

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Evaluación de los parámetros sanguíneos de gallinas de postura con la inclusión de lipofeed® en la dieta, en un sistema libre de jaula

Por:

Jose Carlos Flores Villa

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Octubre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación de los parámetros sanguíneos de gallinas de postura con la inclusión de lipofeed* en la dieta, en un sistema libre de jaula

Por:

Jose Carlos Flores Villa

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:

Dra. Jessica María Flores Salas
Presidente

MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Vocal

Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Vocal

Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino
Vocal suplente

MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Octubre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Evaluación de los parámetros sanguíneos de gallinas de postura con la inclusión de lipofeed* en la dieta, en un sistema libre de jaula

Por:

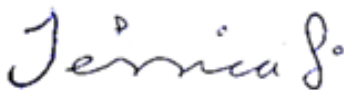
Jose Carlos Flores Villa

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



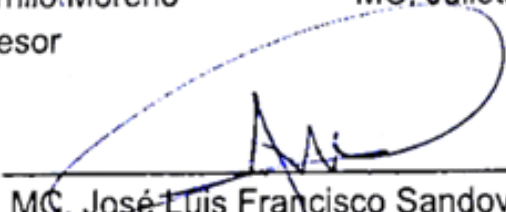
Dra. Jessica María Flores Salas
Asesor principal



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Coasesor



MC. Julieta Ziomara Ordoñez Morales
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Octubre 2025

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, gracias por ser mi pilar constante, por su amor infinito, y depositar su confianza en mí.

A César y Liliana, quienes me brindaron su hogar y apoyo incondicional durante mi etapa de foráneo. Su cariño fue un refugio fundamental que me permitió concentrarme en mis estudios.

A mi Alma Mater, por ofrecerme la oportunidad de formarme académicamente en un ambiente de aprendizaje y crecimiento, y a todos los docentes y personal administrativo que, de una u otra manera, contribuyeron a mi formación profesional.

A la Dra, Julieta, cuya paciencia y conocimiento han sido fundamentales para mi formación académica y crecimiento personal. Su guía, sus consejos y su confianza en mí, han marcado una diferencia enorme en mi desarrollo, además de, tenerle cada día más amor a la avicultura.

DEDICATORIAS

A mis padres, quienes con su amor incondicional, sacrificios constantes y apoyo han sido la base sólida sobre la que sigo construyendo mis sueños. Su ejemplo de dedicación, perseverancia y fe me ha impulsado a superar cada obstáculo y a continuar adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y por estar siempre a mi lado, brindándome fuerza y esperanza.

A mis hermanos, les agradezco por ser mi compañía constante, mi apoyo emocional y mi fuente de motivación y alegría. En cada paso de este camino, su cariño y confianza han sido un refugio seguro y un recordatorio de que nunca estoy solo.

A mis amigos, por su apoyo, compañía y palabras de aliento en los momentos más difíciles. Su amistad hizo más tranquilo este camino y me motivó para ser mejor día con día.

A mi amiga Carus, gracias por estar presente en cada paso de este camino. Tu amistad ha sido un pilar fundamental durante esta etapa, no solo por tu apoyo constante, sino por tu capacidad de hacer más ligeros los días difíciles y más memorables los buenos momentos en el matiz lover.

A mis amigos panameños Daris y Galdwin, con quienes tuve el privilegio de coincidir durante esta etapa universitaria. Su amistad fue una parte fundamental de esta experiencia, no solo por los momentos compartidos dentro y fuera del aula, sino por el apoyo sincero, la alegría constante y la complicidad que hicieron de este camino algo mucho más llevadero y significativo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	2
1.2 Objetivo	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Gluconeogénesis.....	3
2.2 Relación Glucólisis – Gluconeogénesis	3
2.3 Sangre	4
2.4 Glóbulos rojos	4
2.5 Glóbulos blancos	5
2.6 Aditivos	6
2.7 Ácidos orgánicos	6
2.7.1 Mecanismo de acción de los ácidos orgánicos	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1 Ubicación	9
3.2 Grupos experimentales.....	9
3.3 Tratamientos experimentales	10
3.4 Dieta	10
3.5. Hemograma.....	11
3.6.1 Serie blanca	13
3.6.2 Serie roja	13
3.7 Análisis estadísticos	13
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	14
4.1 Glóbulos Rojos	14
4.2 Concentración de hemoglobina	15

4.3 Porcentaje de hematocrito	15
4.4 Concentración de glóbulos blancos	16
4.5 Heterófilos.....	17
4.6 Monocitos	18
4.7 Granulocitos	19
V. CONCLUSIÓN	20
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Tratamientos y dosis utilizado de precursor gluconeogénico, en dietas de gallinas Rhode Island de 64 semanas de edad en un sistema libre de jaula.	10
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Eritrocitos de aves. Fuente: Universidad Complutense de Madrid (2015).	5
Figura 2 Heterófilos de las aves. Fuente: Universidad Complutense de Madrid (2015).	6
Figura 3 Unidad Académica de Producción Avícola, UAAAN Unidad Laguna....	9
Figura 4 Toma de muestra de sangre	12
Figura 5 Vacutainer con EDTA.....	12
Figura 6 Analizando muestra de sangre.....	13
Figura 7 Conteo de glóbulos rojos.	14
Figura 8 Concentración de hemoglobina.....	15
Figura 9 Concentración de hematocrito.	16
Figura 10 Concentración de glóbulos blancos.....	17
Figura 11 Porcentaje de Heterófilos.	18
Figura 12 Porcentaje de monocitos.....	19
Figura 13 Porcentaje de granulocitos.....	19

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del Lipoofeed® como aditivo alimenticio en gallinas ponedoras de la línea Rhode Island, mantenidas en un sistema de producción libre de jaula, y su impacto sobre el perfil hematológico. El trabajo experimental se llevó a cabo en la Unidad Académica de Producción Avícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, durante el periodo de junio a noviembre de 2024. Se utilizaron 360 gallinas de 64 semanas de edad, distribuidas aleatoriamente en tres tratamientos: T1, ración base más 0.01% de Lipoofeed® (precursor gluconeogénico); T2, ración base más 0.005% de Lipoofeed®; y TT (testigo), sin adición del aditivo. Se recolectaron muestras sanguíneas de 12 aves por tratamiento en las semanas 64, 66, 68, 70, 72, 76, 81 y 84. Las muestras fueron extraídas por punción venosa braquial y depositadas en tubos Vacutainer® de 4 ml con activador de la coagulación, debidamente identificados. Los análisis hematológicos revelaron que el tratamiento T1 presentó una mejora significativa ($p \leq 0.05$) en los parámetros de la serie roja, destacando un aumento en el conteo de eritrocitos, hemoglobina y hematocrito. Este hallazgo sugiere un efecto positivo del Lipoofeed® sobre la eritropoyesis y la capacidad de oxigenación en las aves. En cambio, no se observaron diferencias significativas en los parámetros de la serie blanca ($p \geq 0.05$). Se concluye que el Lipoofeed® posee potencial como aditivo funcional para mejorar la salud hematológica, específicamente la serie roja, en gallinas ponedoras bajo sistema libre de jaula.

Palabras clave: Lipoofeed, Alimentación, Perfil hematológico, Punción venosa

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of Lipoofeed® as a feed additive in Rhode Island laying hens maintained in a cage-free production system, and its impact on the hematological profile. The experimental work was carried out at the Poultry Production Academic Unit of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University, Laguna Unit, from June to November 2024. 360 64-week-old hens were used, randomly distributed in three treatments: T1, basal ration plus 0.01% Lipoofeed (gluconeogenic precursor); T2, basal ration plus 0.005% Lipoofeed; and TT (control), without the addition of the additive. Blood samples were collected from 12 birds per treatment at weeks 64, 66, 68, 70, 72, 76, 81, and 84. Samples were extracted by brachial venipuncture and placed in properly identified 4 ml Vacutainer® tubes containing a coagulation activator. Hematological analyses revealed that treatment T1 showed a significant improvement ($p \leq 0.05$) in red blood cell parameters, highlighting an increase in erythrocyte count, hemoglobin, and hematocrit. This finding suggests a positive effect of Lipoofeed on erythropoiesis and oxygenation capacity in birds. In contrast, no significant differences were observed in white blood cell parameters ($p \geq 0.05$). It is concluded that Lipoofeed has potential as a functional additive to improve hematological health, specifically the red blood cell, in cage-free laying hens.

Keywords: Lipofeed, Feeding, Hematological profile, Venipuncture

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de alimentos aumenta rápidamente a medida que crece la población global, lo que significa que los recursos son cada vez más escasos, por lo tanto, la producción debe ser mejor (PREPEC, 2019). Se espera que la población mundial actual de 7.600 millones alcance los 8.600 millones en 2030, los 9.800 millones en 2050 (ONU, 2021) . Para poder satisfacer esta expansión, será necesario generar grandes volúmenes de alimentos, donde se prevé un aumento del 70% de alimento de origen animal en este lapso y la producción avícola es un pilar importante en esto (PREPEC, 2019)

En la producción avícola moderna, la eficiencia en la alimentación y nutrición de gallinas de postura es esencial para alcanzar una productividad optima, hoy en día es un punto importante también para mantener la salud de las aves y optimizar los costos (Moss *et al.*, 2021)

La alimentación de los animales ha tenido importantes progresos que han aumentado el entendimiento de sus procesos metabólicos, así como de su bienestar y rendimiento en la producción (Alpízar-Bonilla, 2023). El creciente conocimiento sobre el metabolismo ha permitido desarrollar procedimientos de alimentación más precisos; gracias a ello, el uso de ingredientes y aditivos adecuados contribuye a obtener una producción más eficiente y sostenible (Fernandes & Braña, 2021).

El precio de los alimentos es una parte significativa del costo total en la producción avícola (60%), y la energía constituye al menos el 70% del costo de los alimentos (Noblet *et al.*, 2022)

Entre los requisitos más importantes para las aves está la energía, que es crucial para el funcionamiento del organismo; una reducción en la cantidad de energía proporcionada puede llevar a una disminución en los indicadores de producción, ya que el ave utilizará principalmente la energía para su mantenimiento en detrimento de la producción (Iglesias & Ramos, 2023).

Las grasas se ven como la fuente más densa de energía.; el problema con las grasas y los aceites está en la calidad que llegan al sector pecuario, que en la mayoría de las ocasiones es de calidad baja a muy mala, lo que resulta en una menor cantidad de energía de lo que se espera (PREPEC, 2019).

La adición de aditivos a la dieta de las gallinas, en los últimos años, son de suma importancia, en la optimización de la digestión y absorción de nutrientes presente en las dietas, además de reducir los precios de estas y mejorar la conversión alimenticia (García *et al.*, 2025).

Dentro de los aditivos, se encuentran los ácidos orgánicos los cuales tienen como objetivo principal proporcionar un equilibrio en la microbiota del sistema digestivo, lo que mejora la calidad y accesibilidad de los nutrientes (Iñiguez Heredia *et al.*, 2021)

El análisis de la sangre es una herramienta clave para monitorear la salud de las aves, diagnosticar enfermedades y entender correctamente cómo responde el cuerpo a los tratamientos o trabajos experimentales (Vives *et al.*, 2020). Los indicadores sanguíneos aportaran datos cuantitativos para comprender el estado de salud de las gallinas más allá de los datos productivos tradicionales (Addass *et al.*, 2012). Se ha comprobado que los factores como la raza, el género, la edad, el estado fisiológico, la ubicación geográfica, la nutrición y el entorno influyen en los parámetros hematológicos (Ruiz *et al.*, 2023)

1.1 Hipótesis

La inclusión de un precursor gluconeogénico (lipofeed), en la dieta de gallinas ponedoras, mejorará los parámetros hematológicos por ende su estado de salud.

1.2 Objetivo

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto del lipofeed, en la alimentación de gallinas ponedoras de la línea Rhode Island, en un sistema libre de jaula, evaluando su impacto en el perfil hematológico de estas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Gluconeogénesis

La gluconeogénesis es una ruta metabólica que lleva a cabo la formación de glucosa gracias a elementos no glúcidos, este proceso tiene lugar principalmente en el hígado (Pérez-Mendoza *et al.*, 2012)

Las aves también pueden obtener energía a partir de esta ruta metabólica como la gluconeogénesis, la cual tiene como finalidad sintetizar glucosa mediante del ciclo de Krebs que produce intermediarios como el lactato, piruvato, glicerol, aminoácidos; que se consideran precursores energéticos que pueden ser metabolizados para generar glucosa (AVINEWS, 2014)

2.2 Relación Glucólisis – Gluconeogénesis

Shimada (2003) señala que la energía nutricional implica el proceso mediante el cual el cuerpo convierte la energía de los alimentos en energía necesaria para funciones vitales, a través de una serie de reacciones oxidación – reducción; la mayor parte de la energía que se puede utilizar proviene de compuestos como los fosfatos de adenosina y la creatinina, que se genera durante el catabolismo de glucosa.

La glucolisis y la gluconeogénesis son parte de la vía de Embden – Meyerhoff – Parnas, que representa una forma simplificada del proceso anaeróbico que descompone la glucosa hasta crear ácido pirúvico y luego ácido láctico (Chandel, 2021a)

La glucolisis comienza con la glucosa en la sangre, un azúcar que puede reponerse a partir de diferentes fuentes como glucosa, fructosa, galactosa o manosa de la alimentación; también puede generarse glucosa a partir del glicerol, aminoácidos gluconeogénicos y la descomposición del glucógeno (Chandel, 2021b)

La glicólisis permite liberar energía rápidamente, produciendo dos moléculas de ácido láctico y dos de adenosín trifosfato ATP como resultado de la reacción total (Melkonian & Schury, 2023)

2.3 Sangre

La sangre es un tejido conformado de una parte líquida y de componentes celulares; encargada principalmente de captar, distribuir y transportar nutrientes en el organismo a través de venas y arterias (Montalvo *et al.*, 2018)

La sangre en las aves cumple funciones esenciales como el transporte de gases respiratorios (oxígeno y dióxido de carbono) y de nutrientes, los cuales son fundamentales para mantener la homeostasis del organismo; además, proporciona defensa inmunológica mediante la acción de anticuerpos, leucocitos y trombocitos, y participa en la coagulación cuando ocurre una lesión en los vasos sanguíneos. (Scanés & Dridi, 2022)

2.4 Glóbulos rojos

En las aves, los eritrocitos presentan una forma ovalada, son más grandes (alrededor de 12 micras), tienen una superficie biconvexa y poseen un núcleo oval con aspecto condensado (UCM, 2015)

La morfología de los eritrocitos en su fase madura es oval o elíptica, con un citoplasma anaranjado, presenta un núcleo oval de color púrpura situado en el centro; las formas inmaduras son más redondas y presentan un citoplasma azul (Gálvez *et al.*, 2009)

Los eritrocitos aviares maduros permiten transportar mayor capacidad de oxígeno, debido a su forma tienen una alta eficiencia de intercambio con el sistema respiratorio aviar; tienen una vida media de 28 a 45 días (Smith *et al.*, 2008)

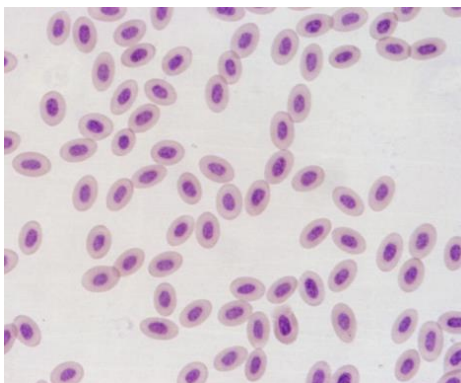


Figura 1 Eritrocitos de aves. Fuente: Universidad Complutense de Madrid (2015).

Hematocrito (HCT): Es el porcentaje de sangre ocupante de eritrocitos con respecto al volumen total de la sangre; el valor en pollos (*Gallus domestic*) (0.22-0.35 L/L (22-35%)) mientras que en aves voladoras es de (0.40-0.55 L/L (40-55%)) (Becerra, 2020).

2.5 Glóbulos blancos

En la serie blanca de las aves, el conteo total de glóbulos blancos se utiliza como índice para valorar la función inmunológica (defensiva) y en última parte el estado de salud general; sus intervalos muestran mucha variabilidad entre diferentes especies aviares analizadas, aún entre las que pertenecen al mismo género (Campbell & Ellis, 2007)

El aumento de leucocitos (leucocitosis) en aves se ve reflejado por factores como el estrés o la presencia de enfermedades, desordenes neoplásicos o degenerativos, algunas fases de septicemia, complejos inflamatorios por bacterias y hongos; la disminución de glóbulos blancos (leucopenia) es común en animales pequeños en desarrollo, en infecciones causadas por bacterias y en enfermedades virales severas; también cuando la sangre extraída del ave se coagula antes de depositarse en el tubo con anticoagulante (EDTA), provoca la disminución de leucocitos (Gálvez *et al.*, 2009)

Heterófilos: Aumentan en infecciones, presencia fúngica, estrés y como respuesta inflamatoria (Campbell & Ellis, 2007)

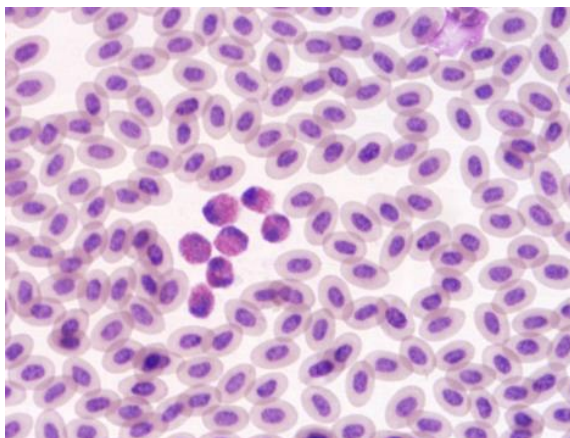


Figura 2 Heterófilos de las aves. Fuente: Universidad Complutense de Madrid (2015).

Eosinófilos: Son el 2% de los glóbulos blancos, en procesos como daños tisulares o enfermedades parasitarias (Gálvez *et al.*, 2009)

Monocitos: Son las células más grandes en aves, aumentan en infecciones por hongos o bacterias (Clark *et al.*, 2009)

2.6 Aditivos

Los aditivos en la alimentación animal se entienden como sustancias, microorganismos o preparados que no corresponden a las materias primas de los piensos ni a las premezclas: su incorporación busca generar diversos efectos, ya sea en el propio alimento o en el animal, como mejorar la salud, cubrir requerimientos nutricionales, favorecer la digestibilidad o influir en la microbiota (Pablos -Tanarro *et al.*, 2023).

En la alimentación avícola los aditivos contribuyen a aumentar la eficiencia productiva, favorecen el equilibrio de la microbiota intestinal, reducen los efectos negativos sobre el medio ambiente y promueven tanto la salud como el bienestar de las aves (Perera & Ravindran, 2025)

2.7 Ácidos orgánicos

La implementación de los ácidos orgánicos (AO) tiene como principal misión el controlar el crecimiento de microorganismos presentes en el alimento como en el organismo del ave, principalmente a nivel intestinal (Gauthier, 2005)

Los ácidos orgánicos como aditivos en la alimentación de aves tienen como función proporcionar un balance microbiano en el tracto digestivo, primordialmente bacterias buenas, mejorando la calidad y disponibilidad de los nutrientes (Iñiguez *et al.*, 2021).

En la dieta ayudan a mantener la estabilidad de las vellosidades intestinales; por consiguiente, mejoran los parámetros productivos de las aves (Adil *et al.*, 2010).

Sin embargo, es de suma importancia tener en consideración las concentraciones que se utilizan de ácidos orgánicos, con el objetivo de evitar alteraciones en la palatabilidad, y con ello evitar bajos consumos (Vieira *et al.*, 2008)

Entre los ácidos orgánicos más comunes se encuentran varios tipos, como el ácido acético, cítrico, butírico, málico, láctico, propiónico y tartárico, entre otros (Chopin-Rodríguez & Alvarado-Palacios, 2024)

Una ventaja importante de los ácidos orgánicos es que actúan de manera distinta a los antibióticos, evitando así la generación de resistencia (Haq *et al.*, 2017)

La adición de ácido cítrico en las gallinas puede reducir el pH del tracto gastrointestinal, convirtiendo un ambiente más ácido; este entorno favorece la conversión del pepsinógeno en pepsina activa, una enzima clave en la digestión de proteínas (Vargas *et al.*, 2002)

El agregado de ácido cítrico con formiato de calcio en altas dosis de 229 g y 156 g por tonelada en gallinas *Lohman Brown* produce una mejora en porcentaje de postura y una mejor conversión alimenticia (Perrotta *et al.*, 2024)

Debido a su precio accesible y al reconocimiento por parte de la Administración de Alimentos y Medicamentos-FDA como un aditivo que disminuye el riesgo de microorganismos; en los últimos veinte años, estos ácidos se han utilizado como componentes en la alimentación de animales de cría, con

el objetivo de reducir el uso de antibióticos que fomentan el crecimiento (Haq *et al.*, 2017)

2.7.1 Mecanismo de acción de los ácidos orgánicos

Existen dos mecanismos principales de acción de los ácidos orgánicos: la reducción del pH tanto en el alimento como en el tracto digestivo de las aves (Yépez-Macias *et al.*, 2023). Esto altera el ambiente intestinal, favoreciendo la integridad del sistema digestivo, el crecimiento de la microbiota benéfica y la mejora de los procesos digestivos y enzimáticos, además de modificar funciones esenciales para el desarrollo de bacterias (Del Río, 2019)

El efecto de estos ácidos se basa en disminuir el pH intestinal en las aves (Haq *et al.*, 2017), lo que genera un efecto bacteriostático general sobre la microbiota, evitando desequilibrios y el crecimiento excesivo de especies patógenas (Van Immerseel *et al.*, 2004). Al acidificar el entorno intestinal, se regula la multiplicación bacteriana de manera no selectiva, creando condiciones poco favorables para aquellas bacterias sensibles a los cambios de pH (Mani-López *et al.*, 2012).

Adicionalmente, se ha demostrado que su uso mejora la respuesta del sistema inmune, disminuye la incidencia de enfermedades y reduce la mortalidad en las aves (Broom, 2015). En este sentido, la reducción del pH en el tracto gastrointestinal impide la proliferación de microorganismos patógenos que afectan la salud y el bienestar animal, evitando enfermedades como la colibacilosis, salmonelosis y diarreas, que pueden provocar la muerte de los animales (Yépez-Macias *et al.*, 2023).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El presente estudio se realizó en la Unidad Académica de Producción Avícola, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (Figura 3), en los meses de junio a noviembre del 2024, con coordenadas geográficas 25° 33' 25" de Latitud Norte y 103° 22' 17" Longitud Oeste, con temperaturas generalmente variables, con valores máximos de 42 °C a 45 °C en verano y alcanzar temperaturas inferiores a 2 °C en temporadas de invierno, en cuando al clima es extremadamente seco, se encuentra a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar (IMPLAN, 2023)



Figura 3 Unidad Académica de Producción Avícola, UAAAN Unidad Laguna.

3.2 Grupos experimentales

Se trabajó con 360 gallinas de la estirpe *Rhode Island*, las aves contaban con 64 semanas de vida, dichas gallinas ya se encontraban en la unidad académica de producción avícola, se distribuyeron de manera aleatoria y uniforme en peso y producción. Las cuales se distribuyeron en 6 repeticiones por tratamiento experimental. Los tratamientos fueron los siguientes tratamientos: Tratamiento 1 (T1), el cual consistió en incluir a la ración 0.01% del precursor gluconeogénico a total de la ración, Tratamiento 2 (T2) a este grupo se le añadió

el 0.005% de lipofeed a total de la ración y por último el grupo testigo (TT) solo se les proporciono el alimento sin aditivo a razón de 120 gramos por animal sin agregar el precursor.

Las gallinas fueron alojadas en un sistema libre de jaula donde las medidas de cada corral que se manejaron en este sistema fueron de 1.5 x 2 m, proporcionando un espacio de 1200 cm² por ave, las cuales contaban con 4 nidales y perchas así permitiéndoles expresar su comportamiento de manera natural. Se les proporciono un fotoperiodo de 16 h de luz y 8 h de oscuridad.

3.3 Tratamientos experimentales

Se formaron tres grupos; donde se les incluyo a la dieta el sustrato gluconeogénico a diferentes concentraciones en la dieta de gallinas ponedoras, se alimentó con 120 g promedio por gallina y agua *ad libitum* (Cuadro 1). El producto se incorporó en el alimento se combinaron manualmente para lograr una mejor homogenización.

Cuadro 1 Tratamientos y dosis utilizado de precursor gluconeogénico, en dietas de gallinas Rhode Island de 64 semanas de edad en un sistema libre de jaula.

Tratamiento	% de Lipofeed a la dieta	Dosis de Lipofeed (g)	Alimento basal	Total, por gallina
T1	0.01	1.2 g	118.8 g	120 g
T2	0.005	0.6 g	119.4 g	120 g
TT	0	0	120	120 g

3.4 Dieta

En el presente estudio, se utilizó alimento comercial de una empresa de la región, que se encargó de formular y producir las raciones balanceadas.

El alimento se administró *ad libitum*, 60 % de la ración por la mañana y 40% del total de la ración por la tarde.

Se aplicaron insumos disponibles en la región, de tal forma que cubrieron los requerimientos nutritivos de proteína, energía, minerales y vitaminas, para cada uno de los grupos.

De igual manera se ejecutó un esquema de bioseguridad para prevenir enfermedades que pudieran afectar la salud de las gallinas (limpieza, desinfección, control de ingreso de personas, control de roedores, control de aves silvestres, evitar contaminación del alimento, suministro de agua limpia, lavado y desinfección de comederos y bebederos).

- Los equipos de apoyo en el experimento fueron los siguientes:
- Carteles de identificación de los tratamientos.
- Ventiladores circulares industriales.
- Cortinas para control de tolveneras y temperatura adecuada dentro del galpón.
- Termohigrómetro.
- Equipo convencional de una granja avícola (tapetes, overoles, botas, etc.).
- Se utilizó como material de cama aserrín, cada equipo experimental fue desinfectado antes de ser usado.

3.5. Hemograma

En el transcurso del periodo experimental, se recolectaron muestras de sangre de 12 gallinas al azar por tratamiento, en las semanas 64, 66, 68, 70, 72, 76, 81 y 84 semanas para determinar los valores del hemograma. Las muestras se obtuvieron mediante punción venosa braquial 1 ml (figura 4) y se depositaron en tubos Vacutainer® de 4 ml (Broken Bow, NE, EE. UU.) debidamente identificados, que contenían 7.2 mg de K2 EDTA, un activador de la coagulación (figura 5).



Figura 4 Toma de muestra de sangre



Figura 5 Vacutainer con EDTA

Para la conservación de las muestras destinadas al laboratorio, se mantuvieron a temperatura óptima de $2 - 8^{\circ}\text{C}$, una vez finalizado todo el proceso de la toma de muestras sanguíneas, se procedió el envío inmediato al Centro de Investigación de Producción Animal (CIPA) para el análisis de las muestras.

Posteriormente, las muestras se utilizaron para cuantificar los valores sanguíneos (hemograma) completo mediante un analizador de hematología automatizado HEMALYZER 2000 (HLAB), ejecutado por un técnico capacitado (figura 6).



Figura 6 Analizando muestra de sangre

3.6.1 Serie blanca

El hemograma completo constó del recuento total de leucocitos, registrándose el resultado en unidades de 10^9 células por litro ($\times 10^9/L$); el conteo de heterófilos, monocitos y granulocitos que se refleja en porcentaje.

3.6.2 Serie roja

El recuento total de eritrocitos, en unidades de 10^{12} células por litro ($\times 10^{12}/L$); la cantidad de hemoglobina, la proteína transportadora de oxígeno que se encuentra en el interior de los eritrocitos, en gramo por decilitro (g/dL); el hematocrito, que mide la proporción (%) del volumen total de sangre que consiste en eritrocitos.

3.7 Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se realizaron con la siguiente prueba Procedimiento GLM t Tests (LSD) para Variables de Respuesta – Across Treatments, con el paquete estadístico SAS Inst. Inc. Ver. 9.4, 2016, Cary, NC, USA, donde se consideró una diferencia estadística con un valor de $p \leq 0,05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Glóbulos Rojos

En este experimento los valores de glóbulos rojos (Fig. 7), evaluados en gallinas de 64 a 84 semanas de edad los resultados mostraron que el T1 (2.5 ± 1.1), fue el grupo que obtuvo valores más alto respecto a los otros grupos experimentales, T2 (2.3 ± 1.2) y TT (2.2 ± 1.2), ($p \leq 0.05$). Estos valores son similares en gallinas de postura, pero más jóvenes reportados por (Hong et al., 2021), pero son mejores a los reportados por (Tang et al., 2017), en gallinas de 52 semanas de vida. El T1 tuvo una mejor capacidad hematopoyética en comparación con los grupos T2 y TT. Esta capacidad de aumento de eritrocitos señala (Hsieh et al., 2022), que puede ser originada por los precursores gluconeogénicos, elevando la glucosa y hormonas anabólicas (IGF-1, insulina) que favorecen la proliferación eritroide. La formación del huevo requiere un alto gasto energético. Una buena oxigenación celular permite una respiración aeróbica eficiente, lo que favorece la producción de ATP necesario para estos procesos (Fronstin et al., 2016)

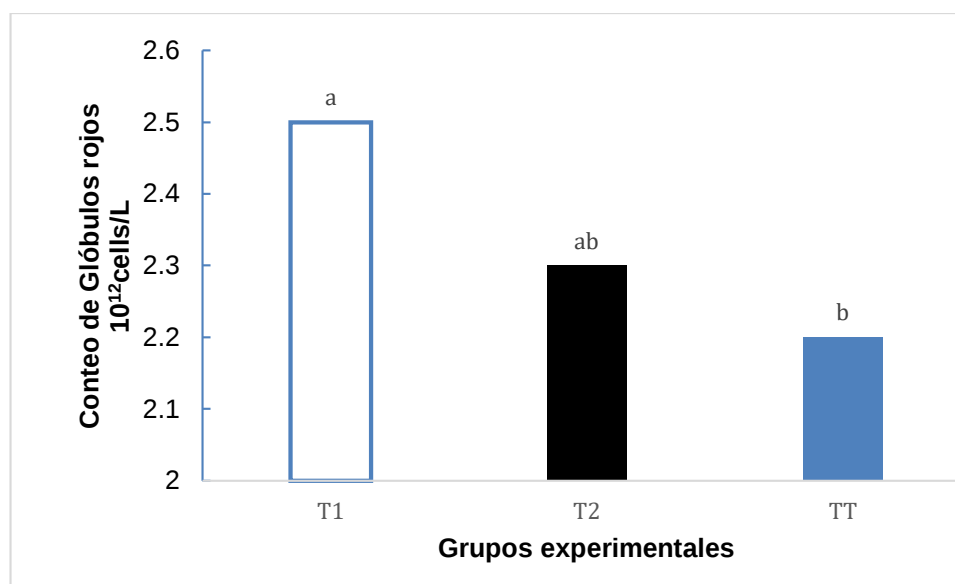


Figura 7 Conteo de glóbulos rojos.

Superíndices diferentes (a, ab y b), indican diferencia.

4.2 Concentración de hemoglobina

Los resultados respecto a la concentración de hemoglobina de los diferentes grupos experimentales fueron los siguientes T1 (16.1 ± 2.74), T2 (15.5 ± 2.59) y TT (15.2 ± 2.83), los cuales muestran diferencias estadísticas entre sí ($p \leq 0.05$). Se obtuvieron niveles similares a los de (Hong *et al.*, 2021). Las gallinas del T1 mostraron mejores niveles de hemoglobina. Probablemente debido a un estado nutricional adecuado que implica un aumento del ritmo metabólico, provocando un mayor requerimiento de oxígeno para los tejidos y, en consecuencia, mayores concentraciones de hemoglobina para el transporte de oxígeno (Cunningham & Kleing, 2012). Una concentración adecuada de hemoglobina es fundamental para prevenir la anemia reproductiva en gallinas ponedoras, lo cual resulta esencial para mantener la continuidad y calidad en la producción de huevos (Powell, 2015).

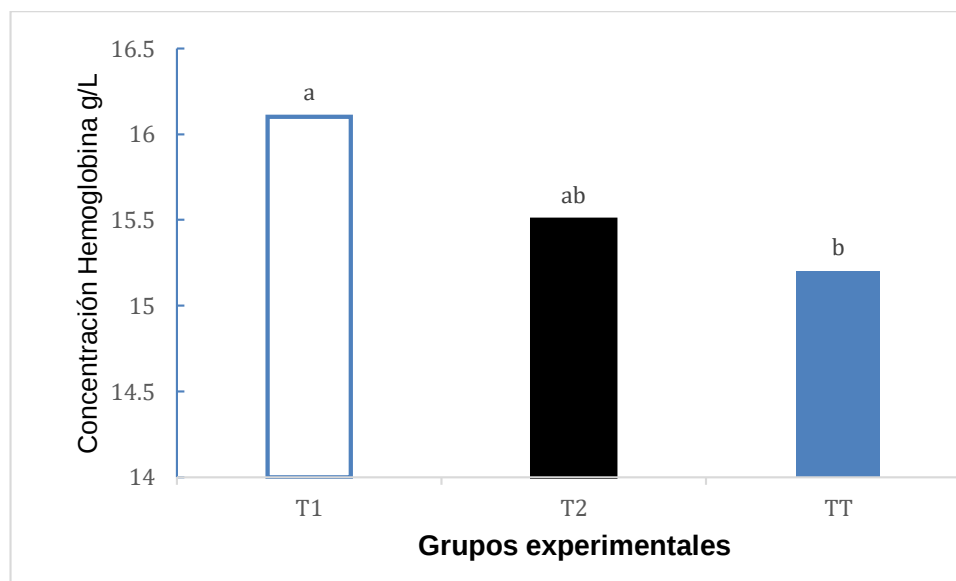


Figura 8 Concentración de hemoglobina

Superíndices diferentes (a, ab y b), indican diferencias estadísticas.

4.3 Porcentaje de hematocrito

El porcentaje de hematocrito en sangre indica el volumen total de sangre que está compuesto por glóbulos rojos, este parámetro al igual que los anteriores es de suma importancia ya es fundamental para evaluar la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre y detectar condiciones como la anemia

(McPherson & Pincus, 2022). Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes en el T1 (24.9 ± 4.46), T2 (23.8 ± 5.44) y TT (23.1 ± 4.18), donde los mejores parámetros fueron encontrados en T1, existiendo diferencia significativa entre grupos experimentales ($p \leq 0.05$). Estos valores se encuentran en el nivel normales fisiológicos (22 – 35 %) expuestos por (Bounous & Stedman, 2000). Y también iguales a los reportados con (19 – 35%) (Scanes & Dridi, 2022). Cuando las aves están expuestas a altas temperaturas y además reciben una dieta con poca energía, sus niveles de hematocrito disminuyen notablemente. Esto indica que una alimentación deficiente en energía puede causar la destrucción de glóbulos rojos, lo que reduce la eficiencia del transporte de oxígeno en el cuerpo (Khondowe *et al.*, 2021)

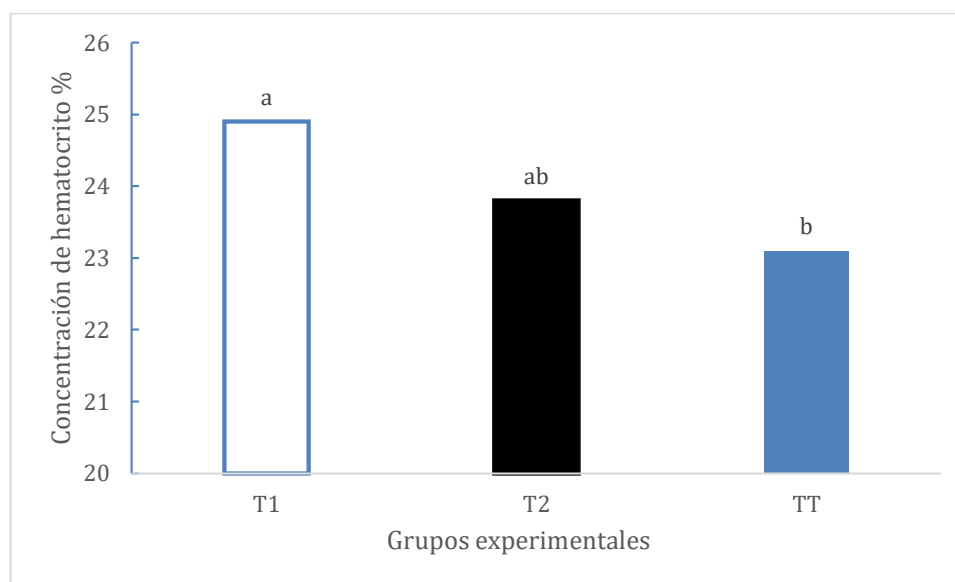


Figura 9 Concentración de hematocrito.

Superíndices diferentes (a, ab y b), indican diferencias estadísticas.

4.4 Concentración de glóbulos blancos

Respecto a la concentración de glóbulos blanco, que es una variable sobre la repuesta de inmunidad en las aves, los valores encontrados al respecto fueron los siguientes T1 (142.5 ± 15.2), T2 (139.3 ± 14.2) y TT (138.6 ± 16.7), donde no mostraron diferencias entre tratamiento ($p \geq 0.05$). Estos resultados fueron similares a los reportados por (Straková *et al.*, 2001). Además, inferiores a los

reportados por (Hong *et al.*, 2021). Pero en gallinas más jóvenes. Estos niveles pueden deberse a la destrucción de leucocitos en el proceso de toma de la muestra (Gálvez *et al.*, 2009). Los cuales cuando la temperatura ambiente supera los 18° - 22°C se observa una amplia variación de cambios en los parámetros hematológicos (Sahin & Kucuk, 2001).

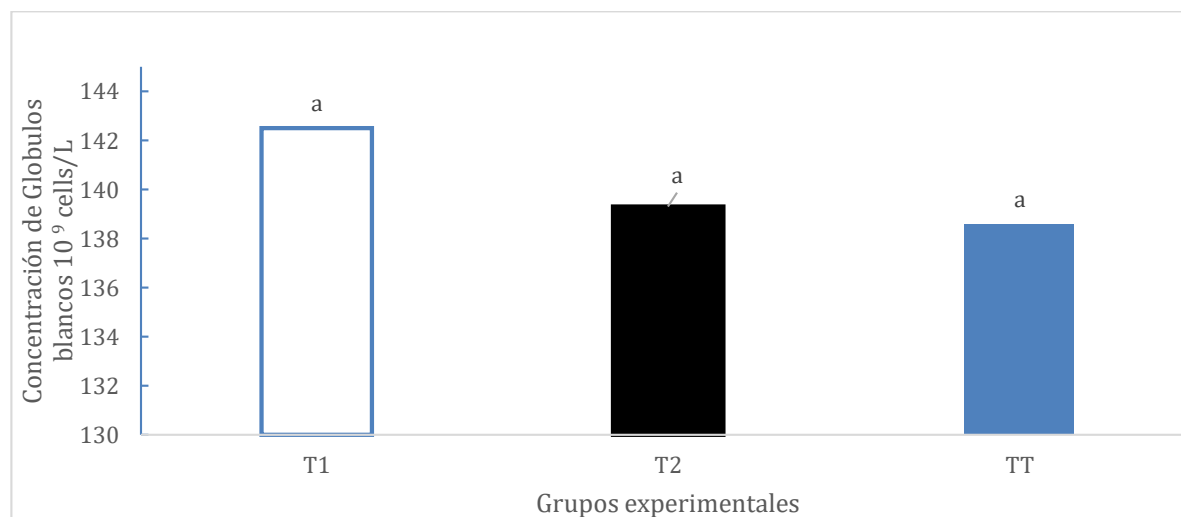


Figura 10 Concentración de glóbulos blancos.

4.5 Heterófilos

Los heterófilos son un tipo de granulocitos que forman parte del sistema inmunológico de las aves y actúan como la primera línea de defensa frente a infecciones de origen bacteriano, viral o parasitario (Quintanilla *et al.*, 2017). Los resultados fueron los siguientes T1 (29.5 ± 4.3), T2 (29.6 ± 5.3) y TT (29.5 ± 5.4), aquí no se encontraron diferencias significativas entre grupos experimentales ($p \geq 0.05$). Estos valores son parecidos a los de (Chacón *et al.*, 2024). Pero, (Colas *et al.*, 2016) menciona en su estudio que valores por encima de 31% de heterofilos están relacionado con problemas de estrés y carga elevada de bacterias.

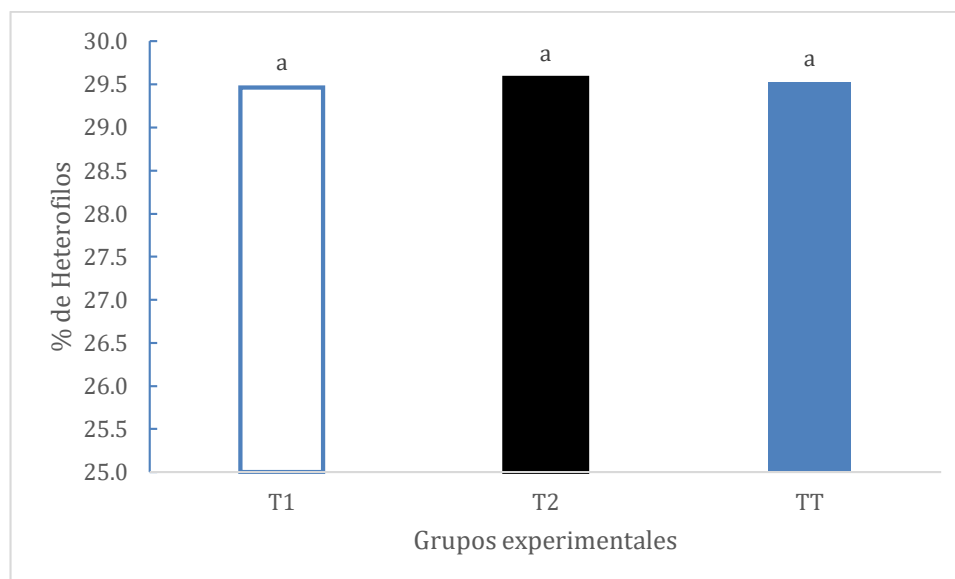


Figura 11 Porcentaje de Heterófilos.

4.6 Monocitos

Los monocitos son células que en las aves tienen funciones específicas las cuales algunas de ellas son la de participar activamente en la función inmunitaria (Yáñez *et al.*, 2017). Dentro de los hallazgos en los resultados de esta investigación se observaron que no se encontró diferencias entre grupos ($p \geq 0.05$). Donde los valores fueron (27.9 ± 1.2) , (27.6 ± 1.9) y (27.5 ± 2.0) , para T1, T2 y TT respectivamente. Los valores que se obtuvieron son mayores a los obtenidos por (Colas *et al.*, 2016). Además, están muy por encima según lo reportado por (Samour, 2016). Quien hace referencia que para *gallus domesticus* los valores deben de ser (0 – 1%), aunque se pueden presentar valores de 3 – 7 %. La monocitosis absoluta o relativa es una característica propia de infección crónica en las aves unida a la presencia de bacterias u hongos (Sacristán *et al.*, 2018). Aunque el estrés crónico induce una reprogramación de los monocitos, promueve un fenotipo hiperinflamatorio, con mayor cantidad de monocitos circulantes que responden de forma exacerbada a estímulos, aunque algunas funciones estén suprimidas o alteradas (Barrett *et al.*, 2021)

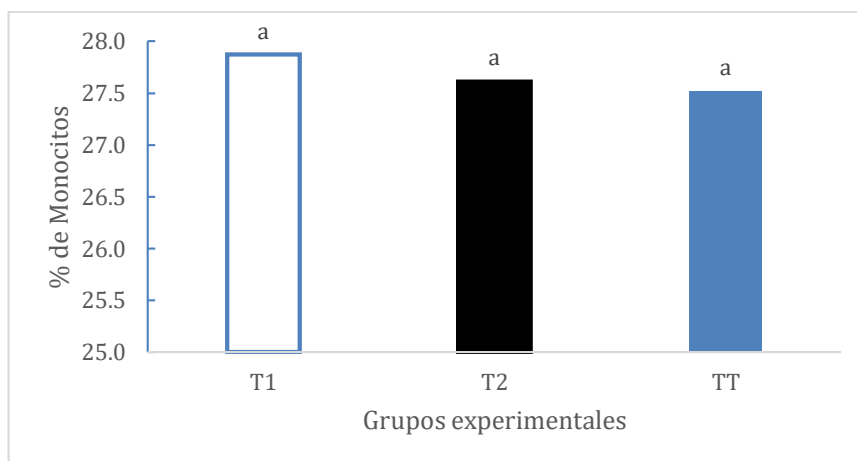


Figura 12 Porcentaje de monocitos.

4.7 Granulocitos

Los son granulocitos (Heterófilos, basófilos y eosinófilos) presentes en el sistema inmune de las aves, estos son los primeros agentes contra , todos con gránulos citoplasmáticos están compuestos por enzimas hidrolíticas y sustancias antimicrobianas, desempeñan un papel clave en la inmunidad innata (Jiménez *et al.*, 2022). Los resultados obtenidos en el grupo de los monocitos fueron los siguientes T1 (42.8 ± 5.2), T2 (43 ± 6.4) y TT (43 ± 7.1), donde no se observaron diferencias entre los grupos experimentales. Los valores son superiores a los reportados por (Quintuña, 2020). El ayuno o el estrés inducen un aumento en los niveles de corticosterona, lo que a su vez moviliza los granulocitos desde la médula ósea hacia la sangre periférica (Blas, 2015)

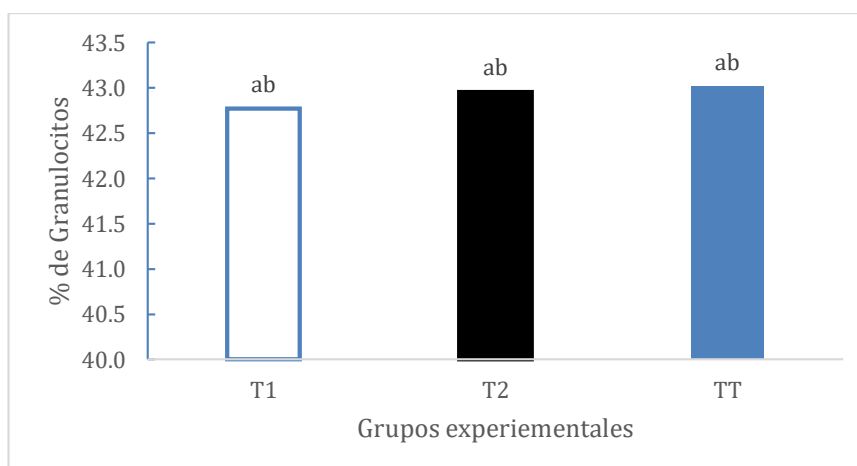


Figura 13 Porcentaje de granulocitos.

V. CONCLUSIÓN

La evaluación del efecto del Lipoofeed® sobre los parámetros hematológicos evidenció una respuesta positiva en la serie roja, con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p < 0.05$). El tratamiento T1 mostró mejores resultados, lo que sugiere una mejora en la eritropoyesis y en la capacidad de oxigenación del organismo de las gallinas. Este efecto podría estar relacionado con la acción del Lipoofeed® sobre el metabolismo hematopoyético, posiblemente atribuible a sus componentes bioactivos.

En contraste, la serie blanca no presentó variaciones significativas entre tratamientos, lo que indica que el Lipoofeed® no ejerció un efecto inmunomodulador detectable bajo las condiciones experimentales del estudio.

Este trabajo representa una contribución original al conocimiento científico local, abriendo la posibilidad de explorar el potencial de este aditivo en sistemas alternativos de producción avícola local.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addass, P., David, D., Edward, A., Zira, K., & Midau, A. (2012). Effect of age, sex and management system on some haematological parameters of intensively and semi-intensively kept chicken in Mubi, Adamawa State. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2(3), 277–282. https://www.sid.ir/EN/VEWSSID/J_pdf/1034220120302.pdf
- Adil, S., Banday, T., Bhat, G. A., Mir, M. S., & Rehman, M. (2010). Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. *Veterinary Medicine International*, 2010. <https://doi.org/10.4061/2010/479485>,
- Alpízar-Bonilla José Fabio. (2023). La suplementación mineral del ganado: Revisión de principios y tecnologías aplicadas, para mejorar el desempeño productivo. *Yulök Revista de Innovación Académica*, 7 (2), 119–129. <https://doi.org/10.47633/yulk.v7i2.594>
- AVINEWS. (2014, June 10). *Adaptación y cambios metabólicos en el estrés*. <https://avinews.com/adaptacion-y-cambios-metabolicos-en-el-estres/>
- Barrett, T. J., Corr, E. M., van Solingen, C., Schlamp, F., Brown, E. J., Koelwyn, G. J., Lee, A. H., Shanley, L. C., Spruill, T. M., Bozal, F., de Jong, A., Newman, A. A. C., Drenkova, K., Silvestro, M., Ramkhelawon, B., Reynolds, H. R., Hochman, J. S., Nahrendorf, M., Swirski, F. K., ... Moore, K. J. (2021). Chronic stress primes innate immune responses in mice and humans. *Cell Reports*, 36(10). <https://doi.org/10.1016/j.celrep.2021.109595>
- Blas, J. (2015). Stress in Birds. *Sturkie's Avian Physiology: Sixth Edition*, 769–810. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407160-5.00033-6>
- Bounous, D. I., & Stedman, N. L. (2000). Normal avian hematology: chicken and turkey. Schalm's veterinary hematology. New York: Wiley, 1147–1154.
- Broom, L. J. (2015). Organic acids for improving intestinal health of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 71(4), 630–642. <https://doi.org/10.1017/S0043933915002391>
- Campbell, T. W., & Ellis, C. (2007). *Peripheral Blood of Mammals* (4th ed.).
- Chacón, M. E., Toapanta, R. M. P., Toro, M. B. M., & Cueva, S. N. M. (2024). Perfil hematológico de la gallina criolla ecuatoriana bajo sistemas de crianza tradicionales: resultados parciales. *Revista Recursos Naturales Producción y Sostenibilidad*, 3(2), 36–43. <https://doi.org/10.61236/renpys.v3i2.890>
- Chandel, N. S. (2021a). Carbohydrate metabolism. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(1), 1–15. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040568>,
- Chandel, N. S. (2021b). Glycolysis. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(5), a040535. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040535>

- Chopin-Rodríguez, J. M., & Alvarado-Palacios, M. R. (2024). Suplementación de ácidos orgánicos sobre ganancia de peso, mortalidad e integridad intestinal de pollos de engorde. *Nutrición Animal Tropical*, 18(2), 168–185. <https://doi.org/10.15517/nat.v18i2.63225>
- Clark, P., Boardman, W., & Raidal, S. R. . (2009). *Atlas of clinical avian hematology*. Wiley-Blackwell.
- Colas, M., Raiden Grandía, G., Nelson Merino, G., Yaima Burgher, P., Michel Báez, A., Ivette Espinosa, C., & José López, R. (2016). Valores hematológicos y lesiones anatomopatológicas en gallinas white leghorn afectadas por la enfermedad respiratoria crónica. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 27(1), 70–81. <https://doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11453>
- Cunningham, J., & Kleing, B. (2012). *Capítulo 48: El transporte de gases en la sangre* (5th ed.). <https://www.yumpu.com/es/document/read/65614230/cunningham-fisiologia-veterinaria>
- Del Río, G. J. C. (2019). *Efecto de los ácidos orgánicos encapsulados sobre los parámetros productivos en pollos de engorda que consumieron alimento con Ocratoxina | Engormix*. Micotoxinas En Avicultura. https://www.engormix.com/micotoxinas/micotoxinas-avicultura/efecto-acidos-organicos-encapsulados_a43862/
- Fernandes, B. Amanda., & Braña, Diego. (2021). *Salud intestinal con el uso de ingredientes no convencionales*. <https://nutrinews.com/salud-intestinal-de-aves-y-cerdos-con-el-uso-de-ingredientes-no-convencionales/>
- Fronstin, R. B., Christians, J. K., & Williams, T. D. (2016). Experimental reduction of haematocrit affects reproductive performance in European starlings. *Functional Ecology*, 30(3), 398–409. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12511>
- Gálvez, M. C. F., Ramírez, B. G. F., & Osorio, J. H. (2009). El laboratorio clínico en hematología de aves exóticas. *Biosalud: Revista de Ciencias Básicas*, ISSN-e 1657-9550, Vol. 8, No. 1, 2009, 8(1), 18.
- García, G. S., Vazquez Mendoza, O. V., Gómez Verduzco, G., Avila González, E., & Naranjo Haro, V. D. (2025). Impacto del ácido guanidinoacético en el desempeño de gallinas ponedoras alimentadas con dietas reducidas en energía metabolizable. *Veterinaria*, ISSN 0376-4362, Vol. 61, No. Extra 1, 2025 (Ejemplar Dedicado a: 28.º Congreso Latinoamericano de Avicultura OVUM 2024), 61(1), 103.
- Gauthier, R. (2005). *La Salud Intestinal: Clave de la Productividad - El Caso de los Ácidos Orgánicos | Engormix*. Tomado de: https://www.engormix.com/avicultura/fitobioticos-avicultura/salud-intestinal-clave-productividad_a26193/
- Haq, Z., Rastogi, A., Sharma, R. K., & Khan, N. (2017). Advances in role of organic acids in poultry nutrition: A review. *Journal of Applied and Natural Science*, 9(4), 2152–2157. <https://doi.org/10.31018/jans.v9i4.1502>

- Hong, D., Chang, Liyun., LI, F. Wei., Yue, Q., Wang, H., Zhou, R., & Chen, Hui. (2021). Research Note: Effect of age on hematological parameter and reference intervals for commercial Lohmann silver layer. *Poultry Science*, 100(12). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101497>
- Hsieh, H. H., Yao, H., Ma, Y., Zhang, Y., Xiao, X., Stephens, H., Wajahat, N., Chung, S. S., Xu, L., Xu, J., Rampal, R. K., & Huang, L. J. shen. (2022). Epo-IGF1R cross talk expands stress-specific progenitors in regenerative erythropoiesis and myeloproliferative neoplasm. *Blood*, 140(22), 2371–2384. <https://doi.org/10.1182/blood.2022016741>,
- Iglesias, B., & Ramos, L. (2023). Dietas bajas en energía y proteína en aves de engorde. *NUTRINEWS LATAM*, 48–63.
- Iñiguez, H., Espinoza, B., & Galarza, M. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. *Alfa Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(14), 166–172. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.107>
- Iñiguez Heredia, F. A., Espinoza Bustamante, X. E., Galarza Molina, E. L., Iñiguez Heredia, F. A., Espinoza Bustamante, X. E., & Galarza Molina, E. L. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. *Alfa Revista de Investigación En Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(14), 166–172. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.107>
- Khondowe, P., Mutayoba, B., Muhairwa, A., & Phiri, E. (2021). Effects of heat stress and a low energy diet on blood parameters and liver hsp70 and iNOS gene expressions in local chickens. *Veterinary and Animal Science*, 14, 100221. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100221>
- Mani-López, E., García, H. S., & López-Malo, A. (2012). Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. *Food Research International*, 45(2), 713–721. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.04.043>
- Melkonian, E. A., & Schury, M. P. (2023). Biochemistry, Anaerobic Glycolysis. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546695/>
- Montalvo, A. C. Eduardo., Pasos Nájera, Francisco., & Hernández Trujillo, Ricardo. (2018). *TEJIDO SANGUÍNEO Y HEMATOPOYESIS*.
- Moss, A. F., Parkinson, G., Crowley, T. M., & Pesti, G. M. (2021). Alternatives to formulate laying hen diets beyond the traditional least-cost model. In *Journal of Applied Poultry Research* (Vol. 30, Issue 1). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2020.100137>
- Noblet, J., Wu, S. B., & Choct, M. (2022). Methodologies for energy evaluation of pig and poultry feeds: A review. *Animal Nutrition*, 8(1), 185–203. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2021.06.015>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). *Se proyecta que la población mundial alcanzará los 9.800 millones en 2050 y los 11.200 millones en 2100*.

<https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>

- Pablos-Tanarro, Alba., UTRILLA, C., ASTIZ, BLANCO. SUSANA., & FERNÁNDEZ-NOVO, AITOR. (2023). NUEVOS ADITIVOS en alimentación animal. *GANADERÍA*, 42–44. <https://doi.org/10.3390/pathogens12070874>
- Perera, W. N. U., & Ravindran, V. (2025). Role of feed additives in poultry nutrition: Historical, current and future perspectives. *Animal Feed Science and Technology*, 326, 116371. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2025.116371>
- Pérez-Mendoza, M., Ita-Pérez, D., & Díaz-Muñoz, M. (2012). Gluconeogénesis: Una visión contemporánea de una vía metabólica antigua. *Rev Educ Bioquímica.*, 31 (1), 10–20.
- Perrotta, C. H., Boeris, V., Alvarez, C., Viola, N., Savoy, J. P., Advinculo, S., & Antruejo, A. (2024). Efecto de acidificantes en la dieta de gallinas sobre la postura, conversión alimenticia, peso de huevo y calidad de cascara. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(4). <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n4-145>
- Powell, F. L. (2015). Respiration. *Sturkie's Avian Physiology: Sixth Edition*, 301–336. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-407160-5.00013-0>
- PREPEC. (2019). *SUPLEMENTO ENERGETICO PARA NUTRICION ANIMAL FICHA TECNICA CONTENIDO*.
- Quintanilla, M. C. M., Bugarín, O. T., Guerrero, J. H. M., León, T. G. D., Pacheco, J. M. S., & Solís, M. E. P. (2017). Relación heterófilo/linfocito, frecuencia espontánea de eritrocitos micronucleados y prolongaciones nucleares en el ganso nevado (*Chen caerulescens*): Una propuesta como posible biomonitor de estrés y genotóxicos ambientales. *Huitzil Revista Mexicana de Ornitología*, 18(1). <https://doi.org/10.28947/hrmo.2017.18.1.268>
- Quintuña, C. (2020). *Determinación de valores referenciales de reticulocitos, granulocitos (neutrófilos, eosinófilos y basófilos), monocitos y linfocitos en pollos de engorde (Gallus domesticus) en condiciones de altitud [Universidad Politécnica Salesiana]*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19130>
- Ruiz, M. F., Bonaldi, A., Aguirre, F. O., Marengo, R. E., Torrents, J., Cabaña, E. R., & Formentini, E. A. (2023). Valores de referencia de parámetros hematológicos en caprinos de la provincia de Santa Fe, Argentina. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 23.
- Sacristán, A. G., Gallego, J. G., Montijano, F. C., Silanes, M. D. M. L. de, Ruiz, G. M. S., Palomino, L. F. de la C., Sacristán, A. G., Gallego, J. G., Montijano, F. C., Silanes, M. D. M. L. de, Ruiz, G. M. S., & Palomino, L. F. de la C. (2018). Fisiología veterinaria. *Fisiología Veterinaria*, 307.
- Sahin, K., & Kucuk, O. (2001). Effects of vitamin C and vitamin E on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34 °C). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 85(11–12), 335–341. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2001.00339.x>

- Samour, J. (2016). *Medicina aviar* (3rd ed.). <https://www.sciencedirect.com/book/9780723438328/avian-medicine>
- Scanes, C. G. ., & Dridi, Sami. (2022). *17 sangre* (7th ed.). Academic Press, an imprint of Elsevier.
- Shimada, A. (2003). *Nutrición animal*. . Editorial Trillas. México.
- Smith, K. M., Karesh, W. B., Majluf, P., Paredes, R., Zavalaga, C., Reul, A. H., Stetter, M., Braselton, W. E., Puche, H., & Cook, R. A. (2008). Health evaluation of free-ranging Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*) in Peru. *Avian Diseases*, 52(1), 130–135. <https://doi.org/10.1637/8265-071007-reg>,
- Straková, e, Vecerék, V., Suchý, V., & Kresala, P. (2001). Análisis de glóbulos rojos y blancos en gallinas durante el período de puesta. *Revista Checa de Ciencia Animal*, 46 (9), 388–392.
- Tang, S. G. H., Sieo, C. C., Ramasamy, K., Saad, W. Z., Wong, H. K., & Ho, Y. W. (2017). Performance, biochemical and haematological responses, and relative organ weights of laying hens fed diets supplemented with prebiotic, probiotic and synbiotic. *BMC Veterinary Research*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12917-017-1160-y/tables/5>
- UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (UCM). (2015). *Sangre*. <https://www.ucm.es/gradovet/eritrocitos>
- Van Immerseel, F., De Buck, J., Pasmans, F., Huyghebaert, G., Haesebrouck, F., & Ducatelle, R. (2004). *Clostridium perfringens* in poultry: an emerging threat for animal and public health. *Avian Pathology: Journal of the W.V.P.A*, 33(6), 537–549. <https://doi.org/10.1080/03079450400013162>
- Vargas, R. Lily., Herrera, H. José., Morales, B. Eduardo., Suárez, O. M. Elena., González, A. Mariano., & García Bojalil, C. (2002). *Ácido cítrico y fitasa microbiana en el comportamiento productivo y excreción de fósforo, calcio y nitrógeno en gallinas de postura*. 40 (2), 169–180.
- Vieira, S. L., Oyarzabal, O. A., Freitas, D. M., Berres, J., Peña, J. E. M., Torres, C. A., & Coneglian, J. L. B. (2008). Performance of Broilers Fed Diets Supplemented with Sanguinarine-Like Alkaloids and Organic Acids. *Journal of Applied Poultry Research*, 17(1), 128–133. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00054>
- Vives, Y., Martínez-Pérez, M., Almeida, M., & Rodríguez Sánchez, B. (2020). Parámetros sanguíneos en pollos de ceba alimentados con harina del fruto de *Roystonea regia*. *Revista de Salud Animal*, 42 (2)(2).
- Yáñez, A., Coetzee, S. G., Olsson, A., Muench, D. E., Berman, B. P., Hazelett, D. J., Salomonis, N., Grimes, H. L., & Goodridge, H. S. (2017). Granulocyte-Monocyte Progenitors and Monocyte-Dendritic Cell Progenitors Independently Produce Functionally Distinct Monocytes. *Immunity*, 47(5), 890-902.e4. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2017.10.021>,

Yépez-Macias, P. F., Vásquez-Cortez, L. H., Alvarado-Vásquez, K. E., Vera-Chang, J. F., Vaca-Orbea, A. E., Intriago-Flor, F. G., Naga-Raju, M., Rivadeneira-Barcia, C. S., & Radice, M. (2023). Efecto del tratamiento (ácidos orgánicos) en agua de bebida durante la fase de engorde en pollos broiler. *Revista de Veterinaria y Zootecnia Amazónica*, 3(2), e571–e571. <https://doi.org/10.51252/revza.v3i2.571>