de la pododermatitis.

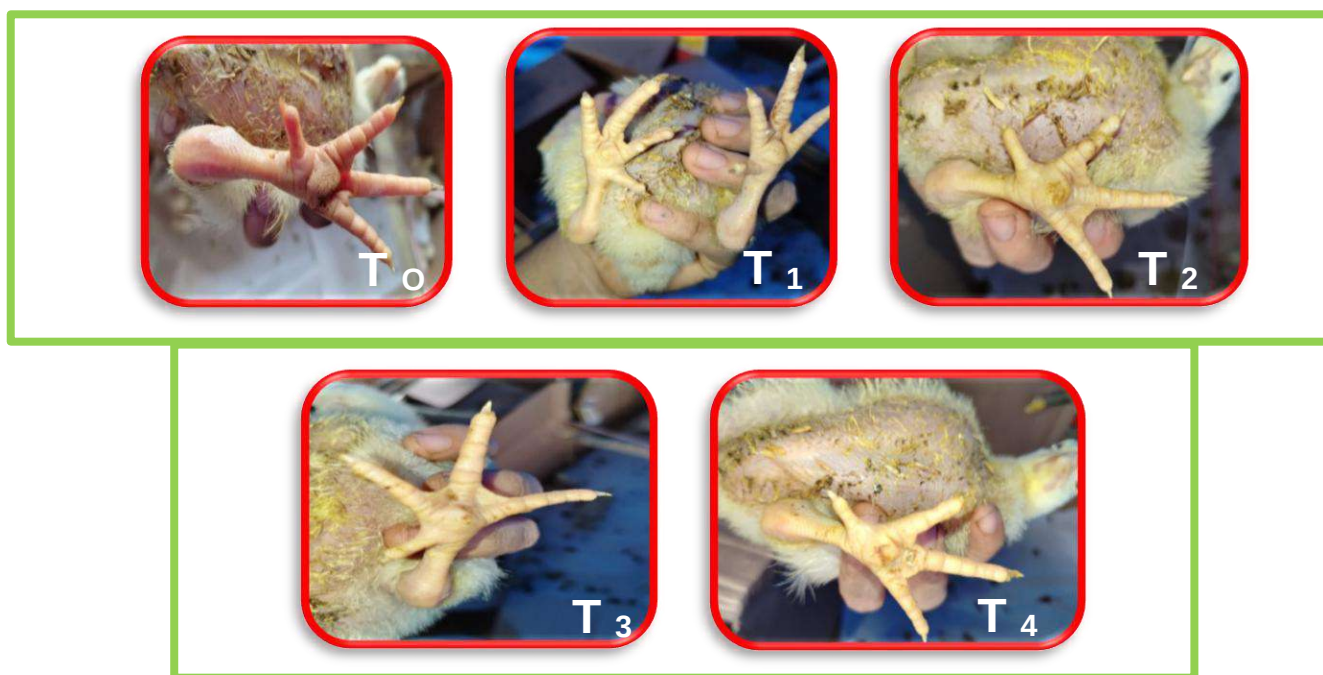


Figura 12 Evaluación de la zona podal en la etapa inicial

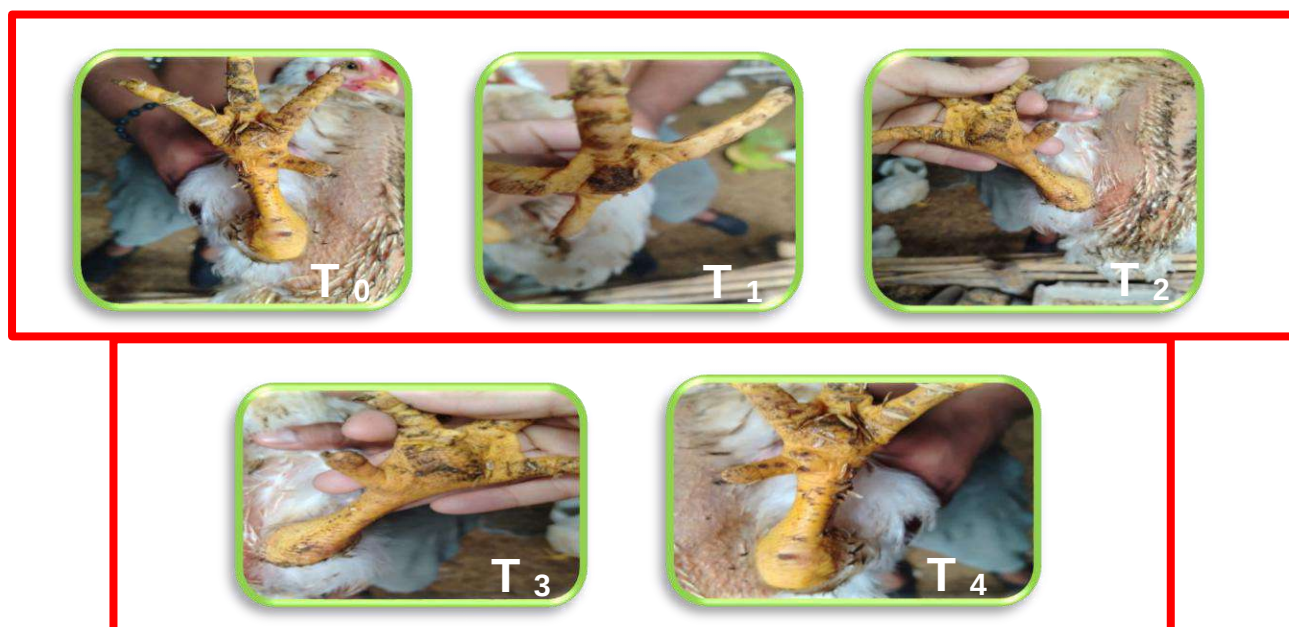


Figura 13 Evaluación de la zona podal en la etapa final

Quemaduras de la pechuga o quilla:

En este parámetro (tabla 18) todos los pollos seleccionados para esta prueba presentaron una condición normal (Grado 0), lo que indicó ausencia total de lesiones en la pechuga, razón por la cual no se aplicaron pruebas estadísticas. La ausencia de variabilidad implica que los tratamientos no generaron diferencias en la presencia de quemaduras en la pechuga.

La uniformidad de los datos evidencia que todas las aves mantuvieron integridad dérmica en la región pectoral, lo que refleja condiciones adecuadas de manejo y bienestar animal durante la fase experimental. En el presente estudio, la ausencia total de lesiones sugiere que estos factores fueron controlados de manera eficiente.

Tabla 18. Evaluación a nivel de la pechuga o quilla en caso de presencia de quemaduras.

Tratamiento	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Resultado general
T ₀	Grado 0	Grado 0	Grado 0	Normal
T ₁	Grado 0	Grado 0	Grado 0	Normal
T ₂	Grado 0	Grado 0	Grado 0	Normal
T ₃	Grado 0	Grado 0	Grado 0	Normal
T ₄	Grado 0	Grado 0	Grado 0	Normal

T₀: 0%; T₁: 25%; T₂: 50%; T₃: 75%; T₄: 100% de cascarilla de arroz usada

El buen manejo y la adecuada disponibilidad de espacio observados durante el experimento pudieron contribuir a los resultados positivos obtenidos. Las quemaduras de pechuga o lesiones en la quilla son indicadores importantes del bienestar en pollos de engorde, y se relacionan con el tiempo de permanencia en posición decúbito, calidad de la cama, humedad y manejo ambiental.

De acuerdo con Allain *et al.* (2009), la incidencia de quemaduras en la pechuga se asocia principalmente con condiciones inadecuadas del ambiente, especialmente humedad elevada en la cama, alta densidad poblacional y deficiente ventilación. Hargis *et al.* (2023), mencionan que las quemaduras externas pueden estar relacionadas con superficies duras, presencia constante de humedad y poca movilidad, lo cual no se observó en esta investigación, aspecto que reflejó buenas condiciones de bienestar animal.

Nielsen (2004) destaca que el comportamiento de descanso y la capacidad de las aves para distribuirse en el espacio influyen en la aparición de quemaduras en la región esternal.

Además, estudios recientes como el de Saraiva *et al.* (2024), refuerzan que la ausencia de lesiones en la carcasa es un indicador importante de bienestar en sistemas de producción avícola.



Figura 14 Evaluación de las pechugas en la etapa inicial

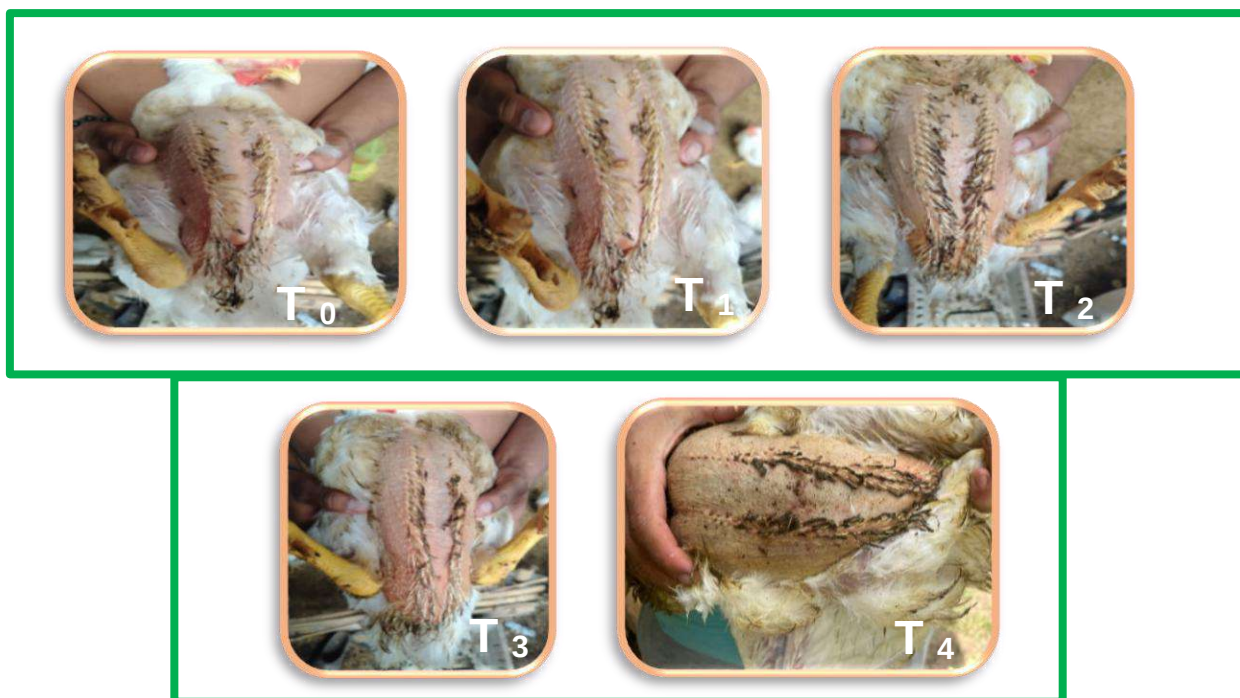


Figura 15 Evaluación de las pechugas en la etapa final

CONCLUSIONES

- Los diferentes porcentajes de reutilización de la cama avícola afectaron el rendimiento productivo (peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia) en las etapas finales del ciclo de producción, no así en las etapas iniciales.
- El nivel de reutilización del tipo de cama no generó incidencias de lesiones podales en los pollos de la línea Cobb 500® durante su ciclo productivo.
- La reutilización del tipo de cama mantuvo los rangos hematológicos en la etapa de crecimiento, afectando los parámetros sanguíneos en la etapa de engorde de los pollos de la línea Cobb 500®.

RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Evaluar la implementación de programas de rotación y compostaje parcial de la cama avícola con el propósito de mejorar sus características físicas, químicas y microbiológicas antes de su reutilización en la producción de pollos de engorde.
- Colocar los bebederos de manera indicada, para evitar que se escape el agua y produzca humedad en la cama, alterando la calidad de la misma.
- Controlar la ventilación; para mantener la concentración de amoníaco por debajo de 15 ppm, lo que protege el sistema respiratorio e inmunitario de las aves.
- Incorporar sensores de ambiente (humedad, temperatura, NH_3) para un monitoreo automatizado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abougabal, M. (2019). Possibility of broiler production on reused litter. Egyptian Poultry Science Journal. Disponible en: https://epsj.journals.ekb.eg/article_35039_a765229654512805bac5680f8c351bcd.pdf
- Adewole, S., Oloruntola, O., Agbede, J. (2023). Efectos de la cepa y el sexo en los parámetros hematológicos y bioquímicos séricos de pollos de engorde. Animal Research International, 20(1), 4575–4584. Disponible en: <https://www.ajol.info/index.php/ari/article/view/286194/269631>
- Agrotendencia.tv. (s.f.). Pollos de engorde: crianza y control de temperatura. Disponible en: <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/empresario-alberto-la-fuente-secuestrado-comando-armado-morillotla/>.
- Akinbobola. A. (2025). Tabla de excrementos de pollo: colores de los excrementos y su significado. Disponible en: https://livestocking.com/chicken-poop-chart?utm_source
- Alagbe, J., Jubril, E., Ramalan, F., Tanimomo, M., Abdulrrauf-Babalola, A. Shittu, M. (2022). Índices hematológicos y bioquímicos séricos de pollos de engorde de inicio alimentados con dietas con diferentes niveles de extracto acuoso de corteza de tallo de Citrus aurantium. Discovery, 58(320), 898–906. Disponible en: https://discoveryjournals.org/discovery/current_issue/v58/n320/A5.pdf
- Allain, V., Mirabito, L., Arnould, C., Colas, M., Le Bouquin, S., Lupo, C., Michel, V. (2009). Skin lesions in broiler chickens measured at the slaughterhouse: Relationships between lesions and rearing factors. British Poultry Science, 50(4), 407-418. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19735009/>
- Alltech. (2021). Poultry fecal analysis: The color and texture of chicken fecal material can indicate the health status of the digestive tract. Disponible en: https://www.alltech.com/sites/default/files/2023-07/en-us-poultry-fecal-analysis-poster-18272_0.pdf

- Alves, S., Cordeiro, A., Oliveira, R. (2021). Ammonia emissions from poultry barns and management practices to reduce them. Engormix. Disponible en: <https://en.engormix.com/poultry-industry/articles/ammonia-emissions-poultry-barns-t51613.htm>
- Amer, M. (2020). Dermatitis de la almohadilla plantar (DAP) en pollos. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344350650_REVIEW_Footpad_dermatitis_FPD_in_chickens
- Anavip. (2025). Indicadores económicos. Disponible en: <https://anavip.org/indicadores-economicos/>
- Anisuzzaman, M., Chowdhury, D. (1996). Use of four types of litter for rearing broilers. British Poultry Science, 37(4), 541-554. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/00071669608417883>
- Arbor Acres. (2018). Manual de manejo del pollo de engorde. Disponible en: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf
- Arellano, G. (2014). Conservación y calidad de la cama o yacija. Disponible en: <https://www.produccion-animal.com.ar/>
- Atapattu, N., Senaratna, D., Belpagodagamage, U, (2017). Effects of two litter amendments on air NH₃ levels in broiler houses. Journal of Animal Science and Technology, 59(1), 25. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5582337/>
- Aviagen. (2008). Manejo y Reuso de Cama - Tratamiento para Prevención de Enfermedades. Disponible en: https://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB
- Aviagen. (2018). Manual de manejo del pollo de engorde Ross. Aviagen Group. Disponible en: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Aviagen-ROSS-Broiler-Handbook-EN.pdf

- Avinews. (2020). Manejo de la cama. Disponible en: <https://avinews.com/manejo-de-la-cama/#:~:text=VENTILACI%C3%93N%20Y%20CALEFACCI%C3%93N,y%20un%20movimiento%20de%20aire.>
- AviNews. (2022). Manejo de pollos de engorde en climas cálidos. Disponible: <https://avinews.com/manejo-de-pollos-de-engorde-en-climas-calidos/>
- Bernigaud, C. (2016). Tratamiento por calentamiento de cama de pollo para reúso en caso de brotes infecciosos o retiro del galpón. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/138-calentamiento_cama_pollo.pdf
- Biggelaar, R., Verwoolde, M., Jansen, C., Lammers, A., van Baal, J. (2020). Innate immune training in primary monocytes of broiler and laying hens. *Frontiers in Immunology*. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32750399/>
- Bolan, N., Szogi, A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock M., Penneerselvam, P. (2010). Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal* 66(04), 673-698. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/uses-and-management-of-poultry-litter/FC7FE34B6394A550AC88F6EF40DF7E54>
- Bravo, N. (2023). Reutilización de diferentes sustratos de cama en la producción de pollos de engorde sobre aspectos productivos y sanitarios. Disponible en: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4617/1/ULEAM-AGRO-0137.pdf>
- Brink, P., Delezie, E., Ampe, B., Sonck, B., Tuytens, F. (2022). Ammonia concentrations, litter quality, performance and welfare of broilers on different bedding materials. *British Poultry Science*, 63(6), 760–770. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071668.2022.2106775>

- Campbell, T. (2015). Exotic Animal Hematology and Cytology (4th ed.). Wiley-Blackwell. Disponible en: https://emu.tind.io/record/180962?utm_source
- Carlile, F. (1984). Ammonia in poultry houses: Review. World Poultry Sci J (40) 99-113. Disponible en: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1079/WPS19840008?utm_source
- Chinivasagam, H. (2008). Re-use of chicken litter across broiler cycles – managing the food-borne pathogen risk. Queensland Department of Agriculture and Fisheries. Disponible en: <https://era.dpi.qld.gov.au/id/eprint/4853/1/Reuse%20of%20chicken%20litter%20across%20broiler%20cycles%20%E2%80%93%20managing%20the%20food-borne%20pathogen%20risk.pdf>
- Cobb–vantress. (2008). Guía de manejo de pollos de engorde y evaluación de las características de las heces en distintas etapas. Disponible en: <https://eliasnutri.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/04/cobb-500-guia-manejo.pdf>
- Cobb-vantress. (2015). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Disponible en: https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/0%20%20Cobb500_Broiler_Performance_And_Nutrition_Supplement%20JUL%202015%20ES.pdf
- Cobb-Vantress. (2021). Broiler Management Guide. Disponible en: https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/Broiler-Guide_English-2021-min.pdf
- Compassion in World Farming Italy. (2025). Heat stress in broilers. CIWF Italy. Disponible en: https://www.ciwf.it/media/w2dd323q/heat-stress-in-broilers-2025.pdf?utm_source
- Cressman, M. (2010). Microbiota of the broiler chicken gastrointestinal tract and litter. Poultry Science, 89(4), 732-744. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20348427/>

- Dawkins, M., Donnelly, C., Jones, T. (2004). Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. *Nature*, (427), 342–344. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/nature02226>
- Dedousi, A., Nikolaou, D., Toschi, I., Zervas, G. (2022). Growth performance, gut health, welfare and qualitative litter traits in broilers fed diets supplemented with lignocellulose-based products. *Sustainability*, 15(1), 501. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/1/501>
- Dhaliwal, A. (2018). Evaluation of different litter materials for broiler production. Disponible en: <https://www.ijcmas.com/7-12-2018/A.P.S.%20Dhaliwal%2C%20et%20al.pdf>
- Diarra, S., Lameta, S., Amosa, F., Anand, S. (2021). Alternative bedding materials for poultry: availability, efficacy and effects on welfare. *Animals (Basel)*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8416037/>
- Di Rienzo J., Casanoves F., Balzarini M., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C. (2015) InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Disavasa. (2024). La importancia de la avicultura. Disponible en: <https://disavasa.com/blog/la-importancia-de-la-avicultura/>
- Dubraska (2023). ¿Por qué se alimentan a los pollos de engorde por etapa?. Disponible en: <https://molinoschampion.com/por-que-se-alimentan-a-los-pollos-de-engorde-por-etapa/#:~:text=La%20primera%20etapa%20de%20alimentaci%C3%B3n,su%20crecimiento%20y%20desarrollo%20temprano.>
- Dunlop, M, Blackall, P., Stuetz, R. (2015). Water addition, evaporation and water holding capacity of poultry litter. *Science of the Total Environment*, 538, 979–985. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26367067/>

- Dunlop, M., Cook, L., Hine, B., Hall, S. (2016). Relationship to moisture content during a grow-out. University of Queensland eSpace. Disponible en: https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ%3A382007/UQ382007_OA.pdf
- Dunlop, M., Moss, A., Groves, P., Wilkinson, S., Stuetz, M., Selle, P. (2016). The multidimensional causal factors of “wet litter” in chicken-meat production. *Science of the Total Environment*, 562, 766–776. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.015>
- Dunlop, M., Blackall, P., Stuetz, R. (2017). Quantifying poultry litter conditions and relationships with moisture content, pH, water activity and oxygen concentration. Queensland Department of Agriculture and Fisheries. Disponible en: https://era.dpi.qld.gov.au/id/eprint/5692/1/A9R3h1f0k_1xksu3r_898.pdf
- Durmuş, M., Kurşun, K., Polat Açık, I., Tufan, M., Kutay, H., Benli, H., Baylan, M., Kutlu, H. (2023). Effect of different litter materials on growth performance and welfare of broilers. *Poultry Science*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10208879/>
- ETESA. (2026). Datos climatológicos de la red de estaciones meteorológicas de Chiriquí. Hidrometereología de ETESA.
- European Food Safety Authority (EFSA). (2023). Welfare of broilers on farm (sección sobre requisitos de temperatura en primeros días de vida). *EFSA Journal*. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9941850/>
- FAO. (2012). Salud de las aves de corral y control de enfermedades en los países en desarrollo. Disponible en: <https://www.fao.org/4/al729s/al729s00.pdf>
- FAO. (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>

- FAO (2016). Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales. Disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/>
- Fathi, M., Al-Mansour, S., Al-Homidan, I., Al-Khalaf, A., El-Deek, A. (2019). Effect of heat stress on blood parameters in broiler chickens reared under high ambient temperature. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 18(8), 1–6.
- Ferreira, J. (2024). Dynamics of the Thermal Environment in Climate-Controlled Poultry Houses for Broiler Chickens. MDPI. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2624-7402/6/4/221>
- Figuerola, J. (2022). Evaluación del comportamiento productivo de dos líneas de pollos reproductores en cobb 500 y ross 308 en la etapa de inicio y levante. 56. La Libertad. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7547/1/UPSETIA-2022-0011.pdf>
- Flores, J. (2014). Evaluación sanitaria en pollos de engorde. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323343486.pdf>
- Fundação de Apoio à Ciência e Tecnologia Animal. (2016). Incidence of Pododermatitis in Broiler Reared under Two Types of Environment. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbca/a/nP74fKNYr67fn7LpFcW7qPy/?lang=en>
- Gambo, H., Alkali, I., Badau, S. (2021). Haematological parameters in relation to age, sex and body weight of free-range domestic chickens. *Journal of Veterinary and Animal Science*, 78 (84), 78-84. Disponible en: <https://josvasmouau.com/wp-content/uploads/2021/11/14-Gambo-et-al-2021-78-84.pdf>
- Garçês, A. (2013). Evaluation of different litter materials for broiler production. *Poultry Science / Applied Poultry Research* (artículo que compara rice hulls con otros lechos). ScienceDirect resumen: Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119306919>

- García, L., Gómez, D., Guerra, C. (2008). Evaluación y caracterización del proceso de biodegradación de pollinazas en camas usando Microorganismos. Disponible en: <http://www.revistavirtualpro.com/>.
- Gates, R., Xin, H., Casey, K., Liang, Y. (2023). Air quality and ammonia control in poultry housing. *Animal Production Science*, 63(1), 45–59. Disponible en: <https://www.publish.csiro.au/AN/fulltext/AN19587>
- Giovanni, Nascimento, M., Arlei Coldebella, Ferreira, R., Pedroso, D. (2011). Evaluation of litter material and ventilation systems on poultry production: II. thermal comfort. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(6), 1356–1363. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982011000600026>
- Google Earth. (2025). [Ubicación satelital del proyecto]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@8.50523342,-82.61431634,202.11962863a,1000d,30y,0h,0t,0r/data=CgRCAGgBMikKJwoICiExQ09GNDN3Zl8yQnZVb0FNbzR2N2dGS0dPNmNyZTlfdlUgAToDCgEwQgIIAEoICImToM8GEAE>
- Gous, R., Morris, T., Fisher, C. (2010). Nutritional limitations on growth and development in poultry. *World's Poultry Science Journal*. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141310000703>
- Gross, W., Siegel, H. (1983). Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, 27(4), 972–979. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/1590198>
- Gutiérrez, L., Corredor, J. (2017). Parámetros sanguíneos y respuesta inmune en pollos de engorde alimentados con probióticos. *Revista Veterinaria y Zootecnia*, 11(2), 81-92. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/324603805_Parametros_sanguineos_y_respuesta_inmune_en_pollos_de_engorde_alimentados_con_probioticos1
- Hargis, B., Hess, M., Gonder, E. (2023). Breast blisters in poultry. In *MSD Veterinary Manual*.

Disponible en: <https://www.msdivetmanual.com/poultry/miscellaneous-conditions-of-poultry/breast-blisters-in-poultry>

Harvey, J. (2012). Veterinary hematology a diagnostic guide and color atlas.

Disponible en: https://books.google.com.ec/books?hl=es&id=iFoGf3pZNpkC&printsec=frontcover&utm_source

Haslam, S., Knowles, T., Brown, S., Wilkins, L., Kestin, S., Warriss, P., Nicol, C.(2007). Factors affecting the prevalence of foot pad dermatitis, hock burn and breast burn in broiler chickens. British Poultry Science, 48(3), 264–275. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17578688/>

Hernández, C. (2019). Incidencia y mortalidad causada por síndrome ascítico entre la cuarta y sexta semana de producción en pollo de engorde de la estirpe Ross 308 y Cobb 500. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/174ec497-0798-4e93-a5b2-ef538bb730d9/content>

Hirakawa, R., Nurjanah, S., Furukawa, K., Murai, A., Kikusato, M., Nochi, T., Toyomizu, M. (2020). Heat stress causes immune abnormalities via massive damage to proliferation and differentiation of lymphocytes in broiler chickens. Frontiers in Veterinary Science, 7, 46. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00046>

Hoyos, D., Alvis, N., Jabib, L., Garcés, M., Pérez, D., Mattar, S. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM) en una explotación avícola de Córdoba: Parámetros productivos y control ambiental. Revista, MVZ Córdoba. 13 (2), 1369-1379. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/397>

Hussein, M., Khattak, F., Vervelde, L., Athanasiadou, S., Houdijk, J. (2023). Sensitivity of broiler performance and organ weights to reused litter exposure. Animal Feed Science / British Poultry Science. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731123003026>

- Irisarr, M. (2013). Manejo y Tratamiento de camas en Producción Avícola. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/manejo-tratamiento-camasproduccion-t30517.htm>
- Jain, N. (1993). Essentials of veterinary hematology. Lea & Febiger. Disponible en: https://books.google.com.pa/books/about/Essentials_of_Veterinary_Hematology.html?id=q1GdzgEACAAJ&redir_esc=y
- Jia, B., Hille, M., Reynolds, D., Simpson, E. (2024). A whole blood method for assessing the innate immune response in chickens. Poultry, 3(3), 200–209. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/poultry3030016>
- Juárez, R. (2023). Ganadería de precisión, una revisión a los avances dentro de la avicultura enfocados a la crianza de pollos de engorde. Prisma Tecnológico. Disponible en: <https://utp.ac.pa/ronald-juarez-rudas-sustenta-tesis-teorico-practica>
- Kahn, C., Line, S. (2005) El Manual Veterinario de Merck. 9.^a edición, Merck Publishing y Merial. Disponible en: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2106231>
- Kjaer, J., Su, G., Nielsen, B., Sørensen, P. (2006). Foot pad dermatitis and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. Poultry Science, 85(8), 1342–1348. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119440108#:~:text=Abstract,were%20transformed%20into%20logarithmic%20scale.>
- Kramer (1956). Prueba de Tukey – Kramer.
- Kongpechr, S., Sukon, P., Sohsuebngarm, D. (2021). "El estudio de hematología en pollos de engorde comerciales de Cobb 500, Ross 308 y Arbor Acres Plus". Revista de medicina veterinaria Mahanakorn, 15 (2), 209–221. Disponible en: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/jmvm/article/view/245917>

Lacy, M. (2002). Litter quality and broiler performance. USA: College of Agricultural & Environmental Sciences, University of Georgia. Disponible en: https://extension.uga.edu/publications/detail.html?number=B1267&title=litter-quality-and-broiler-performance&utm_source

Levene (1960) Prueba de Homocedasticidad.

Leytem, A., Plumstead, P., Maguire, R., Kwanyuen, P., Brake, J. (2007). What aspect of dietary modification in broilers controls litter water-soluble phosphorus: dietary phosphorus, phytase, or calcium? Journal of Environmental Quality. 36(2), 453-463. Disponible en: <https://research.amanote.com/publication/75L013MBKQvf0Bhi1v9O/what-aspect-of-dietary-modification-in-broilers-controls-litter-water-soluble-phosphorus>

Limaylla, I., Curi, K., Machuca, M., Chávez, R. (2024). Production of Cobb 500 Chickens under Controlled Environments At "Granja De Valle Colorado". Disponible en: https://avestia.com/MCM2024_Proceedings/files/paper/ICMIE/ICMIE_160.pdf?utm

Lopez, J. (2012). Obtenido de Evaluación de comportamiento productivo avícola. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612012000100002

López, J., López, V. (2017). Evaluación de parámetros técnicos en pollos de engorde Cobb500® comparando pollito de huevo de piso y parámetros técnicos de pollito de huevo normal. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/96d2d27c-44d0-4cbc-b4ef-74c3324f7496/content#:~:text=Mortalidad%20acumulada.,de%20la%20Escuela%20Agr%C3%ADcola%20Zamorano.>

- Majekodunmi, B., Abioja, M., James, I., Daramola, J. (2022). Blood profile and physiological response of broiler chickens given water supplemented with sweet orange peel powder under hot humid conditions. *Slovak Journal of Animal Science*, 55(1-4), 37-46. Disponible en: https://office.sjas-journal.org/index.php/sjas/article/view/774?utm_source
- Makeri, H., Ayo, J., Aluwong T., Minka, N. (2017). Ritmos diarios de los parámetros sanguíneos en pollos de engorde criados en condiciones climáticas tropicales. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5624059/?utm_source
- Maldonado, O. (2021). Estimación de función de producción para pollo de engorde Cobb 500. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dc5627c3-9957-4b5e-a330-65e7ecad3374/content#:~:text=El%20tiempo%20%C3%B3ptimo%20de%20sacrificio,el%20tiempo%20%C3%B3ptimo%20de%20cosecha.&text=Socializaci%C3%B3n%20y%20validaci%C3%B3n%20de%20la,exactitud%20la%20ganancia%20bruta%20total>
- Martland, M. (2008). Ulcerative dermatitis in broiler chickens: The effects of wet litter. *Avian Pathology*, 14(3), 353–364. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03079458508436237>
- Maxwell, M., Robertson, G. (1998). The avian heterophil leucocyte: A review. *World's Poultry Science Journal*, 54(2), 155–178. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/WPS19980012>
- Maxwell, M. (2007). Avian blood leucocyte responses to stress. *World's Poultry Science Journal*, 49(1), 34–43. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/WPS19930004>
- Miles, D., Owens, P., Rowe, D. (2006). Spatial variability of litter gaseous flux within a commercial broiler house: Ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide,

- and methane. *Poultry Science*, 85(2), 167–172. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/ps/85.2.167>
- Miles, D., Branton, L., Lott, D. (2011). Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poultry Science*, 90(3), 646–653. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21325224/>
- Miles, D., Rowe, D., Cathcart, T. (2011). Litter ammonia generation: Moisture content and organic versus inorganic bedding materials. *Poultry Science*, 90(6), 1162–1169. Disponible en: <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01116>
- Mozurienė, E., Slavikaitė, J., Daniulis, V., Kiškonienė, P. (2024). Physical and chemical characteristics of droppings as an indicator of broiler chicken health. *Animals*, 14(9), 1389. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/9/1389>
- Nielsen, B. (2004). Breast blisters in groups of slow-growing broilers in relation to strain and the availability and use of perches. *British Poultry Science*, 45(3), 306-315. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15327116/>
- Organización Mundial de Salud Animal (OIE). (2011). Introducción a las recomendaciones para el bienestar de los animales. capítulo 7.1. Código Sanitario para los animales Terrestre. Disponible en: https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/2011/es_chapitre_1.7.1.pdf
- Ortiz, A., Valdivié, M., Arabel, E. (2004). Evaluación del bagazo de caña y el bagazo más cenizo de central azucarero, como cama para pollos de engorde. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017901011.pdf>
- Páez, O., Ríos A., Jaramillo C., Rodríguez L. (2016). La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/313454708_La_cascarilla_de_arroz_como_una_alternativa_en_procesos_de_descontaminacion

- Pereira, N. (2026). Uso de microorganismos eficientes (M.E) en pollinaza para disminuir los niveles de amoníaco (NH₃) en granjas avícolas comerciales de Sincelejo, Colombia. *Rev Colombiana Cienc Anim.* (8), 386-390. Disponible en: <https://revistas.unisucra.edu.co/index.php/recia/article/view/395/436>
- Portejoie, S., Martínez, J., Landmann, G. (2002). L'ammoniac d' origine agricole: impacts sur la santé humaine et animale et sur le milieu naturel. *Productions animales*, 15, 151-160. Disponible en: https://productions-animales.org/article/view/3697?utm_source
- Pascual, C. (2002). Pododermatitis en aves - Causas, síntomas y tratamiento. Disponible en: <https://www.expertoanimal.com/pododermatitis-en-aves-causas-sintomas-y-tratamiento-25832.html#:~:text=La%20pododermatitis%20es%20una%20patolog%C3%ADa,el%20tratamiento%20de%20esta%20patolog%C3%ADa.&text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20pododermatitis%20en%20aves?>
- Quintana, J. (1999). *Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes*. 3ª ed. México: Ed Trillas. Disponible en: https://archive.org/details/avitecniamanejod0000quin?utm_source
- Ribeiro, L., Oliveira, E., Santos, R., Taconelli, C., Farias, R., Molento, C. (2024). Will the white blood cells tell? A potential novel tool to assess broiler chicken welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1384802. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fvets.2024.1384802>
- Ritz, C., Fairchild, B., Lacy, M. (2004). Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(4), 684–692. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/japr/13.4.684>
- Roll, V. (2011). Broiler performance in response to different reuse litter materials. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 13(4), 251-257. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rbca/a/TzZLgZCjxFRQjKCTcPzgqnk/?format=html&lang=en>

- Sainsbury, D. (2000). Poultry health and management- chickens, turkeys, ducks, geese, and quail. 4th ed. Disponible en https://books.google.com.pa/books/about/Poultry_Health_and_Management.html?id=SdKmQgAACAAJ&redir_esc=y
- Salvador, E. (2016). Efecto del uso de prebiótico y probiótico sobre la eficiencia productiva (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mérito económico) en pollos de engorde Cobb 500®. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/546>
- Saraiva, S. (2024). Comparative analysis of animal welfare in broiler slaughterhouses and farms with unsatisfactory welfare results. *Animals*, 14(17), 2468. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/17/2468>
- Scanes, C. (2015). *Sturkie's avian physiology* (6th ed.). Academic Press. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/book/edited-volume/9780124071605/sturkies-avian-physiology?utm_source
- Schokman, B., Biggelaar, R., Verwoolde, M., Jansen, C., Lammers, A. (2020). Training of primary chicken monocytes results in enhanced pro-inflammatory responses. *Frontiers in Immunology*. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32825152/>
- Shapiro & Wilk (1965) Pruebas de Normalidad
- Sibbald, I. (1982). Un nuevo método para estimar el valor energético de los alimentos para aves de corral. *Revista Canadiense de Ciencia Animal*, 62(3), 529-540. Disponible en: <https://doi.org/10.4141/cjas82-058>
- Sousa, F., Carvalho, T., Moura, D., Tinôco, F. (2023). Potential for ammonia generation and emission in broiler production facilities in Brazil. *Animals*, 13(4), 675. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2615/13/4/675>
- Strašifták, J., Juhás, P. (2023). Efecto de los materiales de cama en el rendimiento, el bienestar y el comportamiento de los pollos de engorde: una

revisión. Disponible en:
https://jcea.agr.hr/en/issues/article/3780?utm_source

Swiatkiewicz, S., Arczewska-Wlosek, A., Jozefiak, D. (2017). La nutrición de las aves de corral como factor que afecta la calidad de la cama y la dermatitis de las almohadillas plantares: una revisión actualizada. Disponible en: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jpn.12630?utm_source=chatgpt.com

Tabler, T., Urrutia, J., Wells J. (2021). Manejo de cama en pollos de engorde. Disponible en: https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/P2738-S_web.pdf

Taboosha, M. (2017). Effect of reusing litter on productive performance of broiler chickens. International Journal of Environmental Research, 11(1), 61-69. Disponible en: <https://www.curreweb.com/ije/ije/2017/61-69.pdf>

Taira, K., Nagai, T., Obi, T., Takase, K. (2014). Effect of litter moisture on the development of foot-pad dermatitis in broiler chickens. Journal of Veterinary Medical Science, 76(5), 667–671. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24366153/>

Talebi, A., Asri-Rezaei, S., Rozeh-Chai, R., Sahraei, R. (2005). Comparative Studies on Haematological Values of Broiler Strains (Cobb, Ross and Arbor Acres). International Journal of Poultry Science, 4(8), 573-579. Disponible en: <https://scialert.net/abstract/?doi=ijps.2005.573.579>

Tasistro, A., Kissel, D., Bush, P. (2004). Spatial variability of broiler composition in a chicken house. Journal of Applied Poultry Research 13, 29-43. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/216560328_Spatial_Variability_of_Broiler_Litter_Composition_in_a_Chicken_House

TeraGanix. (2024). EM•1® Activation Guide & Recipe. Recuperado de <https://www.teraganix.com/pages/activated-em-1-guide>

- The Poultry Site. (2023). Gut health in poultry: the world within – update. Disponible en: <https://www.thepoultrysite.com/articles/gut-health-in-poultry-the-world-within-1>
- Thrall, M., Weiser, G., Allison, R., Campbell, T. (Eds.). (2012). Veterinary Hematology and Clinical Chemistry (2^a ed.). Wiley-Blackwell. Disponible en: https://library.rvc.ac.uk/Record/24231?utm_source
- University of Georgia, CAES Field Report. (2019). Litter Quality and Broiler Performance. University of Georgia – Cooperative Extension. Disponible en: <https://fieldreport.caes.uga.edu/publications/B1267/litter-quality-and-broiler-performance/>
- University of Kentucky. (2022). Air Quality in Poultry Housing. Department of Animal and Food Sciences. Disponible en: <https://afs.ca.uky.edu/poultry/chapter-7-air-quality>
- Valdiviezo, F. (2012). “Determinación y comparación de parámetros productivos en pollos broiler de las líneas cobb 500 y ross 308, con y sin restricción alimenticia”. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2251/1/17T1147.pdf>
- Van der Hoeven-Hangoor, E. (2013). Broiler excreta composition and its effect on wet litter (Tesis doctoral). Wageningen University. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/29213926.pdf>
- Vargas, J. (2009). Evaluación de líneas de pollo (Gallus gallus) de engorde Ross 308 y Cobb 500 en operación de Cargill en Nicaragua. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/246/1/AGN-2009-T042.pdf>
- Vega, J. (2020). Heces de pollos, indicadores de salud del intestine. Disponible en: https://www.engormix.com/avicultura/diarrea-pollos/heces-pollos-indicadores-salud_a46273/

- Vejarano, M. (2005). Evaluación de los parámetros productivos de pollos de carne criados sobre cama reusada por cinco campañas vs cama nueva". Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323351195.pdf>
- Vejarano, M., Alba, M., Reyna, P., Casas, E. (2008). Comparación productiva de pollos de carne criados en camas nuevas vs. cama reutilizada por cinco campañas. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 19 (2), 126-133. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/1124>
- Verwoolde, M., Biggelaar, R. , Baal, J., Jansen, C., Lammers A. (2020). Training of primary chicken monocytes results in enhanced pro-inflammatory responses. Veterinary Sciences, 7(3), 115. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32825152/>
- Welfare Quality®. (2009). Assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality Consortium.
- Yamak, U., Sarica, M., Boz, M., Uçar, A. (2015). Effect of Reusing Litter on Broiler Performance, Foot-Pad Dermatitis and Litter Quality in Chickens with Different Growth Rates. 21(5), 677–684. Disponible en: https://vetdergikafkas.org/uploads/pdf/pdf_KVFD_1862.pdf?utm_source
- Yoshimura, Y., Nii, T., Isobe, N. (2024). Innate immune training in chickens: implications for disease resistance. Journal of Poultry Science, 61, 2024008. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10925860/>
- Zamora, R., Camacho, J., Castañeda, M., Elizondo, J. (2021). Evaluación del bienestar de pollos con el protocolo Welfare Quality, 13(2), 12-15. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515679454007.pdf>

ANEXO

Anexo 1 Desinfección del galpón



Anexo 2 Recolecta de la cascarilla reutilizada



Anexo 3 Preparación de la cama reutilizada



Anexo 4 Toma de datos de la preparación de la cama reutilizada



Anexo 5 Lectura de los datos obtenidos durante la preparación de la cama al inicio



Anexo 6 Lectura de los datos obtenidos durante la preparación de la cama al final



Anexo 7 Construcción de los 15 cubículos de 1 m²



Anexo 8 Distribución del porcentaje a utilizar de la cascarilla reutilizada y nueva



Anexo 9 Recibimiento y pesaje de los pollos en el día 0



Anexo 10 Recolectas de datos diarios



Anexo 11 Aplicación de yodo al ambiente del galpón



Anexo 12 Toma de muestras de las heces y evaluaciones de áreas podales y pechugas



Anexo 13 Pesaje de los pollos



Anexo 14 Toma de muestras de sangre

