



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**MODALIDAD**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L*) SOBRE LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500”.**

**AUTORES:**

**CHIQUITO ARTEAGA BORIS ERICK**

**HIDALGO LOPEZ GEMA YISELLE**

**TUTOR:**

**SIXTO LEONARDO REYNA GALLEGOS – Ph.D.**

**SANTA ANA – MANABÍ – ECUADOR**

**2022**

**TEMA:**

“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L*) SOBRE LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500”.

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres, Uber Isaías Chiquito Delvalle y Sara Isabel Arteaga Tubay quienes, con su amor, paciencia y mucho esfuerzo me brindaron la oportunidad para cumplir este sueño. Gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes, incluyendo este.

Gracias mamá y papá. Los amo.

**Boris Erick Chiquito Arteaga**

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos maternos, Estrella Margarita Muñoz Chica y Cristóculo Eli López Chica, pilares fundamentales en mi vida, quienes además con su paciencia y amor me inculcaron valores y principios que me han formado como la persona que soy hoy en día. Estaré eternamente agradecida por todo el amor y paciencia que me han entregado durante toda mi vida, espero que la vida me permita retribuirles todo lo que han hecho por mí.

**Gema Yiselle Hidalgo López**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis hermanas, Erika Lisbeth, Jennifer Elizabeth y Keyla Yareth Chiquito Arteaga, quienes me brindaron apoyo moral, económico, y ese amor incondicional que hemos compartido toda la vida. ¡Gracias, este logro también es de ustedes!

A mi mejor amiga y compañera de Tesis, Gema Yiselle Hidalgo López, quien ha estado apoyándome en todo momento. ¡Gracias por tanto!

A mi querida amiga, María Fernanda Cedeño Cool, quien me recibió en su casa y me brindó su apoyo desde el primer día. ¡Gracias por confiar en mí!

A mis compañeros que formaron parte de mi vida Universitaria y a quienes hoy en día considero mis amigos: Melina Rosibel Reyes Calle, Gladys Estefanía Lucio Guerrero, Alicia Nathaly Sánchez Chulde, Jipson Joel Cedeño, Denilson Oswaldo Cedeño Rivas, Cristóbal Colón Intriago Toala, por obsequiarme algo tan valioso como su amistad y por haber formado parte del grupo de trabajo universitario en el cual logramos desenvolvemos muy bien juntos.

A mi tutor de tesis, Dr. Sixto Leonardo Reyna Gallegos, excelente docente de la facultad, gracias por guiarnos desde el principio de la carrera hasta el final de la misma.

A un docente muy estimado por mi persona, el Dr. Carlos Bulnes Goicochea que estuvo al pendiente de mi recorrido por las aulas, me apoyó y me brindó su amistad y cariño.

A todos los docentes que fueron parte de mi formación académica, en especial a: Víctor Montes, Gustavo Navarrete, Juan José Zambrano, Juan Cristóbal Pauta, Jonathan Proaño, Laura de la Cruz y Radami Zambrano, por compartir sus conocimientos y sabiduría a lo largo de mi camino como estudiante universitario, y un agradecimiento especial a quien ya no está con nosotros, quien fue un docente muy querido por mi persona, me apoyó y brindó palabras de aliento más de una ocasión, Dr. Romero de Armas. De igual manera un agradecimiento especial para don Francisco e Isabel Macías, quienes siempre estuvieron prestos a colaborar con las mejores intenciones.

**Boris Erick Chiquito Arteaga**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre, Cruz Mariana López Muñoz, por ser el principal sostén en mi formación académica. ¡Gracias mamá por tu amor incondicional!

A mi padre, Cristo Artemio Hidalgo Andrade, por el apoyo económico durante todo mi trayecto académico.

A mi esposo e hija, Jorge Marcelo Giler Intriago y Emma Victoria Giler Hidalgo; gracias por su infinito amor. ¡Son el principal motor de mi vida!

A mis hermanos, María Belén y Cristhian, por su apoyo moral, durante las diferentes etapas de mi vida. ¡Han sido los mejores compañeros de vida!

A cada una de las amistades que he forjado durante mi formación académica universitaria, sobre todo a: Boris Erick Chiquito Arteaga, María Fernanda Cedeño Cool, Alicia Nathaly Sánchez Chulde, Cristóbal Colón Intriago Tola, Jipson Joel Cedeño Cedeño, Melina Rosibel Reyes Calle & Denilson Oswaldo Cedeño Rivas, por ser un buen equipo de trabajo, y compartir siempre sus conocimientos.

A todos mis docentes, en especial a mi tutor de tesis, Dr. Sixto Leonado Reyna Gallegos, por su aporte en mi formación académica y en este trabajo, quien desde siempre me ha inspirado por su sabiduría, firmeza y la cordialidad que imparte a todos sus estudiantes. A los docentes; Carlos Bulnes Goicochea, Juan José Zambrano, Víctor Montes, Gustavo Navarrete, Juan Pauta Labanda, Radami Zambrano, Laura de la Cruz, Edis Macías, Pedroso Sosa, Jonathan Proaño, Elvis Robles, por compartir en las aulas su sabiduría, durante los últimos semestres de mi recorrido universitario como estudiante.

Asimismo, a aquellos docentes que me dieron la bienvenida en este recorrido dentro de la FCV; Eulalia Ibarra, Arnaldo del Toro, Daniel Burgos, Emir Ponce, Carlos Solórzano, Rolando Romero, Ronald Vera, Dania Feraud, Marina Zambrano, ¡sus enseñanzas sin duda alguna me prepararon para este momento!

Finalmente agradezco a Dios, padre celestial, por permitirme cumplir este logro en mi vida, y llenarme de fortaleza, durante este largo proceso de aprendizaje.

**Gema Yiselle Hidalgo López**

## **CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Sixto Leonardo Reyna Gallegos Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

**DOCENTE DE LA CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

Certifico:

Que el presente trabajo de titulación, con el tema: “EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L*) SOBRE LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500”, se corresponde con el trabajo original de titulación realizado por los egresados, Boris Erick Chiquito Arteaga y Gema Yiselle Hidalgo López, bajo mi dirección.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

---

Sixto Leonardo Reyna Gallegos Ph.D.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

# **CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y EVALUACIÓN**

## **TEMA:**

“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L*) SOBRE LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500”

## **TRABAJO DE TITULACIÓN:**

Sometida a consideración del tribunal de revisión y sustentación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR EL TRIBUNAL:**

---

Juan José Zambrano, Mg Sc.

**DECANO FCV**

---

Carlos Bulnes Goicochea, Ph.D.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Rodolfo Pedroso Sosa, Ph.D.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Maritza Barrera Valle, Ph.D.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR**

Boris Erick Chiquito Arteaga y Gema Yiselle Hidalgo López, nos declaramos responsables del contenido y los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación, denominado: “EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON HARINA DE CÁSCARA DE MANGO (*Mangifera indica L*) SOBRE LA FUNCIÓN Y ESTRUCTURA RENAL DE POLLOS DE ENGORDE COBB-500”, el cual consta de absoluta originalidad y autenticidad, con sus respectivas fuentes bibliográficas que indican la autoría de la información recolectada.

Autores:

---

Edgo. Boris Erick Chiquito Arteaga

C.I. 131426945-5

---

Egda. Gema Yiselle Hidalgo López

C.I. 131354374-4

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
ABREVIATURAS.....	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
II. ANTECEDENTES.....	6
III. JUSTIFICACIÓN.....	8
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
V. HIPÓTESIS.....	10
VI. OBJETIVOS.....	11
VII. MARCO REFERENCIAL.....	12
7.1. Pollos de engorde.....	12
7.2. Función y estructura renal.....	13
7.2.1. Anatomía del sistema urinario de los pollos.....	13
7.2.2. Funciones renales.....	20
7.3. Condiciones ambientales para la crianza de pollos de engorde.....	25
7.4. Uso de subproductos agrícolas en la industria avícola.....	26
7.5. El mango.....	27
7.6. La cáscara de mango y sus propiedades.....	28
7.6.1. La mangiferina y quercetina como antioxidantes y agentes nefroprotectores.....	29
VIII. METODOLOGÍA.....	30
8.1. Sitio de estudio.....	30
8.2. Tipo de estudio.....	30
8.3. Procedimiento.....	30
8.3.1. Aves y manejo en general.....	30
8.3.2. Medicamentos e insumos aplicados.....	31

8.3.3.	Alimentación .....	31
8.3.4.	Tratamiento .....	33
8.4.	Diseño experimental.....	33
8.5.	Sacrificio de las aves .....	34
8.6.	Variables medidas .....	34
8.6.1.	Temperatura y humedad relativa.....	34
8.6.2.	Bioquímica sérica.....	34
8.6.3.	Parámetros macroscópicos y microscópicos del riñón.....	34
8.7.	Análisis estadístico .....	35
IX.	RESULTADOS.....	36
9.1.	Temperatura y humedad relativa .....	36
9.2.	Bioquímica sérica .....	37
9.3.	Parámetros macroscópicos y microscópicos del riñón. ....	39
X.	DISCUSIÓN .....	41
10.1.	Temperatura y humedad .....	41
10.2.	Bioquímica sérica .....	41
10.3.	Parámetros macroscópicos y microscópicos evaluados en el riñón .....	44
XI.	CONCLUSIONES .....	46
XII.	RECOMENDACIONES .....	47
XIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	48
XIV.	ANEXOS .....	64

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pollos Cobb 500 .....	12
<b>Figura 2.</b> Riñones de pollo .....	13
<b>Figura 3.</b> Anatomía de un riñón .....	14
<b>Figura 4.</b> Lóbulo de drenaje donde se muestran túbulos colectores, conos medulares y vasos sanguíneos internos .....	15
<b>Figura 5.</b> Tipos de nefronas.....	16
<b>Figura 6.</b> Estructura microscópica del riñón. A. Corpúsculo renal. B y C: Túbulo proximal; D: Segmento delgado del asa de Henle; E y F: Túbulo distal; G: Túbulo colector.....	17
<b>Figura 7.</b> Micrografía electrónica de un glomérulo de pollo mostrando el surgimiento de la arteriola aferente de la arteria intralobular (X) y el arreglo de las asas capilares y la arteriola eferente.....	18
<b>Figura 8.</b> Vista ventral de un riñón de ave. (1) aorta; (2) vena cava caudal; (3) v. ilíaca común; (4) v. ilíaca externa; (5) v. Portal renal caudal; (6) v. ilíaca interna y (7) válvula portal renal .....	19
<b>Figura 9.</b> Filtración, secreción y reabsorción de sustancias en la nefrona .....	21
<b>Figura 10.</b> Heces normales de pollo con película blanca de ácido úrico .....	22
<b>Figura 11.</b> Valores de referencia en bioquímica sanguínea de pollos.....	24
<b>Figura 12.</b> Temperatura media en etapa experimental (28-56 días). .....	36
<b>Figura 13.</b> Humedad media en etapa experimental (28-56 días). .....	36

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Composición nutricional de frutos maduros de mango ( <i>Mangifera indica</i> L.) .....	27
<b>Tabla 2.</b> Perfil antioxidante de la cáscara de diferentes variedades de mango .....	28
<b>Tabla 3.</b> Referencia del contenido mineral de la fibra dietética de la cáscara de mango .....	28
<b>Tabla 4.</b> Formulación de balanceado de crecimiento 1 (9-18 días) y crecimiento 2 (19- 28 días). .....	32
<b>Tabla 5.</b> Formulación para balanceado final (a partir del día 29). .....	32
<b>Tabla 6.</b> Composición química de las dietas empleadas .....	33
<b>Tabla 7.</b> Distribución de las aves de acuerdo a los tratamientos. ....	34
<b>Tabla 8.</b> Concentración sérica de electrolitos en pollos, 56 días de edad. ....	37
<b>Tabla 9.</b> Indicadores bioquímicos de función renal en pollos. ....	38
<b>Tabla 10.</b> Morfometría renal .....	39
<b>Tabla 11.</b> Lesiones histológicas renales .....	40

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Cronograma de actividades. ....	64
<b>Anexo 2.</b> Presupuesto. ....	65
<b>Anexo 3.</b> Esquema del análisis de varianza. ....	66
<b>Anexo 4.</b> Descripción de los insumos empleados.....	66
<b>Anexo 5.</b> Lotización para el procesamiento de harina de mango. ....	67
<b>Anexo 6.</b> Análisis proximal de la harina de cáscara de mango. ....	68
<b>Anexo 7.</b> Ficha técnica de vacuna Gumboro. ....	69
<b>Anexo 8.</b> Ficha técnica de vacuna Newcastle+ Bronquitis.....	70
<b>Anexo 9.</b> Ficha técnica de multivitamínico VITAMAX. ....	71
<b>Anexo 10.</b> Fichas técnicas de multivitamínico ELECTRAVITE. ....	72
<b>Anexo 11.</b> Ficha técnica de expectorante empleado.....	73
<b>Anexo 12.</b> Fichas técnicas de antibióticos empleados (Fullxacina-12 y Gandexil). .	74
<b>Anexo 13.</b> Preparación de Harina de Cáscara de Mango.....	76
<b>Anexo 14.</b> Adecuación del galpón de crianza.....	77
<b>Anexo 15.</b> Determinaciones bioquímicas. ....	77
<b>Anexo 16.</b> Observación de placas histológicas del tejido renal en el microscopio. ..	79
<b>Anexo 17.</b> Mediciones del diámetro de los glomérulos.....	80

## RESUMEN

Se evaluó, en 168 pollos de engorde criados en condiciones de trópico, el efecto de la suplementación con harina de cáscara de mango (HCM) sobre la función renal, mediante el peso relativo del riñón, concentración sérica de electrolitos (sodio, potasio, cloro y calcio), urea, ácido úrico, creatinina, creatina quinasa (CK) y la estructura renal, mediante el análisis histopatológico de glomérulos, intersticio y túbulos renales. A los 28 días de edad, fueron distribuidos aleatoriamente en seis tratamientos con 4 repeticiones: T1 machos HCM 0%, T2 machos HCM 1%, T3 machos HCM 2%, T4 hembras HCM 0%, T5 hembras HCM 1% y T6 HCM 2%, generados al combinar los factores: sexo (S) y dosis de HCM (0%, 1% y 2%). Al cumplir 56 días de edad, y tras un ayuno de 10 horas, se sacrificaron 2 animales por repetición. Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizado un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x3, excepto para la concentración sérica de ácido úrico, creatina quinasa (CK) y peso relativo de riñón que fueron evaluados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y prueba exacta de Fisher para la comparación de lesiones histopatológicas entre pollos no suplementados y suplementados con HCM. Se observó que la concentración sérica de potasio (K) fue mayor en hembras y aves suplementadas con 2% de HCM ( $p < 0,05$ ), por su parte, el cloro (Cl), fue mayor en machos ( $p < 0,05$ ) y la interacción de S x HCM ( $p = 0,067$ ), evidencia la mayor concentración de Cl en machos suplementados, por el contrario, en las hembras suplementadas la menor concentración. Respecto a los niveles séricos de urea, fue mayor en hembras ( $p < 0,05$ ) y en aves no suplementadas ( $p < 0,1$ ). La interacción de S x HCM, en la urea ( $p < 0,05$ ) y ácido úrico ( $p < 0,1$ ), señalan a las hembras no suplementadas con la media más alta. En cuanto a creatinina, creatina quinasa (CK), peso relativo del riñón y diámetro de los glomérulos no se observó diferencias. Entre las lesiones evaluadas a nivel renal, se encontró mayor incidencia de nefritis intersticial en animales suplementados respecto a los no suplementados ( $p < 0,05$ ). Se concluye que la suplementación con HCM al 1 y 2%, mejora el perfil renal en las hembras, sin modificar el PR del riñón; La adición de HCM al 2% disminuyó el diámetro glomerular, sin atenuar la manifestación de lesiones histopatológicas, excepto nefritis tubular, en la que aumentó su frecuencia.

**Palabra claves:** pollos, trópico, riñones, mango, electrolitos.

## ABSTRACT

The effect of supplementation with mango peel meal (MCH) on renal function was evaluated in 168 broilers raised in tropical conditions, through relative kidney weight, serum concentration of electrolytes (sodium, potassium, chloride and calcium), urea, uric acid, creatinine, creatine kinase (CK) and renal structure, by histopathological analysis of glomeruli, interstitium and renal tubules. At 28 days of age, they were randomly distributed into six treatments with 4 replicates: T1 male HCM 0%, T2 male HCM 1%, T3 male HCM 2%, T4 female HCM 0%, T5 female HCM 1% and T6 HCM 2%, generated by combining the factors: sex (S) and HCM dose (0%, 1% and 2%). At 56 days of age, and after a 10-hour fast, 2 animals per replicate were sacrificed. The results were analyzed by analysis of variance (ANOVA), using a completely randomized design with a 2x3 factorial arrangement, except for serum uric acid concentration, creatine kinase (CK) and relative kidney weight, which were evaluated by the Kruskal-Wallis nonparametric test and Fisher's exact test for the comparison of histopathological lesions between unsupplemented and HCM-supplemented chickens. It was observed that the serum concentration of potassium (K) was higher in females and birds supplemented with 2% HCM ( $p < 0.05$ ), while chlorine (Cl) was higher in males ( $p < 0.05$ ) and the interaction of S x HCM ( $p = 0.067$ ), evidenced the higher concentration of Cl in supplemented males, on the contrary, in supplemented females the lower concentration. Regarding serum urea levels, it was higher in females ( $p < 0.05$ ) and in non-supplemented birds ( $p < 0.1$ ). The interaction of S x HCM, in urea ( $p < 0.05$ ) and uric acid ( $p < 0.1$ ), pointed to the non-supplemented females with the highest mean. No differences were observed in creatinine, creatine kinase (CK), relative kidney weight and glomeruli diameter. Among the lesions evaluated at the renal level, a higher incidence of interstitial nephritis was found in supplemented animals compared to non-supplemented animals ( $p < 0.05$ ). It is concluded that the supplementation with HCM at 1 and 2%, improves the renal profile in females, without modifying the PR of the kidney; the addition of HCM at 2% decreased the glomerular diameter, without attenuating the manifestation of histopathological lesions, except tubular nephritis, in which its frequency increased.

**Key words:** chickens, tropics, kidneys, mango, electrolytes.

## ABREVIATURAS

**BFG:** barrera de filtración glomerular

**BUN:** nitrógeno ureico en sangre

**CCl<sub>4</sub>:** tetracloruro de carbono

**CO<sub>2</sub>:** dióxido de carbono

**CK:** creatina quinasa

**DG:** diámetro glomerular

**ETZ:** estreptozotocina

**GABA:** ácido gamma amino butírico

**HCM:** harina de cáscara de mango

**HR:** humedad relativa

**LDL-c:** lipoproteínas de baja densidad

**MGF:** mangiferina

**NAC:** ácido acetilsalicílico

**PHC:** presión hidrostática de los capilares

**PR:** peso relativo

**ROS:** especies reactivas al oxígeno

**SOD:** superóxido dismutasa

**TFG:** tasa de filtración glomerular

## I. INTRODUCCIÓN

El sector avícola ha experimentado un importante crecimiento en las últimas tres décadas, tanto en la producción como en la comercialización. En 1990, Ecuador producía 50 millones de pollos de engorde (Tapia, 2015), para el 2019, alcanzó los 279,14 millones de aves, un incremento del 14% en relación al año 2018, con 243,57 millones de pollos de engorde (Olmedo, 2020). Según datos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en 1990 el consumo per cápita era de 7 kg de carne de pollo al año (Vargas, 2016), para el 2020 el consumo anual se situó en 28 kg/habitante aproximadamente (CONAVE 2021).

Por otro lado, los pollos en su primera semana de nacidos requieren de una temperatura aproximada de 30°C (86°F), mientras que a la edad de sacrificio se sentirán más confortables con temperaturas próximas a los 20°C (68°F), con humedad relativa (HR) de 60 a 70% (Pantoja, 2014), sin embargo, en las áreas tropicales y subtropicales los rangos de temperatura van de 35 a 37,8°C (95 a 100°F) (Sánchez, 2007; Donald, 2009). Así, la alteración del equilibrio homeostático del ave, causada por condiciones de temperatura ambiental y humedad alta, es definido como el estrés por calor, que supera la “zona de confort” o termoneutralidad del organismo.

El estrés calórico crónico ocasiona alcalosis, haciendo necesaria una mayor absorción de iones H<sup>+</sup>, compensada por una mayor excreción de potasio, con fuertes pérdidas del mismo. La disminución sanguínea de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), limita la obtención del ion bicarbonato, aumenta la excreción de orina, se incrementa el consumo de agua extendiendo las pérdidas de electrolitos, siendo los riñones uno de los tejidos más implicados en estos procesos (Estrada & Márquez, 2005).

Por otra parte, entre los alimentos con mayor tasa de desperdicios anuales en el mundo están las frutas y hortalizas, raíces y tubérculos (FAO, 2012). En el Ecuador se desperdician 939.000 toneladas métricas de alimentos por año, según datos de la FAO 2019, monto que equivale a 334 millones de dólares anuales, convirtiéndose así en uno de los países de América Latina con mayor desperdicio de alimentos, que ocurre durante las etapas de producción, postcosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos (EL UNIVERSO, 2020).

En cuanto al mango, uno de los inconvenientes de su procesamiento es el desperdicio de alrededor del 40% de materia prima, entre los cuales se incluyen las cáscaras (Sumaya *et al.*, 2012). De acuerdo a Jibaja (2014), las cáscaras de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y su grado de esterificación, mostrando un promedio 4.8% de proteína cruda, así como fibra dietaria con un excelente equilibrio entre fibra soluble (29%) e insoluble (27%). Además, de compuestos fenólicos (70 mg/g) que según Vega (2011), principalmente son mangiferina y catequina; carotenoides (violaxantina) y vitaminas (ácido ascórbico), entre otros compuestos bioactivos.

Estudios realizados por Cárdenas *et al.* (2015), sugieren que el consumo de compuestos bioactivos con potencial antioxidante, permitirían mitigar los procesos oxidativos que se originan por el estrés por calor, reportando que el tratamiento en ratas con carotenoides (como el licopeno) reduce los niveles de urea y creatinina. Por tanto, la suplementación con cáscara de mango, podría mejorar la función y estructura renal de los pollos de engorde criados en condiciones ambientales de estrés calórico, gracias a las propiedades antioxidantes que contiene la cáscara de esta. Así el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de la suplementación con harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) sobre la función y estructura renal en pollos de engorde criados en condiciones de trópico.

## II. ANTECEDENTES

Los países tropicales presentan una amplia diversidad de frutas y verduras, el mal manejo o desperdicio de estos subproductos pueden conducir a problemas ambientales, sin embargo, son ricos en compuestos bioactivos, con actividad antioxidante (Sugiharto *et al.*, 2018). La industria de los pollos de engorde ha evaluado distintos productos y subproductos, como la cáscara de banano, uva, granada, guayaba, cítricos, harina de yuca, alfalfa, espinaca, coliflor, mango (Azizi *et al.*, 2019; Sánchez *et al.*, 2017) y el tomate (Raza *et al.*, 2019). Diarra & Usman (2008), realizaron un estudio que sugiere que la sustitución del maíz por la harina de semilla de mango hervida, no tiene efectos adversos sobre los parámetros productivos de los pollos de engorde.

La industrialización del mango, genera como desperdicio entre 35 y 60% del peso total producido, estos desperdicios incluyen la cáscara y la semilla (Jahurul *et al.*, 2015). Entre los principales bioactivos de la cáscara de mango se destacan los polifenoles como mangiferina, quercetina y kaempferol; su concentración de polifenoles es 85 y 10 veces superior a la reportada en la pulpa y semillas, respectivamente. La cáscara de mango también es rica en isoprenoides,  $\alpha$ -tocoferol, luteína, antocianinas, vitaminas E y C (Ruales *et al.*, 2018).

De acuerdo a Ribeiro *et al.*, (2013), la empresa brasileña EMBRAPA, realizó un primer acercamiento como estrategia, para incorporar los residuos agroindustriales del mango (principalmente las cáscaras) en la alimentación animal, evidenciando que su inclusión como reemplazo del maíz, no modifica el consumo del alimento y el rendimiento productivo de ovejas. Así mismo, Carrasco (2020), reporta que la cáscara de mango es palatable para los rumiantes, en contraste con la semilla.

Por otro lado, Natal (2016), señala que la suplementación con jugo de mango en ratones, redujo la ganancia de peso, el índice de masa corporal, la grasa visceral, colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDLc) y niveles de glucemia en roedores alimentados con una dieta rica en grasas, en comparación de aquellas inducidas a obesidad y que no fueron suplementadas, atribuyéndose a la mangiferina (MGF) la reducción de trastornos metabólicos en modelos animales y humanos (Vladimirovma, 2016).

También Ayodele & Funmilayo (2013), examinaron en 120 pollos de engorde Anak, el reemplazo de maíz (al 0, 10, 20 y 30%) por semilla de mango tratado con calor seco, siendo los niveles de urea significativamente más altos en aves alimentadas con un reemplazo de maíz al 10 y 20%, lo que implica, una excreción ineficiente de urea del riñón, y a su vez sugiere que el reemplazo de maíz al 30% por el grano de mango no es perjudicial.

La quercetina es uno de los principales bioactivos de la cáscara de mango con capacidad antioxidante. Estudios realizados por Morales *et al.*, (2004), evaluaron la incorporación de la quercetina en la dieta de ratas que previamente fueron intoxicadas con cadmio, revelando que la administración de este bioactivo revierte las alteraciones producidas por cadmio en el tejido renal, por ende, este estudio sugiere que la quercetina tiene un efecto protector frente a la nefrotoxicidad producida por cadmio y que su propiedad antioxidante parece ser la responsable de esta acción protectora.

Finalmente, Ciangherotti (2013), menciona una mejoría en los marcadores de la función renal (nitrógeno ureico en sangre “BUN” y creatinina), en ratas inducidas a diabetes por estreptozotocina (ETZ), evidenciándose los efectos antioxidantes de los polifenoles como la mangiferina y la quercetina, asimismo este estudio sugiere que estos compuestos tienen acción nefroprotectora. Por otra parte, Prieto *et al.*, (2013), describe a la quercetina como un compuesto con efecto nociceptivo, ya que, diversos estudios demostraron activación del ácido gamma amino butírico (GABA) y serotonina, incrementando la producción de óxido nítrico, inhibiendo la producción de citoquinas e inhibición del estrés oxidativo.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación se justifica, puesto que la cáscara de mango tiene varios bioactivos, con capacidad antioxidante que, al incluirse en la dieta de los pollos de engorde, probablemente mitigue el efecto de estrés calórico que se genera en condiciones ambientales de trópico y que ocasiona pérdidas económicas para el sector avícola, debido a la susceptibilidad de las aves a elevadas temperaturas, pudiendo presentarse alteraciones orgánicas en la función y estructura renal.

En América Latina y el Caribe, las pérdidas por desperdicio en la producción de frutas y hortalizas representan un 55% de su producción. Sin embargo, estos productos podrían ser aprovechados y reutilizados como fuente de alimentos para el sector pecuario (Fajardo & Sangacha, 2020). Probablemente, un efecto favorable de la inclusión de subproductos en la alimentación animal, se traduzca en mayor productividad y reducción del uso de alimentos que también son consumidos por los humanos, lo cual representa una alternativa sustentable en la avicultura local. Finalmente, no existe información sobre el efecto de suplementación con harina de cáscara de mango en la estructura y función renal de pollos de engorde criados en condiciones ambientales de estrés calórico.

#### IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria avícola ha tenido un importante crecimiento en las últimas tres décadas, evidenciándose sus avances en la mejora de los parámetros productivos (Tapia, 2015). Sin embargo, la temperatura del trópico del Ecuador, que generalmente fluctúa entre 26 y 32 °C, incide negativamente sobre la respuesta productiva de los pollos de engorde, alterando el equilibrio electrolítico y procesos oxidativos (Estrada & Márquez, 2005).

Según indica Macari *et al.*, (2014), en virtud de las características ambientales que generalmente ocurren en las regiones tropicales, las aves pueden padecer alteraciones orgánicas y sistémicas como la disfunción renal y la pérdida del equilibrio ácido-base. Estudios realizados por Aengwanich & Simaraks (2004), evidenciaron edema y hemorragia generalizada en el riñón, especialmente en papilas renales, túbulos renales y cápsula suprarrenal en pollos de engorde sometidos a estrés calórico crónico, en condiciones de trópico.

En cuanto al desperdicio de frutas en regiones tropicales, una de las más abundante es el mango, que recientemente reporta un incremento en su producción nacional, siendo el Guayas la provincia de mayor producción, con una superficie aproximada de 7.700 hectáreas cultivadas (Fundación Mango del Ecuador, 2016). Según Burton *et al.*, (2018), la cáscara de mango, constituye alrededor del 18 y 20% de la fruta e integra compuestos fitoquímicos (ácidos fenólicos, mangiferina, carotenoides, galotaninos, enzimas, vitamina E y vitamina C) (Ajila *et al.*, 2010) que podrían ser beneficiosos para la salud de las aves, y mitigar los efectos ocasionados por las condiciones ambientales del trópico.

Finalmente, no existe información sobre los posibles beneficios que podría ejercer la suplementación de cáscara de mango sobre la función y estructura renal de pollos de engorde criados en condiciones ambientales de trópico, por tanto, esta investigación tiene como objetivo valorar el perfil renal al medir los niveles de electrolitos (sodio, cloro, potasio y calcio), urea, ácido úrico, creatinina y creatinina y analizar su estructura (en glomérulos, túbulos e intersticio), y planteando a su vez la siguiente interrogante: ¿Qué efecto tendrá la inclusión de harina de cáscara de mango sobre la función y estructura renal de pollos de engorde?

## **V. HIPÓTESIS**

La suplementación con harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) mejora la función y estructura renal de pollos de engorde Cobb-500 criados en condiciones de trópico.

## VI. OBJETIVOS

### 6.1. Objetivo general

- Establecer los efectos de la suplementación con harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) sobre la función y estructura renal en pollos de engorde criados en condiciones de trópico.

### 6.2. Objetivos específicos

- Analizar el perfil renal (electrolitos, urea, ácido úrico, creatinina y creatina quinasa) en pollos de engorde suplementados con harina de cáscara de mango.
- Evaluar el efecto de la suplementación con harina de cáscara de mango sobre: peso relativo de los riñones, y estructuras renales (glomérulos, túbulos e intersticio) de los pollos de engorde.

## VII. MARCO REFERENCIAL

### 7.1. Pollos de engorde

Los pollos de engorde para producción de carne (broilers), comenzaron a criarse en forma industrial primero en los Estados Unidos y luego en Europa, hace unos sesenta años. Antes de eso, la carne de pollo se consideraba simplemente un subproducto de la industria de huevos. En el Ecuador y sobre todo en la provincia de Manabí, es una actividad que se encuentra en pleno desarrollo (Intriago, 2015).

En la actualidad se ha experimentado la inclusión de varios subproductos en la dieta de los pollos de engorde, con propiedades antioxidantes que pueden o no ser beneficiosos para la salud renal de estas aves en situaciones de estrés. De acuerdo a Jabib *et al.* (2012), el estrés calórico deteriora la respuesta productiva del pollo de engorde y altera la fisiología del animal, además de disminuir su ritmo de crecimiento y la eficiencia alimenticia ocasionando, además, daños de diversos tejidos, incluido el renal.

**Figura 1.** Pollos Cobb 500



Fuente: (Donald, 2009).

## **7.2.Función y estructura renal**

### **7.2.1. Anatomía del sistema urinario de los pollos**

El sistema urinario de los pollos está formado por riñones y uréteres, cabe destacar que este sistema carece de vejiga urinaria, es decir que la orina se vierte directamente a la cloaca (Nogales, 2018).

#### **Riñones**

Son los órganos de mayor importancia en dicho sistema, éstos se presentan en forma par, caracterizados por simetría, se distinguen por su tonalidad especial demarcada por un color rojo oscuro, estructuralmente son alargados, tienen un límite macroscópico imperceptible entre corteza y médula (Frazier *et al.*, 1995) y se localizan ventrales a los huesos íleon y sinsacrum (Soto & Bert, 2010).

**Figura 2.** Riñones de pollo



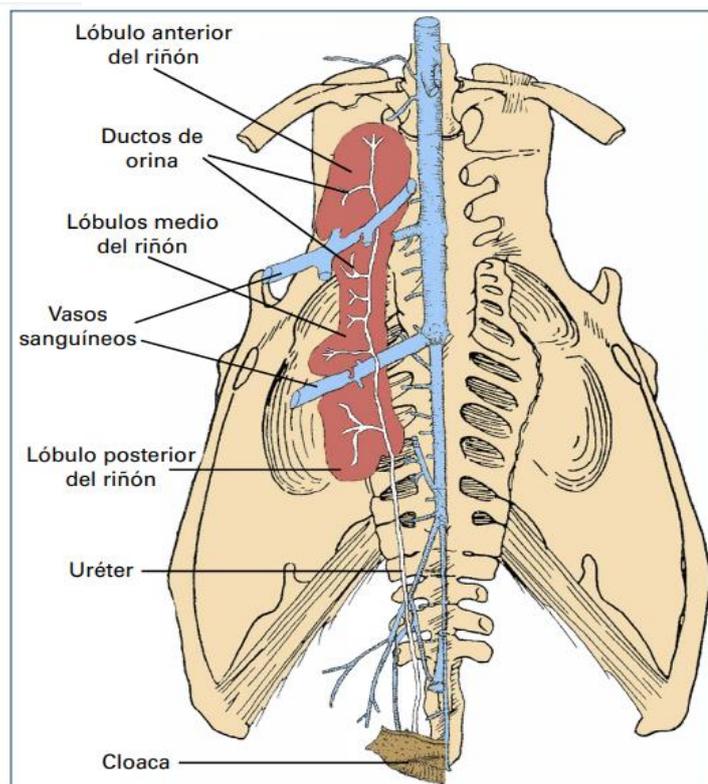
Fuente: (Soto & Bert, 2010).

Los pollos poseen riñones de tipo metanéfrico conocidos como riñones definitivos, caracterizados por tener un volumen y peso superior al de los mamíferos en relación al peso corporal, como unidad estructural poseen el lóbulo renal, presentan lóbulos irregulares que se adaptan con facilidad a las depresiones del sinsacrum (Sperandio, 2013), cabe destacar que cada riñón se encuentra dividido en tres lóbulos, caracterizados por la presencia de numerosos cálices renales (Ramírez *et al.*, 2019).

### Lóbulos renales

Como se mencionó anteriormente, cada riñón se divide en tres lóbulos conocidos como: lóbulo craneal (anterior), lóbulo medial y lóbulo caudal (posterior) como se muestra en la figura N°3, el lóbulo anterior posee una forma redonda, se extiende hacia adelante, donde logra limitar con el pulmón, por otro lado el lóbulo medial es más alargado, por último el lóbulo posterior se caracteriza por ser irregular y se encuentra más disperso, éste lóbulo prácticamente limita con el extremo anterior del sinsacrum (Martínez, 2010).

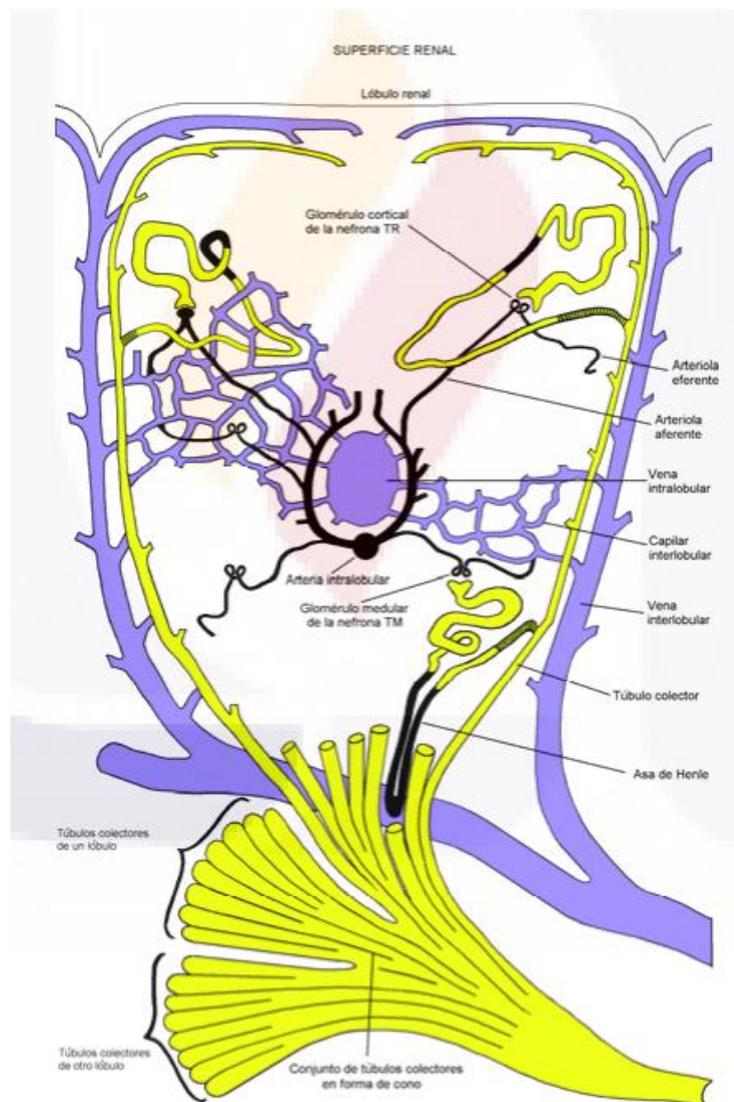
**Figura 3.** Anatomía de un riñón



Fuente: (Hy-Line, 2016).

Cada lóbulo se fracciona en lóbulos de drenaje, los cuales poseen una zona cortical ancha y una zona medular angosta en forma de cono, los lóbulos se enlazan mediante conos medulares en una misma rama secundaria del uréter, luego se unen a una rama ureteral primaria (túbulos colectores que se encargan de drenar la orina) (Martínez, 2010). La zona cortical de cada lóbulo se encuentra conformada por nefronas sólidas, además de vasos sanguíneos, túbulos de recolección inicial y mínimas cantidades de tejido intersticial (De Santiago, 2019).

**Figura 4.** Lóbulo de drenaje donde se muestran túbulos colectores, conos medulares y vasos sanguíneos internos

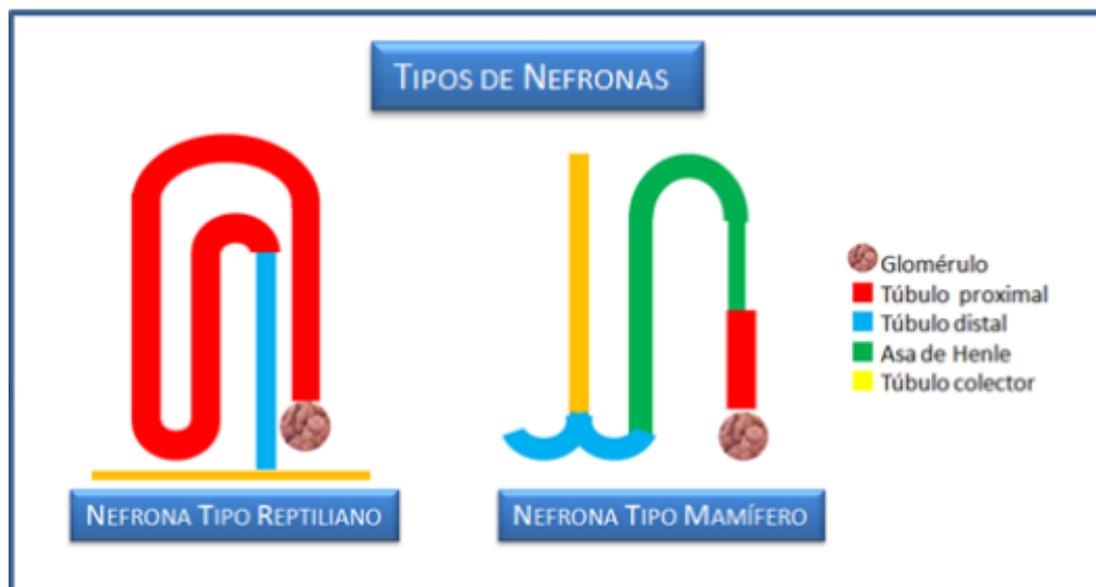


Fuente: (Martínez, 2010).

## Nefrona

Cada nefrona se compone de glomérulos, túbulo contorneado distal y proximal, en las aves existen dos tipos de nefronas: tipo reptiliano y tipo mamífero (figura n°5), las nefronas reptilianas como su nombre lo indica presentan similitud a las de los reptiles, pero contienen una estructura aún menos compleja, es decir, que tienen un túbulo proximal y distal, pero sin segmento intermedio (asa de Henle), su tamaño es reducido (28-35um), poseen un glomérulo sencillo, y al igual que las nefronas de reptiles, sus nefronas se unen al túbulo colector renal en ángulo recto, a diferencia de las nefronas mamíferas que presentan una asa Henle con gran longitud, sus túbulos distales son muy contorneados y se unen al túbulo colector en paralelo (Waxman *et al.*, 2017).

**Figura 5.** Tipos de nefronas



Fuente: (Waxman *et al.*, 2017).

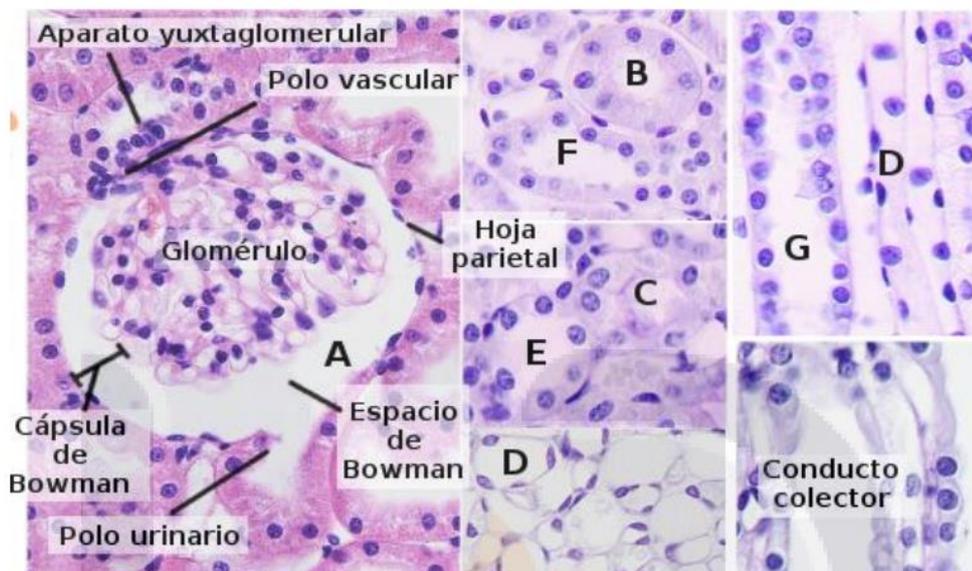
## Glomérulos

El glomérulo es un organelo encargado de filtrar la sangre, estos son dos o tres veces de menor tamaño a comparación de los de los mamíferos, y veinte y cincuenta veces más diversos debido al peso renal (Waxman *et al.*, 2017). Cada riñón cuenta con 20.000 a 30.000 glomérulos (Götzens, 2003).

Los glomérulos de las nefronas reptilianas están situados de forma superficial sobre el lóbulo, además son de menor tamaño a diferencia con los de las nefronas de

tipo mamífero, ambos se encuentran conformados por células de soporte conocidas como mesangio, asas capilares y epitelio parietal y visceral, entre estos últimos se encuentra el espacio de Bowman, el epitelio visceral se conforma de células irregulares, por su parte el epitelio parietal es escamoso. El aparato yuxttaglomerular permite que la arteriola aferente se contacte con el túbulo contorneado distal de la nefrona, esta zona se caracteriza por la presencia de un epitelio con células largas (De Santiago, 2019).

**Figura 6.** Estructura microscópica del riñón. A. Corpúsculo renal. B y C: Túbulo proximal; D: Segmento delgado del asa de Henle; E y F: Túbulo distal; G: Túbulo colector



Fuente: (De Santiago, 2019).

## Uréteres

Los uréteres se encargan de transportar la orina hasta una porción de la cloaca, éstos se presentan en par, en general cada riñón se conecta a un uréter, el cual se ramifica en tubos colectores, cada uréter se fracciona en una parte renal, que transcurre a lo largo del riñón y una parte pélvica, la cual transita desde el riñón hasta la cloaca (Sperandio, 2013).

La zona renal se establece en la división craneal, aproximándose hacia ventral, la parte renal restante ocupa un surco de la superficie ventral del riñón, por su parte la

zona pelviana se encuentra en un pliegue del peritoneo con el conducto genital del macho o con el conducto genital izquierdo de aves hembras (Martínez, 2010).

### **Irrigación sanguínea y sistema porta renal**

La circulación sanguínea del sistema renal tanto en aves como en reptiles, está basada en un esquema de doble irrigación, es decir que los riñones reciben tanto sangre arterial como venosa, los glomérulos de los riñones se irrigan a partir de apelotonamientos arteriales, cabe mencionar que este tipo de circulación arterial es limitada, a diferencia de los túbulos contorneados, que se abastecen de una fuerte irrigación sanguínea mediante las venas del sistema porta renal (Götzens, 2003).

Existen tres arterias renales que se encargan de irrigar los lóbulos, cada una es específica para los tres tipos de lóbulos existentes, a partir de la arteria anterior se irriga el lóbulo craneal, con sangre procedente de la arteria aorta, el lóbulo medio es irrigado a partir de ramas procedentes de la arteria femoral, mientras que el lóbulo caudal lo irriga la arteria isquiática o ilíaca externa, las arterias intralobulares se originan a partir de las ramas arteriales, se encuentran paralelas a las venas intralobulares en el centro del lóbulo renal, éstas se ramifican en arteriolas eferentes, que se unen a las ramas de la vena interlobular, dando lugar a la filtración glomerular, estas arteriolas vierten la sangre en una red capilar interlobular, que a la vez la drena en la vena intralobular del sistema venoso eferente (Martínez, 2010).

**Figura 7.** Micrografía electrónica de un glomérulo de pollo mostrando el surgimiento de la arteriola aferente de la arteria intralobular (X) y el arreglo de las asas capilares y la arteriola eferente



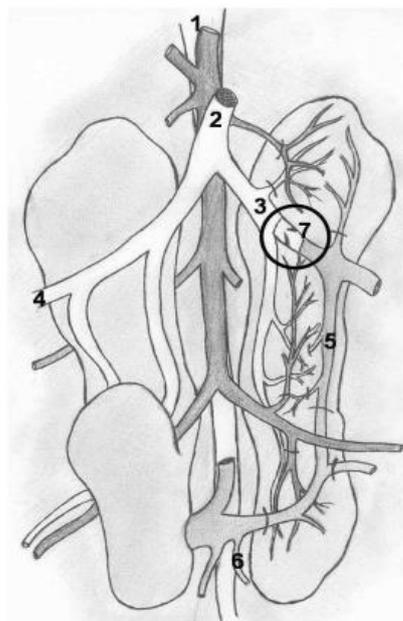
Fuente: (Martínez, 2010, tomado de Sturkie, 1986).

La sangre venosa aferente llega a los túbulos renales de los riñones mediante el sistema porta renal, el cual obtiene el flujo sanguíneo a partir de las venas isquiáticas, así como de las venas ilíacas externas, cumple la función de vascularizar los túbulos contorneados proximales (Waxman *et al.*, 2017), a su vez mediante secreción tubular provoca la eliminación de uratos, este sistema es el encargado de proporcionar dos tercios de la sangre total que recibe el riñón (Schmidt *et al.*, 2007).

Este sistema se compone de las venas: craneal y caudal, la conexión de varios vasos que transportan sangre venosa desde la región caudal del ave como las extremidades, la pelvis, la parte caudal intestinal y la columna vertebral generan la vena porta renal caudal, que al conectarse con la vena porta craneal forman un anillo venoso, que se sitúa ventralmente en el riñón (Martínez, 2010).

Toda la sangre venosa aferente originaria de las zonas caudales del cuerpo del pollo es conducida hasta las redes capilares (Soto & Bert, 2010), dentro de los capilares peritubulares se mezcla con sangre arteriolar eferente, originaria de los glomérulos, existe una válvula conocida como válvula porta renal, ubicada en el interior de la vena ilíaca común, la cual cumple el fin de regulación del flujo venoso dentro de los riñones (Bretz, 2015).

**Figura 8.** Vista ventral de un riñón de ave. (1) aorta; (2) vena cava caudal; (3) v. ilíaca común; (4) v. ilíaca externa; (5) v. Portal renal caudal; (6) v. ilíaca interna y (7) válvula portal renal



Fuente: (Hueza, 2008).

Esta válvula se compone de músculo liso, el cual presenta inervación simpática y parasimpática, cuando se produce la estimulación simpática, la válvula se relaja y redirecciona la sangre de la vena ilíaca común a la vena cava caudal, específicamente la conduce al corazón, sin que pase por el riñón, por otro lado, cuando se presencia la estimulación parasimpática, la válvula se cierra y provoca que la sangre venosa se conduzca hacia el tejido renal, en el cual se mezcla con la sangre procedente de arterias, este mecanismo hace que las aves tengan mejor capacidad para conservar el agua y para producir y excretar ácido úrico por medio de los túbulos renales (Speer, 2016).

### **7.2.2. Funciones renales**

Los riñones son órganos vitales para el ave, siendo fundamentales en la excreción, estos desempeñan las siguientes funciones: filtración, recuperación de los elementos utilizables de la orina mediante reabsorción y secreción, efectivamente por naturaleza se encargan de eliminar productos del metabolismo, como también tóxicos restantes y a la vez participan en la regulación del volumen de la sangre (Gürtler *et al.*, 1993), lo cual permite mantener la presión osmótica constante, el equilibrio ácido-base y la concentración de iones de hidrógeno en los fluidos corporales (Sperandio, 2013).

#### **Filtración glomerular**

Este proceso consiste en la filtración de la sangre de los capilares glomerulares hacia la cápsula de Bowman, mediante el cual se produce el ultrafiltrado del plasma, en donde se obtiene como producto agua y componentes del mismo, pero de reducido tamaño molecular (Klein, 2020). Cabe mencionar que los elementos que poseen un mediano o pequeño tamaño molecular, pueden atravesar las paredes capilares para dirigirse al interior de la cápsula, a diferencia de las de un peso molecular elevado, como las proteínas, las cuales en condiciones normales no son capaces de atravesarlas (Soto & Bert, 2010).

La filtración glomerular está en dependencia de la presión hidrostática de los capilares glomerulares (PHC), ésta garantiza que se produzca una actividad funcional idónea de los riñones, ya que es la encargada de empujar la sangre contra la barrera de filtración glomerular (BFG), es decir que si se mantiene la presión sanguínea de los capilares glomerulares, se lleva a cabo el proceso de filtración, ya que esto provoca la salida de agua y solutos del plasma mediante la BFG, es importante que la PHC no

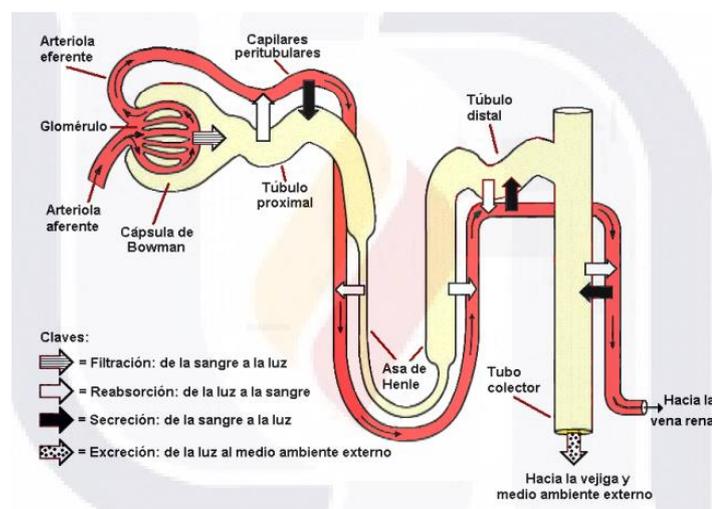
presente grandes variaciones con el fin de que se mantenga una filtración glomerular constante (Rukavina, 2017).

### Reabsorción y secreción tubular

Luego dicho filtrado se modifica fuertemente, mediante la reabsorción específica de elementos importantes, que pueden ser reaprovechados por el organismo, como electrolitos, agua, aminoácidos y glucosa, a continuación, se produce el proceso de secreción, que consiste en que todas las sustancias que no pudieron ser filtradas se dirigen desde los capilares hasta los túbulos del riñón, las cuales son eliminadas como productos de residuos. Mediante el proceso de excreción, no existe cambio alguno en la composición del plasma sanguíneo, es decir que éste se mantiene dentro de las normas fisiológicas, de tal manera que la función del riñón consiste en mantener el medio interno u homeostasis (Carpio, 2017).

Durante estos procesos el desplazamiento pasivo de sustancias, se encuentra en dependencia de la permeabilidad de las membranas celulares, además es imprescindible que estén en dirección a favor de un gradiente de concentración, ya que al darse lo contrario, las células tubulares usarían energía metabólica ocasionando gradientes osmóticos, con la presencia de movimientos de agua y solutos en distintas direcciones, en el túbulo proximal, el asa de Henle y el segmento distal es donde se produce la concentración del fluido tubular y la secreción de las sustancias que no se filtraron en el glomérulo (Martínez, 2010).

**Figura 9.** Filtración, secreción y reabsorción de sustancias en la nefrona



Fuente: (Martínez, 2010, tomado de Martínez, 2003).

## **pH urinario y orina**

Generalmente la orina en pollos es ácida, presentando un pH urinario variable que oscila entre 6,22 hasta 6,7 (Metz & Monserrat, 1969), esto se relaciona con la disminuida capacidad de eliminación de bicarbonato mediante la orina que tienen las aves, con el propósito de reducir la alta producción de ácidos orgánicos, y lograr un equilibrio en el organismo, por tanto, la orina es dos veces más concentrada que el plasma, debido a la mínima cantidad de nefronas que presentan asa de Henle (Waxman *et al.*, 2017).

Como se mencionó anteriormente la orina de las aves tiene su inicio en los glomérulos, luego es transportada mediante la nefrona hasta los conductos colectores y uréteres, cabe destacar que el tubo colector es quien concentra principalmente la orina al absorber el 90% del agua (Klein, 2020). Posteriormente la orina es impulsada al urodeo, gracias al movimiento peristáltico ureteral, una vez en dicho sitio, se manifiestan ondas antiperistálticas, que generan un reflujo de la orina con dirección al intestino grueso (Soto & Bert, 2010), donde se produce mayor extracción de agua, y finalmente se excreta un producto mixto urinofecal mediante la cloaca (Bojorge, 2018).

Las aves tienen la particularidad de excretar la orina en forma semisólida (Sperandio, 2013), es decir, ésta se divide en uratos (producto del metabolismo del nitrógeno), que se observan como un precipitado blancuzco y cremoso y orina propiamente dicha (Silva, 2020), por ende, los pollos al tener capacidad limitada para concentrar orina, tienen un estado fisiológico con menor dependencia del agua, a diferencia de los mamíferos (Gasparotto *et al.*, 2011).

**Figura 10.** Heces normales de pollo con película blanca de ácido úrico



Fuente: (Sperandio, 2013).

Naturalmente en la orina de los pollos, se sintetiza en mayor medida ácido úrico frente a urea, así como creatina frente a creatinina a diferencia de los mamíferos, los pollos excretan creatina por la orina en mayor proporción, por lo tanto cuando existe algún tipo de alteración respecto a la fisiología del ave, a pesar que el parámetro más utilizado para diagnosticar un problema renal es el ácido úrico, también se puede evaluar el nivel de creatina para obtener un mejor diagnóstico (Rodríguez *et al.*, 2017).

En las aves existe escasa evidencia enfocada sobre los cambios fisiopatológicos en el riñón debido al estrés calórico (Huang *et al.*, 2016). Otra función principal del riñón es la regulación del equilibrio ácido-base para mantener así mismo el equilibrio de los electrolitos, de este modo los niveles alterados de Na, Cl, K, BUN y creatinina están correlacionados con la función renal, siendo generalmente usados para medir el daño de este órgano (Lunn & Mcguirk, 1990; Koeppen, 2009; Shiojiy *et al.*, 2016).

Los parámetros bioquímicos brindan un enfoque del estado de salud de las aves y ayudan en el diagnóstico de enfermedades (Enam *et al.*, 2018), siendo a su vez condicionados por la edad, el sexo, la estación, la región geográfica, la nutrición y las condiciones fisiológicas (Kokore *et al.*, 2021). Según Oladele (2009), el conocimiento de los valores de referencia típicos es concluyente para distinguir entre condiciones normales de anormales.

### **Electrolitos**

El equilibrio ácido-base está directamente relacionado con los electrolitos ingeridos por las aves, y el equilibrio de estos influye en el crecimiento, el apetito, el desarrollo óseo, la respuesta al estrés por calor y en el metabolismo de ciertos nutrientes, como aminoácidos, minerales y vitaminas, por tanto, los cambios de pH en sangre alteran la bioquímica y fisiología de las membranas celulares (Medeiros *et al.*, 2004)

El efecto de alteraciones renales sobre los electrolitos plasmáticos está poco estudiado en aves (Harrison & Lighthfoot, 2005). Estudios en pollos de engorde han reportado principalmente una reducción en los niveles plasmáticos de K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> debido al estrés por calor, probablemente como consecuencia de hemodilución luego de un elevado consumo de agua (Borges *et al.*, 2004).

De acuerdo a Eaton *et al.* (2009), las glándulas suprarrenales regulan la secreción de aldosterona y a su vez juegan un papel importante en el equilibrio de electrolitos, por tanto, cuando disminuye el Na sérico, disminuye el volumen sanguíneo lo que a su vez estimula el sistema renina-angiotensina-aldosterona, aumentando la secreción renal de K.

### Ácido úrico

El ácido úrico se sintetiza principalmente en hígado y riñones, pero se secreta a nivel tubular en un 90% para ser excretado, este constituye entre 60 a 80% del total de nitrógeno que se excreta en la orina, los niveles normales de este parámetro en pollos jóvenes oscilan entre 1 a 2 mg/dL, por otro lado en aves de postura pueden presentarse entre 2 a 7 mg/dL, en caso de obtener un valor elevado en la concentración plasmática de ácido úrico, esto puede ser atribuido a problemas renales debido a mico toxinas, o por deficiencia de vitamina A (Wittwer, 2021).

### Urea

En los pollos a diferencia del ácido úrico, la urea es un parámetro que presenta un reducido valor diagnóstico, No obstante, al eliminarse mediante filtración glomerular puede servir para evaluar la azotemia prerrenal, teniendo en cuenta el nivel de hidratación del ave, por lo tanto, puede ser de utilidad para evaluar la disminuida perfusión arterial del riñón (Schmidt *et al.*, 2007). Cabe destacar que los pollos la producen en mínimas cantidades, por lo general presentan entre 1 a 2 mg/dL (Styles & Phalen, 1998).

**Figura 11.** Valores de referencia en bioquímica sanguínea de pollos

Parámetro	Unidad	Valor
K	1,7 - 4,2	mmol/L
Na	139 - 155	mmol/L
Cl	108 - 124	mmol/L
Ca	8,1 - 12	mg/dL
Fuente: (Simarak <i>et al.</i> , 2004)		
Urea	4,38 - 5,64	mg/dL
Ácido Úrico	2,94 - 16,69	mg/dL
Fuente: (Samour, 2010)		

## **Creatina y creatinina plasmática**

La creatinina es un producto final del metabolismo de la creatina y el músculo esquelético la exporta continuamente a la sangre (Eaton & Pooler, 2009). En vista de que la creatina se excreta mediante la orina, sin conseguir transformarse en creatinina, no se considera un parámetro de gran utilidad en la evaluación del funcionamiento renal, por lo tanto la creatinina tiene poco valor diagnóstico en las aves, es una prueba con baja sensibilidad, porque la creatina es excretada por los riñones antes de ser convertida en creatinina en casos de patologías renales comprometedoras el valor de creatinina aumenta considerablemente, principalmente si disminuye la tasa de filtración glomerular (Waxman *et al.*, 2017).

### **7.3. Condiciones ambientales para la crianza de pollos de engorde**

En las distintas etapas de desarrollo del ave, este debe mantener una zona de confort ambiental adecuada (Donald, 2009), es decir; la temperatura debe oscilar entre los 18 a 22 °C en la etapa de engorde (De Basilio, 2019), cuyo nivel de temperatura no puede superar el rango de 1 a 1.5°C, por encima del nivel idóneo, el brindar a los pollos una temperatura óptima, acompañado de un manejo correcto, consumo de agua y alimento, permite que el ave aumente de peso, exista mayor aprovechamiento productivo y mejor rendimiento económico (Donald, 2009).

A su vez, Donald (2009) señala, que los pollos de engorde convierten el alimento en carne de manera más eficiente cuando se mantienen constantemente las condiciones de temperatura, el cual es el elemento más crítico, es así que, durante la etapa de crianza, incluso el enfriamiento a corto plazo puede afectar el rendimiento de las aves.

### **Estrés calórico**

En la avicultura el estrés calórico representa un gran desafío para la rentabilidad de la granja y el bienestar de los pollos, por lo cual los productores tienen que estar atentos a la gestión y el mantenimiento de las temperaturas internas del galpón sobre todo en las últimas semanas de los pollos de engorde criados en zonas cálidas, en donde se exponen a condiciones de estrés calórico debido a las altas temperaturas ambientales y alta humedad relativa (Lara & Rostagno, 2013; Nyoni *et al.*, 2019).

El estrés calórico presente en los pollos de engordes puede ser agudo o crónico, dependiendo de las condiciones ambientales, cuando la temperatura está por encima de los 26°C en un tiempo corto se denomina estrés crónico y cuando supera los 36°C en un periodo prolongado se lo conoce como estrés agudo, siendo la etapa más crítica en la última fase productiva del pollo (De Basilio, 2019).

Lisboa (2012) menciona que cuando la temperatura alcanza los 36°C genera efectos negativos en el consumo de alimentos, llegando a presentarse un 20% de mortalidad aproximadamente. De Basilio (2019), sostiene que la temperatura corporal elevada en el ave puede generar muerte por golpe de calor, lo que conlleva a fallos cardíacos, relacionados con disturbios neurorrespiratorios, producir hipoxia crónica, debido al desequilibrio ácido-básico.

Además, los elevados niveles de temperatura ambiental influyen en el consumo de alimento entre hembras y machos, sin embargo, las hembras restringen el consumo en las horas más calurosas del día, voluntariamente (De Basilio *et al.*, 2010). Por otro lado, las temperaturas ambientales altas cambian el funcionamiento del sistema neuroendocrino del ave, activando el eje hipotalámico-pituitario-adrenal, lo que altera las concentraciones plasmáticas de corticosterona del pollo (Geraert *et al.*, 1996). Entre otros, efectos de estrés por calor se destacan los siguientes: limitación de la síntesis proteica a nivel muscular, reducción de la síntesis proteica y desequilibrio del balance energético del ave (Olfati *et al.*, 2018).

#### **7.4. Uso de subproductos agrícolas en la industria avícola**

Los subproductos de aplicaciones industriales y agrícolas, que incluyen desechos de frutas y residuos agrícolas han recibido mucha atención recientemente. Esta popularidad se atribuye a que los productos vegetales producen metabolitos secundarios esenciales, conocidos por ser altamente beneficiosos para la salud animal, particularmente en la industria ganadera y avícola. Además de esto, se sabe que los desechos de frutas y verduras poseen una gran cantidad de fitoquímicos antioxidantes, que incluyen vitaminas C y E, carotenoides y polifenoles, entre otros compuestos bioactivos que contribuyen positivamente en la salud de animales de producción bajo condiciones de estrés (Achilonu *et al.*, 2018).

## 7.5.El mango

El mango es una fuente importante de macronutrientes como carbohidratos, lípidos y ácidos grasos, proteínas y aminoácidos y ácidos orgánicos. Asimismo, esta fruta posee micronutrientes como vitaminas y minerales (Maldonado *et al.*, 2019). De acuerdo a Corrales *et al.*, (2014), el mango (*Mangifera indica*) es una fruta tropical, fuente de carotenoides, ácido ascórbico y polifenoles que le confieren capacidad antioxidante, por tanto, es considerado como una de las frutas tropicales más importantes del mundo en términos de producción. Según Carrasco (2020), la producción mundial de mango en las regiones tropicales ronda en los 40 millones de toneladas por año, de los cuales, solo el 3% se exporta hacia otros países, mientras que el 97% restante queda para el consumo local.

**Tabla 1.** Composición nutricional de frutos maduros de mango (*Mangifera indica* L.)

<b>Componentes en 100g</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>
Agua (g)	78,90	82,80
Cenizas (g)	0,34	0,52
Lípidos totales (g)	0,30	0,53
Proteínas totales (g)	0,36	0,40
Carbohidratos totales (g)	16,20	17,18
Fibra dietaría total (g)	0,85	1,06
Energy (kcal)	62,10	190,00
<b><u>Minerales (mg)</u></b>		
Calcio	7,00	16,00
Hierro	0,09	0,41
Magnesio	8,00	19,00
Fósforo	10,00	18,00
Potasio	120,00	211,00
Sodio	0,00	3,00
<b><u>Vitaminas (mg)</u></b>		
Ácido ascórbico	13,2	92,8
Tiamina	0,01	0,04
Riboflavina	0,02	0,07
Niacina	0,20	1,31
Ácido Pantoténico	0,16	0,24
Piridoxina	0,05	0,16
Vitamina E	0,79	1,02

Fuente: (Maldonado *et al.*, 2019).

## 7.6. La cáscara de mango y sus propiedades

De acuerdo a Cañas *et al.*, (2011), la cáscara del mango constituye alrededor del 15 al 20% de la fruta, con contenidos de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética. Asimismo, sugiere Sumaya *et al.* (2012), que el mango es un desecho rico en antioxidantes, siendo una fuente alta en fitoquímicos, vitamina C y E, además menciona que la cáscara de mango contiene una mayor cantidad de polifenoles que la pulpa, como la quercetina y mangiferina.

Por otro lado, las cáscaras de diferentes variedades de mango contienen pectina de alta calidad, por su importante concentración en ácido galacturónico y su grado de esterificación, así como fibra dietaria con un excelente equilibrio entre fibra soluble e insoluble (Sudhakar & Maini, 2000; Schieber *et al.*, 2003); se ha evidenciado que la cáscaras de mango criollo presentan en promedio 4,8% de proteína cruda, 29% de fibra dietética soluble y 27% de fibra dietética insoluble (Sumaya *et al.*, 2012).

**Tabla 2.** Perfil antioxidante de la cáscara de diferentes variedades de mango

Compuestos mg/100g	Variedad de cáscaras de mango		
	Tommy Atkins	Keitt	Criollo
Fenoles totales (mg)	3587,71± 100,46	4671,02 ±162,74	243,56± 0,15
Antocianinas (mg)	19,329± 3,05	16,026± 0,73	33,275± 6,07
Carotenoides (mg)	17,397± 0,75	19,200± 1,36	17,623± 0,77
Licopeno (mg)	1,828± 0,05	1,946± 0,12	1,837± 0,14
Ácido ascórbico (mg)	332,967± 28,73	338,095± 21,48	512,637± 59,97

Fuente: (Serna *et al.*, 2015; Serna & Torres, 2015; Calva *et al.*, 2020).

**Tabla 3.** Referencia del contenido mineral de la fibra dietética de la cáscara de mango

Minerales	Concentración (mg/kg)	
	$\bar{x}$	S <sub>x</sub>
Calcio	4445,00	405,00
Potasio	2910,00	374,00
Magnesio	950,00	47,00
Sodio	638,00	45,00
Hierro	175,00	11,00
Zinc	32,50	5,00

Fuente: (Larrauri *et al.*, 1996; Serna *et al.*, 2015)

### **7.6.1. La mangiferina y quercetina como antioxidantes y agentes nefroprotectores de la cáscara de mango.**

Según menciona, Ciangherotti (2013), se han obtenido resultados positivos en ratas con diabetes inducida por la estreptozotocina (ETZ), evidenciándose los efectos antioxidantes de los polifenoles, al incluir la mangiferina, el galato de epigallocatequina, la quercetina y la luteolina, que a su vez tienen acciones nefroprotectoras, siendo capaces de inhibir la alteración de los marcadores del daño renal.

La quercetina es un antioxidante natural presente en gran variedad de alimentos, actúa como protector frente a las especies reactivas de oxígeno mediante la neutralización de radicales libres, a su vez, posee un efecto nociceptivo, en diversos estudios se observó una activación del GABA y de serotonina, incrementando la producción de óxido nítrico, inhibiendo la producción de citoquinas e inhibición del estrés oxidativo. Por otra parte, hay evidencia experimental que sugiere que la quercetina podría ser un buen candidato como protector frente a la nefrotoxicidad (Prieto *et al.*, 2013).

## VIII. METODOLOGÍA

### 8.1. Sitio de estudio

El presente estudio se desarrolló en los galpones del Centro Experimental de Medicina Veterinaria-Fase 1, ubicados en el Km. 14 Vía Santa Ana, parroquia Lodana, Manabí, extensión perteneciente a la Universidad Técnica De Manabí.

### 8.2. Tipo de estudio

El estudio se realizó bajo la modalidad investigativa de tipo experimental, en el cual se evaluó la inclusión dietética de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) sobre los indicadores de la función renal (electrolitos, urea, ácido úrico, creatinina, creatina-quinasa), además de la estructura renal de pollos parrilleros de la línea Cobb 500, criados en condiciones de trópico.

### 8.3. Procedimiento

#### 8.3.1. Aves y manejo en general

Previamente a la llegada de los pollos para el experimento, se realizó el proceso de lavado y desinfección, del galpón y equipos. Para ello, primero se usó agua y jabón neutro para el lavado de estructuras internas-externas y equipos; y un fenol a base de cresol para la desinfección de las infraestructuras y equipos del galpón (Biosentry x-185). Posteriormente, se colocó hidróxido de calcio (Cal) en el área del piso del galpón, para complementar el proceso de desinfección. Luego se colocaron las camas (tamocascarilla de arroz), con una altura de aproximadamente 10 cm; un día antes, del arribo de los pollitos, se adecuó el área de recepción con cortinas (internas y externas), calefactores e iluminación artificial.

Se adquirieron 300 pollitos de 0 días de edad, de un peso promedio de  $46,77 \pm 2,02$  g (línea Cobb 500), obtenidos del comercio local (AGRIPAC). Las aves fueron vacunadas con el siguiente plan de vacunación: Newcastle + Bronquitis al día 7 y refuerzo al día 28 y contra Gumboro al día 10 y el refuerzo al día 21. Se suministró agua y alimento *ad libitum* durante todo el periodo de crianza (desde el día 0 al 56). En la primera semana se suministró balanceado comercial, mientras para las semanas posteriores se elaboró el alimento balanceado *ver Tabla 1. (Formulación de balanceado de crecimiento)*. Se proporcionó 23 horas de luz y 1 hora de oscuridad,

para conseguirlo durante el día las aves tuvieron 12 horas de luz natural (de 06h30 a 18h30), 11 horas luz artificial (de 19h30 a 06h30) y 1 hora de oscuridad (18h30 a 19h30); así como ventilación adecuada y otras medidas de manejo, para ofrecer un adecuado confort a los pollos de engorde. Alrededor de los 28 días de edad se distribuyeron las aves a los respectivos tratamientos; debido a que se disponía de menos machos que hembras, se procedió a ajustar el experimento y ejecutarlo con 168 aves, las cuales fueron alojadas en cuartones (7 aves/m<sup>2</sup>) y distribuidas así en las diferentes repeticiones en función del sexo.

### 8.3.2. Medicamentos e insumos aplicados

- ✓ Azúcar Comercial: 4g/lt de agua; como energizante durante los primeros días de vida.
- ✓ Enrofloxacina- GANADEXIL 10% Y FULLXACINA- 12: 0,5 ml/lt por 3 días como antibiótico, frente a problemas respiratorios.
- ✓ Estimulante inmunológico ADISAFE; ácido orgánico aplicado en dosis de 0,25ml/lt de agua.
- ✓ Multivitamínicos VITAMAX/ ELECTRAVITE: 2 gr/lt durante los primeros días de vida, antes, durante y después de las vacunaciones.
- ✓ Mucolítico BROMEXIN-12: 0,5 ml/lt por 3 días como tratamiento en problemas respiratorios.
- ✓ Vacuna Gumboro, GUMBO-VAC: 1 gota aplicada vía ocular, durante el día 10 y refuerzo al día 21.
- ✓ Vacuna Newcastle + Bronquitis BIO-AVI-BRON-VACB1: 1 gota aplicada vía ocular, durante el día 7 y refuerzo al día 28.

### 8.3.3. Alimentación

Durante los primeros 14 días de crianza de los pollos de engorde se suministró alimento comercial de AGRIPAC “Alcón”. Mientras, el alimento balanceado (*dieta-control y experimentales HCM*), para los próximos días se elaboró respetando las condiciones isocalóricas e isoproteicas, teniendo como compuestos base el maíz y la soya, la formulación empleada está descrita en la *Tabla 1* y *2*. Todos los individuos recibieron el alimento balanceado que correspondía según su etapa. Al cumplir 28 días de edad, los pollos recibieron el alimento correspondiente a cada tratamiento.

**Tabla 4.** Formulación de balanceado de crecimiento 1 (9-18 días) y crecimiento 2 (19-28 días).

<i>Insumos</i>	<i>Crecimiento 1 (%)</i>	<i>Crecimiento 2 (%)</i>
<i>Maíz</i>	63.45	68.65
<i>Soya 48%</i>	30	25.8
<i>Aceite de palma</i>	2.5	2
<i>Carbonato de calcio</i>	1.2	1
<i>Fosfato bicálcico</i>	2	1.5
<i>Metionina</i>	0.15	0.15
<i>Lisina</i>	0.2	0.2
<i>Premezcla</i>	0.2	0.2
<i>Cloruro de sodio</i>	0.3	0.3
<i>Antifúngico</i>	0	0.2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla 5.** Formulación para balanceado final (a partir del día 29).

<i>Insumos</i>	<i>Control (%)</i>	<i>HCM (1%)</i>	<i>HCM (2%)</i>
<i>Maíz</i>	72.45	70.15	68.45
<i>Soya 48%</i>	22.5	23	23
<i>Aceite de palma</i>	1.5	2.3	3
<i>Carbonato de calcio</i>	1	1	1
<i>Fosfato bicálcico</i>	1.5	1.5	1.5
<i>Metionina</i>	0.15	0.15	0.15
<i>Lisina</i>	0.2	0.2	0.2
<i>Premezcla</i>	0.2	0.2	0.2
<i>Cloruro de sodio</i>	0.3	0.3	0.3
<i>Antifúngico</i>	0.2	0.2	0.2
<i>HCM</i>	0	1	2
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Para la elaboración de la harina de cáscara de mango (HCM) se adquirieron mangos de la variedad “Edward (Ed)”. La cáscara de estos mangos fue sometida al lavado con hipoclorito de sodio (Clorox) con una concentración del 4% en 5 litros de agua, durante 5 minutos tal cual sugiere (OIRSA, 2020), seguido del enjuague con agua por 2 minutos. Posteriormente, la cáscara de mango se deshidrató a una temperatura de 60°C durante cinco días, en los laboratorios de la Facultad de Ciencias Veterinarias y mediante un molino eléctrico IKA modelo MF 10 Basic se obtuvo la HCM con partículas 2 mm diámetro, que posteriormente fue incluida en la formulación de balanceado *ver Tabla 2. (Formulación de alimento balanceado final)*. Finalmente, el análisis proximal de la harina de cáscara de mango se realizó en el área de bromatología del Laboratorio Agropecuario, extensión Lodana, Universidad Técnica de Manabí. *Tabla 3. Análisis Proximal de la Harina de Cáscara de Mango (HCM)*.

**Tabla 6.** Composición química de las dietas empleadas

Composición	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2	HT 1%	HT 2%
<b>EM (Kcal/kg)</b>	3074,8	3142,05	3151,79	3152,38	3153,31
<b>Proteína %</b>	20,23	18,69	17,47	17,54	17,44
<b>Humedad</b>	12,2	12,43	12,55	12,36	12,18
<b>Extracto Et.</b>	5,36	5,01	4,62	5,35	6,01
<b>Fibra</b>	2,67	2,67	2,68	2,85	3,02
<b>Lisina</b>	1,24	1,12	1,04	1,04	1,04
<b>Metionina</b>	0,49	0,47	0,46	0,46	0,46
<b>Triptófano</b>	0,27	0,25	0,23	0,23	0,23
<b>Cenizas</b>	5,87	5,01	4,88	4,90	4,91
<b>Calcio</b>	1	0,8	0,80	0,80	0,80
<b>Fósforo disponible %</b>	0,45	0,4	0,40	0,40	0,40
<b>Met+cist</b>	0,66	0,62	0,59	0,58	0,58
<b>Treonina</b>	0,78	0,72	0,66	0,67	0,66
<b>Arginina</b>	1,45	1,32	1,21	1,22	1,21
<b>Valina</b>	1,03	0,96	0,90	0,90	0,89
<b>Isoleucina</b>	1,01	0,92	0,85	0,86	0,85

#### 8.3.4. Tratamiento

Se emplearon seis tratamientos, considerando dos factores: El primero es la harina de cáscara de mango (*HCM*) con tres niveles 0%, 1% y 2%; el segundo factor corresponde al sexo de las aves (hembras y machos). Por tanto, la combinación de ambos factores y sus niveles, determinan 6 tratamientos (T), descritos a continuación:

- T1: Machos, 0% HCM
- T2: Machos, 1% HCM
- T3: Machos, 2% HCM
- T4: Hembras, 0% HCM
- T5: Hembras, 1% HCM
- T6: Hembras, 2% HCM

#### 8.4. Diseño experimental

Para valorar los resultados, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3. Las aves se distribuyeron en tres tratamientos para cada sexo, resultando en un total de 6 tratamientos (T), cada tratamiento incluyó 28 aves, con 7 pollos de engorde por repetición, tal cual se detalla en la *tabla 3*. Mientras, el esquema de análisis de varianza se detalla en el *Anexo 3*.

**Tabla 7.** Distribución de las aves de acuerdo a los tratamientos.

NÚMERO DE REPETICIONES	MACHOS			HEMBRAS		
	0% HCM	1% HCM	2% HCM	0% HCM	1% HCM	2% HCM
R1	7	7	7	7	7	7
R2	7	7	7	7	7	7
R3	7	7	7	7	7	7
R4	7	7	7	7	7	7
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>28</b>

### **8.5.Sacrificio de las aves**

A los 56 días de edad, los pollos de engorde fueron sometidos a un ayuno nocturno durante 10 horas previas al sacrificio. Para realizar este procedimiento, se seleccionaron 2 individuos al azar por repetición, para evaluar así un total de 8 individuos por tratamiento, mediante la técnica de eutanasia por decapitación, la cual se describe en American Veterinary Medical Association (2020), como uno de los métodos aceptables de eutanasia; posteriormente se procedió a tomar en tubos con gel separador, una muestra de sangre (aproximadamente 8 ml), y finalmente, se obtuvo muestras del tejido renal para realizar el procesamiento histológico.

### **8.6.Variables medidas**

#### *8.6.1. Temperatura y humedad relativa*

Se realizó el registro de temperatura y humedad del galpón durante toda la etapa de crianza de las aves (1 a 56 días de edad). Durante el horario diurno cada 2 horas y cada 4 horas durante el horario nocturno. Para ello se usó un termómetro digital; los datos de la temperatura están expresados en grados Celsius (°C) y la humedad relativa en porcentaje (HR%).

#### *8.6.2. Bioquímica sérica*

La concentración sérica de electrolitos (sodio, potasio, cloro y calcio), urea, ácido úrico, creatinina, y creatina quinasa se evaluó mediante la espectrofotometría y la utilización del correspondiente equipo, marca paramedical modelo PKL 115. Los procedimientos se ejecutaron acorde a las instrucciones brindadas por el proveedor.

#### *8.6.3. Parámetros macroscópicos y microscópicos de estructuras renales.*

Se ejecutó la valoración de la morfometría renal de los pollos de engorde, teniendo en cuenta como parámetro macroscópico:

- El peso relativo del riñón (%).

Se procedió a identificar microscópicamente mediante muestras histológicas la presencia de hemorragia y edema renal (especialmente en túbulos renales y glomérulos), necrosis y nefrosis tubular, nefritis y el diámetro de los glomérulos. Tomando en consideración:

- El diámetro de los glomérulos en la corteza renal en un área de 1,25 mm<sup>2</sup> en riñón.
- **Histología del riñón:** Se recolectaron dos muestras de tejido renal por repetición, resultando un total de 48 muestras, mismas que se conservaron con solución para perseverar cadáveres “Lirix”, para posteriormente ser coloreadas con la tinción rutinaria de hematoxilina y eosina, para de tal modo proceder a realizar el análisis histopatológico que permitiría identificar cambios en el tejido renal, los cuales pueden manifestarse en lesiones de los túbulos renales y glomérulos, tal cual lo detalla (Huang *et al.*, 2016). Además de edema generalizado, hemorragia en papilas renales, túbulos renales y cápsula renal, conjuntamente con degeneración grasa del epitelio renal (Aengwanich & Simaraks, 2004). Para la observación, fotografía y análisis de las muestras se utilizó un microscopio de luz (Olympus BX41 con cámara digital Olympus C-5060 Wide zoom, 5.1 mega píxel) y el programa AmScope 3.7.

### 8.7. Análisis estadístico

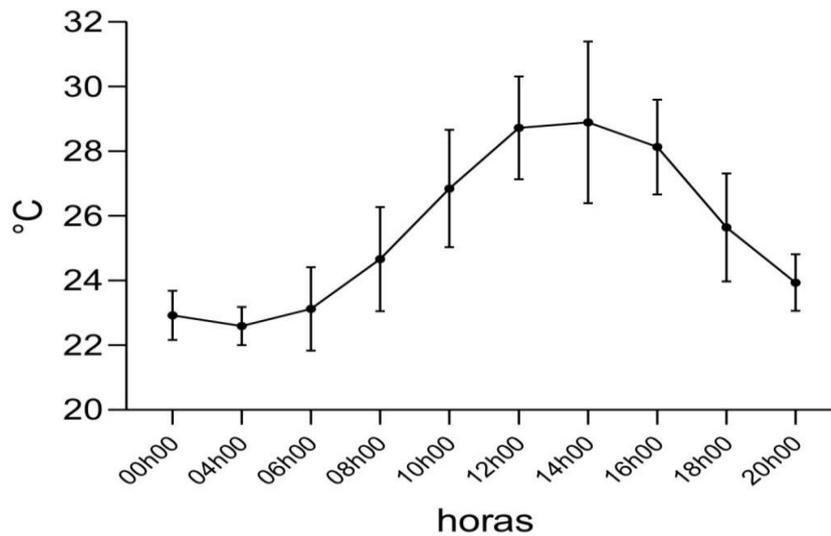
Todos los datos de la presente investigación, se representaron como promedios  $\pm$  Desviación estándar (DE). La distribución normal de los datos y la homogeneidad de varianza se analizó con las pruebas de Ryan-Joiner (similar a Shapiro-Wilk) y Levene, respectivamente, previo al análisis estadístico, que consistió en un análisis de varianza (ANOVA) con arreglo factorial. Por otro lado, las diferencias entre medias se calcularon utilizando el test de comparación múltiple de Tukey, a excepción de los datos que no cumplieron el supuesto de normalidad (pesos relativos del riñón y las concentraciones séricas de creatinina quinasa y ácido úrico), se analizaron con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, mientras las comparaciones cualitativas de lesiones en el tejido renal, con la prueba de dos proporciones e intervalos de confianza al 95%-Exacta de Fisher. En todos los casos el nivel de diferencias estadísticas fue establecido en un valor de  $p < 0.05$ .

## IX. RESULTADOS

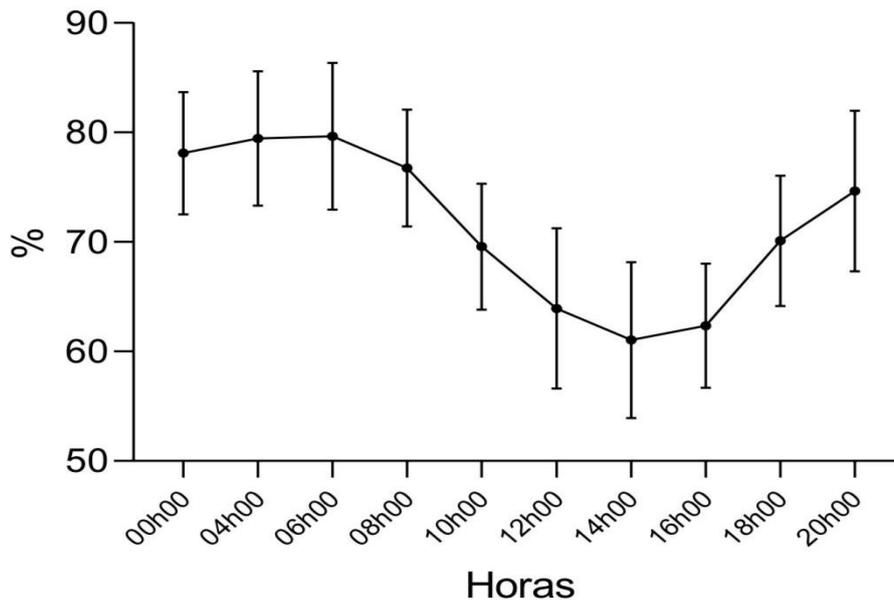
### 9.1. Temperatura y humedad relativa

Durante la etapa experimental, la temperatura superó los 24°C (la zona de confort), entre las 08h00 y 18h00, alcanzado temperaturas superiores a 28°C desde las 12h00 hasta 16h00, para luego descender hasta 24°C a las 20h00; la temperatura se mantuvo entre 22 y 24 °C entre las 00h00 y las 06h00 (*figura 1*). Por el contrario, la HR, no superó el 70% entre las 10h00 a 18h00; posteriormente, entre las 20h00 y hasta las 08h00 la HR fue aproximadamente de 80% (*figura 2*).

**Figura 12.** Temperatura media en etapa experimental (28-56 días).



**Figura 13.** Humedad media en etapa experimental (28-56 días).



## 9.2. Bioquímica sérica

No se observó influencia del sexo y la dosis de HCM sobre la concentración sérica de sodio y calcio ( $p > 0,05$ ); observándose tendencias a la interacción entre S x HCM para sodio ( $p = 0,073$ ) y calcio ( $p = 0,098$ ). La concentración sérica de potasio fue mayor en hembras ( $p = 0,000$ ) y en aves suplementadas con 2% de HCM ( $p = 0,018$ ). Sin embargo, no existió interacción de estos factores ( $p = 0,173$ ). Por su parte, la concentración de cloro fue mayor en machos ( $p = 0,004$ ), sin ser afectada por la suplementación con HCM ( $p = 0,718$ ), existiendo una tendencia a la interacción S x HCM ( $p = 0,067$ ). Así, la media mayor correspondió a la suplementación de machos con 2% HCM (T3) ( $151,869 \text{ mmol/L}$ ), y la más baja en la suplementación de hembras con 2% HCM (T6) ( $124,785 \text{ mmol/L}$ ) (tabla 5).

**Tabla 8.** Concentración sérica de electrolitos en pollos, 56 días de edad.

FACTORES		ANALITOS			
		Sodio	Potasio	Cloro	Calcio
Sexo		mmol/L	mmol/L	mmol/L	mg/dL
Machos		152,100	3,27458 (b)	142,920 (a)	12,1583
Hembras		160,166	4,61583 (a)	127,837 (b)	10,9475
P- Valor		0,311	0,000	0,004	0,172
<b>Nivel HCM (%)</b>					
	0	150,856	3,74813 (b)	132,504	11,9900
	1	162,484	3,49187 (b)	135,446	11,4081
	2	155,058	4,59563 (a)	137,002	11,2606
P- Valor		0,477	0,018	0,718	0,764
<b>Interacción</b>					
Sexo	HCM (%)				
Machos	0	159,671	3,15625	132,142	11,8950
	1	155,511	3,13375	146,230	13,3988
	2	141,116	3,53375	151,869	11,1813
Hembras	0	142,041	4,34000	132,868	12,0850
	1	169,458	3,85000	126,144	9,4175
	2	169,000	5,65750	124,785	11,3400
P- Valor		0,073	0,173	0,067	0,098

Los valores representan la media, mientras el valor “p” representa las diferencias significativas entre los factores o sus interacciones ( $p < 0,05$ ; ANOVA con arreglo factorial  $2 \times 3$  y prueba de Tukey).

En la urea se evidencian diferencias significativas en función del sexo ( $p= 0,011$ ) correspondiendo los valores más altos a las hembras. También resulta de interés que, en aves no suplementadas con HCM, la concentración sérica de urea tienda a ser mayor que en las suplementadas ( $p= 0,096$ ); la interacción entre S x HCM fue significativa ( $p= 0,001$ ), siendo mayor la concentración sérica de urea en hembras no suplementadas. Por otro lado, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis evidenció tendencias a una mayor concentración de ácido úrico en hembras no suplementadas ( $p= 0,095$ ). Finalmente, los niveles de Creatinina no registraron diferencias en su concentración, que pudiesen ser atribuidas al sexo, dosis de HCM o interacción S x HCM ( $p>0,05$ ). Así mismo, la concentración de CK no fue diferente entre tratamientos ( $p= 0,111$ ).

**Tabla 9.** Indicadores bioquímicos de función renal en pollos.

FACTORES		ANALITOS			Ácido úrico
		Urea	Creatinina	CK	
Sexo		mg/dL	mg/dL	U/L	mg/dL
	Machos	8,55042 (b)	0,616667	-	-
	Hembras	9,99958 (a)	0,579167	-	-
	P- Valor	0,011	0,232	-	-
<b>Nivel HCM (%)</b>					
	0	10,1100	0,59375	-	-
	1	8,8275	0,58750	-	-
	2	8,8875	0,61250	-	-
	P- Valor	0,096	0,785	-	-
<b>Interacción</b>					
Sexo	HCM (%)				
Machos	0	7,7663 (b)	0,5750	197,977	3,7400
	1	8,9875 (b)	0,6250	197,195	3,9300
	2	8,8975 (b)	0,6500	195,928	4,5125
Hembras	0	12,4538 (a)	0,6125	193,220	8,0050
	1	8,6675 (b)	0,5500	193,878	5,6650
	2	8,8775 (b)	0,5750	193,803	4,8050
	P- Valor	0,001	0,244	0,111	0,095

CK: Creatina Quinasa. Los valores representan la media, mientras el valor "p" representa las diferencias significativas entre tratamientos ( $p<0.05$  ANOVA con arreglo factorial, y prueba de Tukey para urea y creatinina; además de Prueba de Kruskal-Wallis para CK y ácido úrico).

### 9.3. Parámetros macroscópicos y microscópicos del riñón.

- *Peso relativo del riñón.*

Utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis no se evidenciaron diferencias entre tratamientos para el peso relativo del riñón ( $p=0,639$ ).

- *Histología renal (variables cuantitativas y cualitativas).*

En cuanto al diámetro de los glomérulos renales, no se observaron diferencias, ni tendencias, entre sexos, dosis de HCM e interacción S x HCM ( $p>0,05$ ). Sin embargo, en función del nivel de HCM, se evidencia una reducción del 14,23% del diámetro de los glomérulos en aves suplementadas con 2% de HCM en relación a las no suplementadas. Del mismo modo, se observa en hembras y machos suplementados con 2% HCM, una reducción del diámetro de los glomérulos en el orden del 9,34% y 18,94% en comparación a las no suplementadas.

**Tabla 10.** Morfometría renal

FACTORES		VARIABLE	
		PR. RIÑÓN	DG. RENALES
Sexo		%	um
	Machos	-	100,228
	Hembras	-	102,591
	P- Valor	-	0,705
Nivel HCM (%)			
	0	-	107,558
	1	-	104,734
	2	-	92,259
	P- Valor	-	0,108
Interacción			
Sexo	HCM (%)		
Machos	0	0,490173	108,380
	1	0,485178	105,071
	2	0,476695	87,855
Hembras	0	0,525143	106,740
	1	0,493494	104,397
	2	0,495512	96,770
	P- Valor	0,639	0,728

PR: Peso Relativo; DG: Diámetro Glomérulos. Los valores representan la media, mientras el valor "p" representa las diferencias significativas entre tratamientos ( $p<0,05$ ; ANOVA con arreglo factorial, y prueba de Tukey para DG y prueba de Kruskal-Wallis para PR del riñón).

Respecto a la evaluación de las lesiones histológicas renales, únicamente se presentaron diferencias significativas para la variable de “nefritis tubular” ( $p= 0,034$ ), donde se evidencia que esta fue más frecuente en animales suplementados con HCM.

**Tabla 11.** Lesiones histológicas renales

<b>Lesiones</b>	<b>Suplementados</b>	<b>No Suplementados</b>	<b>P valor</b>
Nefrosis	1,000	1,000	1,000
Hiperemia	0,750	0,438	0,065
Endoteliosis	0,313	0,406	0,753
Hemorragia	0,938	0,813	0,398
Necrosis tubular ag.	0,625	0,594	1,000
Nefritis intersticial	0,313	0,219	0,500
Nefritis tubular	0,656	0,313	*0,034
Glomerulitis	1,000	0,938	0,546
Glomerulonefritis	0,313	0,250	0,735

*Los valores representan las medias para cada lesión; mientras el valor de “p” representa las diferencias significativas entre animales suplementados y no suplementados ( $p<0,05$ ; Prueba de dos proporciones e Intervalo de Confianza 95%-Exacta de Fisher).*

## X. DISCUSIÓN

### 10.1. Temperatura y humedad

Se evaluó la concentración sérica de electrolitos y función renal de pollos de engorde suplementados con HCM y criados en condiciones de trópico, lo que implicó temperaturas superiores a 22°C en la etapa experimental, y superiores a 28°C entre las 12h00 hasta las 16h00; al respecto se ha reportado que la temperatura óptima en pollos de engorde entre la quinta semana y sexta semana de edad es de 18 a 22°C (Sánchez *et al.*, 2021; Qaid & Al-Garadi, 2021), mientras que temperaturas superiores a 28°C en la etapa de engorde (21 a 56 días) representa un límite crítico para la termoneutralidad de estas aves, y su recurrencia provoca estrés calórico (Lisboa, 2012). A su vez, Donald (2009), señala que la humedad relativa ideal es entre 60 y 70%.

El estrés calórico induce al estrés oxidativo, con aumento de las especies reactivas de oxígeno (ROS), que producen cambios metabólicos a nivel de las membranas plasmáticas, lo que a su vez, incrementa los niveles de ROS en el tejido renal (Ruíz *et al.*, 2012; Qaid & Al-Garadi, 2021), que al actuar como mediadores primarios en la patogénesis producida por: procesos isquémicos, tóxicos y reacciones antígeno anticuerpo están implicados en el daño renal (Castillo *et al.*, 2003), y a su vez en el desequilibrio electrolítico (Lum *et al.*, 2021).

### 10.2. Bioquímica sérica

Respecto a la mayor concentración sérica de Cl y menor concentración de K en pollos machos sobre las hembras, es necesario destacar que los machos tienen una mayor tasa metabólica (Estrada, 2005; Paulino, 2021), por tanto, son más susceptibles al estrés calórico, en consecuencia, incrementan la frecuencia respiratoria y con ello ocasionan hiperventilación, condición que aumenta la producción de ROS (Brannan *et al.*, 2022). Cuando hay exceso de ROS, el Cl en sangre aumenta como respuesta a un sistema tampón para deprimir la excreción hidrógeno y la reabsorción de bicarbonato de sodio por los riñones, contribuyendo a la acidificación de la sangre como respuesta a la alcalosis, mientras que la concentración de K es variable y está ligado a la concentración de Na y al estado de hidratación, en estas condiciones la disminución de la concentración sérica de estos electrolitos se produce por procesos como la

rehidratación provocando la hemodilución de Na y K y su excreción en la orina (Borges *et al.*, 2004; Ratriyanto & Mosenthin, 2018)

Por su parte, la cáscara de mango posee compuestos bioactivos como polifenoles y flavonoides, capaces de mediar la producción de radicales libres de oxígeno. Entre los principales compuestos de este subproducto con capacidad antioxidante, están la mangiferina y la quercetina, siendo este último un flavonoide capaz de inhibir la reacción de oxidación de moléculas que producen radicales libres (Anand *et al.*, 2016; Beltrán *et al.*, 2003).

La mayor concentración de potasio y la similitud en la concentración de sodio en animales suplementados con 2% HCM en comparación a los no suplementados y suplementados al 1% con HCM, muestran una analogía parcial con los resultados de Salah *et al.*, (2019), quienes reportan que pollos criados en condiciones de estrés calórico y suplementados con cúrcuma y ácido acetilsalicílico logran mayor concentración sérica de K y Na, respecto a los no suplementados. Por el contrario, Khattat *et al.*, (2012), encontró aumento de K y Na en aves de engorde no suplementadas de 35 días de edad, respecto a las suplementadas con betaína, vitamina C, vitamina E y Bicarbonato; sin modificar las concentraciones de Cl. Estos resultados podrían explicarse por la exposición de las aves a condiciones ambientales más severas, (32 a 35°C y HR entre 75 a 85%), lo que probablemente enmascaró los efectos de los antioxidantes utilizados. Mientras, la suplementación con mayor nivel de HCM en las condiciones descritas en este experimento, mejoró el equilibrio electrolítico, al aumentar K y Na sérico y disminuir Cl.

El mecanismo antioxidante de betaína consiste en la regulación del ciclo de la metionina-homocisteína y del metabolismo de los aminoácidos que contienen azufre, por su parte, la Vitamina C tiene la capacidad de donar electrones a los ROS que se encuentran inestables con la finalidad de prevenir la reducción de otros compuestos, mientras la vitamina E secuestra los ROS reduciéndolos a metabolitos menos activos, y el bicarbonato de sodio mejora las actividades de las enzimas antioxidantes (SOD, CAT y APX) (Zhang *et al.*, 2016; Castillo, 2019; Márquez *et al.*, 2002; Srinivasan *et al.*, 2018).

El efecto nefroprotector de los componentes de mango se han reportado en diversos estudios. Así, se ha informado de la mejoría del equilibrio electrolítico, tras

la atenuación del aumento de Na y K, en ratas suplementadas con extracto de mangiferina y quercetina inducidas a nefrotoxicidad con tetracloruro (CCl<sub>4</sub>), cisplatino y cadmio (Awodele *et al.*, 2015; Corrales & Muñoz, 2012; Sánchez *et al.*, 2011; Prieto & Morales, 2013). Adicionalmente, la quercetina inhibe la producción los procesos inflamatorios y del estrés oxidativo, al estimular la función antioxidante al incrementar la actividad catalasa y el superóxido dismutasa (SOD) (Pérez, 2003).

Pese a que los machos no suplementados se mostraron más susceptibles que las hembras a los ROS, existe información que señala que la testosterona en machos estimula la síntesis de proteínas musculares, mientras, en hembras los estrógenos y progesteronas la inhiben (Toth *et al.*, 2001; Ferrando *et al.*, 2003; Smith & Mittendorfer, 2016). Por tanto, se estima que la mayor concentración de urea en hembras, se produce por una disminución de la síntesis de proteínas, expresada mayormente en este sexo, que posiblemente se relacione con la menor deposición de proteínas en músculos esqueléticos (Maharjan *et al.*, 2020). Lo que posiblemente tenga un efecto en las altas concentraciones de los compuestos de desechos nitrogenados (urea y ácido úrico) encontrados.

Por su parte, las menores concentraciones de urea en hembras suplementadas con HCM, podría relacionarse con su mayor de ganancia de peso reportada por Reyes & Cedeño (*datos no publicados*) en este mismo grupo experimental de aves, sugiriendo que las hembras suplementadas expresan una síntesis de proteínas más eficiente que las hembras no suplementadas.

Por otro lado, Nwaigwe *et al.* (2020), reporta concentraciones altas de ácido úrico en los pollos de engorde expuestos a condiciones de estrés calórico, por tanto, la disminución de la concentración media en hembras al suplementar con HCM sugiere mitigación de los efectos de los ROS, probablemente sobre la síntesis de proteínas. Además, Samour (2010), menciona que el ácido úrico es el producto final del catabolismo de nitrógeno, se sintetiza en los tejidos que contienen xantina oxidasa (hígado y túbulos renales), y se excreta por los túbulos renales, asociándose sus elevadas plasmáticas con lesiones tubulares.

Los resultados encontrados para creatina quinasa difieren de los encontrados por Estrada & Márquez (2005), quienes manifiestan que los cambios en la actividad y en los niveles enzimáticos de CK y otras enzimas (alanina y aspartato aminotransferasas,

fosfatasa alcalina, deshidrogenasa láctica,  $\gamma$ -glutamyltransferasa, proteína de choque térmico -Hsp70), en pollos de engorde se manifiestan más en machos que en hembras, los cuales se atribuyen a la diferencia en la proporción de los requisitos metabólicos, los cuales son mayores en los machos en comparación con las hembras.

### **10.3. Parámetros macroscópicos y microscópicos de estructuras renales**

- Peso relativo del riñón

La ausencia de diferencias para el peso relativo de riñón, es similar a los resultados obtenidos por Emiola *et al.*, (2007), quienes no encontraron modificaciones en el peso relativo de los riñones de pollos de engorde suplementados con harina de frijol sometida a tratamiento térmico. De acuerdo a Díaz *et al.*, (2014), el estrés calórico puede influir en la disminución de los pesos relativos de los órganos, a partir de mecanismos de acondicionamiento de los tejidos, donde algunos responden rápidamente a diferencia de otros (viscerales > adiposo > muscular) como resultado de alteraciones endocrinas.

- Diámetro de los Glomérulos

La menor proporción en el diámetro de los glomérulos en las aves suplementadas se coinciden con los resultados de Puette & Crowell (1993), quienes encontraron, en pollos de engorde, un mayor diámetro glomerular en riñones anormales, en comparación con el diámetro glomerular de los riñones normales. Por otra parte, estudios experimentales, realizados en ratas y ratones, asocian que el calor recurrente y la deshidratación pueden inducir a inflamación renal crónica y lesiones tubulares (Jhonson *et al.*, 2019). Lo que implicaría cambios a nivel de los glomérulos, siendo la hipertrofia glomerular, un mecanismo compensatorio frente a procesos inflamatorios, donde células mesangiales y endoteliales del riñón liberan una serie de mediadores, incluyendo citoquinas y quemoquinas, las cuales provocan la activación de leucocitos, y aumento en la producción de ROS (Marín *et al.*, 2020) (Castillo *et al.*, 2003). Por tanto, la disminución del diámetro de los glomérulos en los animales suplementados con HCM, aunque no significativa, sugiere un efecto positivo respecto a la morfometría renal frente a los pollos no suplementados.

- Lesiones renales

La mayor frecuencia de nefritis tubular en animales suplementados respecto a los no suplementados, es similar a los resultados reportados por De Santiago (2019), obteniendo para la suplementación N-Acetilcisteína (NAC) en gallinas de posturas con consumo crónico de aflatoxinas, atribuyendo que el incremento de la lesión renal en los animales suplementados, pudo haber tenido relación con el estrés oxidativo generado durante el experimento y no directamente a tratamiento Post-estrés. Por su parte, McGavin y Zachary (2007), señalan que las células del epitelio de los túbulos renales, son células muy vulnerables a la hipoxia e inflamación celular.

Las alteraciones a nivel intersticial, glomerular, y tubular en los pollos de engorde suplementados o no con HCM, tienen una relación parcial con lo expuesto por Kai *et al.*, (2019), ya que, menciona entre los cambios histopatológicos, más frecuentes en pollos de engorde expuestos a estrés por calor son; degeneración de las células epiteliales tubulares, necrosis de los túbulos y glomérulos, e infiltración celular.

Finalmente, la suplementación con HCM al 1 y 2% en la bioquímica sérica sugiere la atenuación del desbalance metabólico de electrolíticos y proteínas en hembras expuestas a condiciones de estrés calórico. En contraste, la mayor incidencia de nefritis tubular en animales suplementados respecto a los no suplementados, no es clara, pero probablemente tenga relación con procesos isquémicos relacionados a estrés calórico, sin embargo, Qaid *et al.*, 2021 indica que hay poca comprensión sobre la función renal de los pollos de engorde en climas cálidos, especialmente en términos de compensación por la pérdida de agua y electrolitos

## **XI. CONCLUSIONES**

Con respecto a los resultados obtenidos se concluye que:

La suplementación con HCM al 1 y 2%, reflejó una mejoría sobre el perfil renal en las hembras, sin modificaciones en la concentración de creatinina y CK.

La adición de HCM no modificó el peso relativo del riñón, no obstante, el diámetro glomerular disminuyó 9,34% y 18,94% en hembras y machos suplementados con HCM al 2%, en comparación de las aves no suplementadas.

La dosificación de HCM en los pollos criados en condiciones de trópico en Manabí (donde la TA excede los 28°C), no atenuó la manifestación de lesiones histopatológicas, excepto nefritis tubular, en la que aumentó su frecuencia.

## **XII. RECOMENDACIONES**

De la mano a las conclusiones planteadas, se realizan las siguientes recomendaciones:

Estudiar los probables factores que determinan una respuesta diferenciada entre hembras y machos ante la suplementación con harina de cáscara de mango en la dieta de pollos de engorde.

Evaluar la función renal de pollos de engorde machos suplementados con niveles de HCM, más altos a los incorporados en el presente estudio.

Incluir en próximos estudios otros indicadores de importancia para la evaluación del perfil renal, como es el fósforo plasmático.

Considerar el uso de otros subproductos agrícolas con contenido antioxidante, para la evaluación histopatológica renal de pollos de engorde.

Se recomienda realizar nuevos estudios para corroborar, la inocuidad de la HCM en aves criadas en condiciones de estrés.

### XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Achilonu, M., Shale, B., Arthur, G., Naidoo, K., & Mbatha, M. (2018). Phytochemical Benefits of Agroresidues as Alternative Nutritive Dietary Resource for Pig and Poultry Farming. *Hindawi Journal of Chemistry*, 1-15. doi:10.1155/2018/1035071
- Aengwanich, W., & Simaraks, S. (2004). Pathology of heart, lung, liver and kidney in broilers under chronic heat stress. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(3), 417-424. Retrieved marzo 20, 2021, from <http://rdo.psu.ac.th/sjst/journal/26-3/13chicken-stress.pdf>
- Ajila, C., Aalami, M., Leelavathi, U., & Prasada, R. (2010). Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 219-224. doi:10.1016/j.ifset.2009.10.004
- American Veterinary Medical Association. (2020). *AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition*. Retrieved agosto 2, 2021, from Schaumburg: AVMA: <https://www.avma.org/sites/default/files/2020-01/2020-Euthanasia-Final-1-17-20.pdf>
- Anand, A., Arulmoli, R., & Parasuraman, S. (2016). Overviews of Biological Importance of Quercetin: A Bioactive Flavonoid. *Pharmacognosy Reviews*, 10(20), 84-89. doi:10.4103/0973-7847.194044
- Awodele, O., Adeneye, A., Aiyeola, S., & Benebo, A. (2015). Modulatory effect of *Mangifera indica* against carbon tetrachloride induced kidney damage in rats. *Interdisciplinary Toxicology*, 8(4), 175-183. doi:10.1515/intox-2015-0027
- Ayodele, E., & Funmilayo, M. (2013). Carcass and physiological response of broilers fed dry heat treated mango (*Mangifera indica*) kernel based diet. *International Journal of Livestock Production*, 4(3), 30-34. doi:10.5897/IJLP12.011
- Azizi, M., Seidavi, A., Ragni, M., Laudadio, V., & Tufarelli, V. (2019). Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 1: citrus, grape, pomegranate and apple wastes. *World's Poultry Science Journal*, 489-498. doi:10.1017/S0043933918000478

- Beltrán, A., Ledón, N., Romay, P., Sironi, M., Quintero, G., Garrido, G., & Delgado, R. (2003). VIMANGÒ y mangiferina inhiben la expresión de ICAM-1 en células endoteliales estimuladas con citocinas proinflamatorias. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 22(3), 164-172. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002003000300004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002003000300004)
- Bojorge, G. (2018). Aves de mercedes. Manual para el Observador. *Comisión Municipal de Patrimonio Cultural y Natural (CUNA)*. Retrieved from Comisión Municipal de Patrimonio Cultural y Natural (CUNA): [https://www.academia.edu/44135463/aves\\_de\\_mercedes](https://www.academia.edu/44135463/aves_de_mercedes)
- Borges, S., Da Silva, F., Majorca, A., Hooge, D., & Cummings, K. (2004). Physiological Responses of Broiler Chickens to Heat Stress and Dietary Electrolyte Balance (Sodium Plus Potassium Minus Chloride, Milliequivalents Per Kilogram). *Poultry Science*, 83, 1551–1558. doi:10.1093/ps/83.9.1551
- Brannan, K., Helfrich, K., Flentke, G., Smith S, S., Livingston, K., & Rensburg, C. (2022). Influence of incubation, diet, and sex on avian uncoupling protein expression and oxidative stress in market age broilers following exposure to acute heat stress. *Poultry Science*, 101(5), 5-15. doi:10.1016/j.psj.2022.101748
- Bretz, B. (2015). Síndrome da gota úrica em aves mantidas em cativeiro: Artigo de revisão. *Periódico Científico do Núcleo de Biociências*, 5(9), 21-26. doi:10.15601/2238-1945/pcnb.v5n9p21-26
- Burtón, B., Sandhu, A., & Endirisinghe, I. (2018). *El mango y sus componentes bioactivos: Agregando variedad al platillo de fruta*. Retrieved enero 21, 2021, from Centro de Investigación Sobre la Nutrición, Instituto de Inocuidad Alimentaria y Salud, Instituto de Tecnología de Illinois, IL, EEUU : [https://www.mango.org/Mangos/media/Media/Documents/Research%20And%20Resources/Research/Industry/Nutrition/DrBritBurton\\_Mango\\_Review\\_Paper\\_Revision\\_Spn.pdf](https://www.mango.org/Mangos/media/Media/Documents/Research%20And%20Resources/Research/Industry/Nutrition/DrBritBurton_Mango_Review_Paper_Revision_Spn.pdf)
- Calva , F., Zavala, L., Muñoz , R., Vélez , M., Morales, F., & Chávez, Y. (2020). Comparación de fenoles y capacidad antioxidante de cáscara, semilla de mango criollo deshidratado con microondas. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*,

- 7(1), 10-18. Retrieved from [https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/2-RMAE\\_2019-21-Fenoles-To-edit.pdf](https://rmae.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2020/11/2-RMAE_2019-21-Fenoles-To-edit.pdf)
- Cañas, Z., Restrepo, D., & Cortés, M. (2011). Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 64(1), 6023-6035. Retrieved enero 21, 2021, from <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n1/a25v64n01.pdf>
- Cárdenas, G., Arrazola, G., & Villalba, M. (2015). Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium*, 17(33), 29-40.
- Carpio, F. (2017). “*Diagnóstico de Glomerulonefropatías en perros hipertensos por raza, edad y sexo mediante relación proteína/creatinina en orina – up/c*”. Retrieved from [Universidad de Cuenca, Tesis maestral]. Repositorio digital: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26546>
- Carrasco, L. (2020). *Utilización del mango y sus subproductos en producción animal*. Retrieved enero 28, 2021, from nutriNews: <https://nutrinews.com/utilizacion-del-mango-y-sus-subproductos-en-produccion-animal/>
- Castillo, E. (2019). Vitamina C en la salud y en la enfermedad. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(4), 5-10. doi:10.25176/RFMH.v19i4.2351
- Castillo, R., Huerta, P., Carrasco, R., & Rodrigo, R. (2003). Estrés oxidativo y daño renal. *CIMEL*, 8(1), 43-52. Retrieved from [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cimel/v08\\_n1/pdf/a09v8n1.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/cimel/v08_n1/pdf/a09v8n1.pdf)
- Ciangherotti, C. (2013). Efecto protector de la raíz de Ruellia Tuberosa L. sobre el daño renal inducido por la diabetes experimental. *AVFT "Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica"*, 32(4), 57-66. Retrieved julio 1, 2021, from [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-02642013000400001](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642013000400001)
- CONAVE. (2021). *CONAVE presenta las Estadísticas del Sector Avícola*. Retrieved from <https://conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/>
- Corrales, A., Maldonado, M., Urango, L., Franco, M., & Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (*Mangifera indica*), variedad de Colombia: características

- antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición*, 312-318. Retrieved enero 7, 2021, from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v41n3/art13.pdf>
- Corrales, L., & Muñoz, M. (2012). Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias. *NOVA*, 10(18), 135-250. doi:10.22490/24629448.1010
- De Basilio, V. (2019). Estrategias para combatir el estrés calórico en pollos. *Revista Ciencias Veterinarias*, 60(1), 22-35. Retrieved from <https://bit.ly/2Ts5FUN>
- De Basilio, V., Lovera, M., Tepper, E., Becerra, A., Bastianelli, D., & Rojas, J. (2010). Restricción de alimento diurno reduce muerte por calor en granjas avícolas comerciales. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 20(1), 42-52. Retrieved from <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/30522/1/articulo6.pdf>.
- De Santiago, E. (2019). *Identificación de lesiones hepáticas y renales causadas a las gallinas de postura por el consumo crónico de aflatoxinas y su interacción con tres agentes quimioprotectores*. Retrieved from [Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tesis de postgrado]. Repositorio bibliográfico: <http://hdl.handle.net/11317/1759>
- Diarra, S., & Usman, B. (2008). Growth performance and some blood variables of broiler chickens fed raw or boiled mango kernel meal. *International Journal of Poultry Science*, 7(4), 315-318. doi:10.3923/ijps.2008.315.318
- Díaz, E., Uribe, L., & Narvaéz, W. (2014). Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés calórico. *Revista de Medicina Veterinaria*, 28, 31-42. doi:10.19052/mv.3179
- Donald, J. (2009). Manejo del ambiente en el galpón de pollo de engord. *Aviagen Incorporated*, 1-39. Retrieved febrero 21, 2022, from [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Aviagen-Manejo-Ambiente-Galpón-Pollo-Engorde-2009.pdf)
- Eaton, D., & Pooler, J. (2009). *Vander's Renal Physiology* (7ma ed.). Estados Unidos: The McGraw-Hill Companies, Inc.

- EL UNIVERSO. (2020). *Ecuador desperdicia 939.000 toneladas métricas de alimentos al año, es uno de los países que más desecha comida en América Latina*. Retrieved abril 25, 2021, from <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/09/29/nota/7995577/desperdicio-alimentos-ecuador-fao-sostenibilidad-economia-wwf/>
- Emiola, I., Ologhobo, A., & Gous, R. (2007). Performance and histological responses of internal organs of broiler chickens fed raw, dehulled, and aqueous and dry-heated kidney bean meals. *Poultry Science*, 86(6), 1234-1240. doi:10.1093/ps/86.6.1234
- Enam, S., Oladele, S., James, A., Balami, A., Idris, A., & Abdu, P. (2018). Serum biochemical values of some species of apparently healthy free-living wild birds in Zaria, Nigeria. *Comparative Clinical Pathology volume*, 27, 477–481. doi:10.1007/s00580-017-2616-y
- Estrada, M., & Márquez, S. (2005). Interacción de los factores ambientales con la respuesta del comportamiento productivo en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(3), 246-257. Retrieved junio 20, 2021, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902005000300006&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-06902005000300006&script=sci_abstract&tlng=es)
- Fajardo, D., & Sangacha, E. (2020). *Análisis del impacto de las pérdidas de frutas y vegetales en términos biofísicos: caso de estudio mercado mayorista de la ciudad de Quito*. Retrieved marzo 20, 2021, from [Escuela Politécnica Nacional, Tesis de posgrado]: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20671>
- FAO. (2012). *Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo*. Roma. Retrieved abril 25, 2021, from [https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/4\\_perdidas\\_y\\_desperdicio\\_de\\_alimentos\\_en\\_el\\_mundo.pdf](https://www.tec.ac.cr/sites/default/files/media/doc/4_perdidas_y_desperdicio_de_alimentos_en_el_mundo.pdf)
- Ferrando, A., Sheffield, M., Paddon, D., Wolfe, R., & Urban, R. (2003). Differential anabolic effects of testosterone and amino acid feeding in older men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88(1), 358-362. doi:10.1210/jc.2002-021041

- Frazier, D., Jones , M., & Orosz, S. (1995). Pharmacokinetic considerations of the renal system in birds: part I. Anatomic and physiologic principles of allometric scaling. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 9(2), 92-103. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/30134442>
- Fundación Mango del Ecuador. (2016). *Mango Ecuador Foundation*. Retrieved enero 28, 2021, from <http://www.mangoecuador.org>
- Gasparotto, O., Siebert, M., Coutinho, M., Rocha, C., Granucci, N., da Silva, B., & Mariano, F. (2011). *Fisiologia animal comparada*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Geraert, P., Padilha, J., & Guillaumin, S. (1996). Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. *British Journal of Nutrition*, 75(2), 205-216. doi:10.1079/bjn19960125
- Gomes, D., Castro, M., Soares, M., Anjos, L., Machado, S., Rocha, S., & Duarte , H. (2016). Ubá mango juices intake decreases adiposity and inflammation in high-fat diet-induced obese Wistar rats. *Nutrition*, 32(9), 1011-1018. doi:10.1016/j.nut.2016.02.008
- Götzens, G. (2003). *Distribución de fibronectina y laminina en el corpúsculo renal de diversas especies de roedores*. Retrieved from [Universitat de Barcelona, tesis doctoral]. Díposit digital: <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/35177>
- Gürtler, H., Ketz, H., & Kolb, E. (1993). *Fisiología veterinaria* (4ta ed.). São Paulo: Guanabara Koogan.
- Harrison, G., & Ligthfoot, T. (2005). *Clinical Avian Medicine* (Vol. 2). Palm Beach.
- Huang, S., Fu, Y., Lan, Y., Rehman, M., & Tong, Z. (2016). Histopathological and biochemical evaluations of the kidney in broiler chickens under acute heat stress conditions. *Indian Journal of Animal Research*, 52(9), 637-639.
- Hueza, I. (2008). Farmacologia das aves: o uso de medicamentos antiinflamatórios em aves silvestres. *Ars Veterinaria*, 24(1), 15-24. Retrieved from <http://arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/166/134>

- Hy-Line. (2016). *Urolitiasis aviar (gota visceral)*. [Figura]. Retrieved from <https://www.hyline.com/Upload/Resources/TU%20GOUT%20SPN.pdf>
- Intriago, M. (2015). *POLÍTICAS DE IMPORTACIÓN DE SOYA Y SU IMPACTO EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA EN LA PROVINCIA DE MANABÍ*. Retrieved enero 28, 2021, from [Universidad de Guayaquil, Tesis de posgrado]: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8325/1/TESIS%20ING%20MAGALY%20INTRIAGO.pdf>
- Jabib, L., Otero, O., & Robles, F. (2012). Efecto de la restricción de alimento sobre variables productivas en pollos de engorde. *RECIA "Revista Colombiana de Ciencia Animal"*, 4(1), 24-30. doi:10.24188/recia.v4.n1.2012.251
- Jahurul, M., Zaidul, I., Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F., Nyam, K., Norulaini, N., . . . Mohd, A. (2015). Mango (*Mangifera indica* L.) by-products and their valuable components: A review. *Food Chemistry*, 183, 173-180. doi:10.1016/j.foodchem.2015.03.046
- Jibaja, L. (2014). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, mangifera indica, variedad "criollo". *Cientifi-k2*, 2(1), 62-69. Retrieved abril 25, 2021, from <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/cientifi-k/article/view/1358/1213>
- Johnson, R., Sánchez, L., Newman, L., Lanaspá, M., Díaz, H., Lemery, J., . . . Roncal, C. (2019). Climate change and the kidney. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 74(3), 38-44. doi:10.1159/000500344
- Kai, I., Plumeriastuti, H., Anwar, C., Rahmawati, K., Utama, S., & Legowo, D. (2019). Histopathological changes of kidney of broiler chicken exposed to chronic heat stress. *Journal of Basic Medicine Veterinary*, 8(2), 92-98. doi:10.20473/.v8i2.20411
- Khattak, F., Acamovic, T., Sparks, N., Pasha, T., Hussain, M., Hayat, Z., & Ali, Z. (2012). Comparative Efficacy of Different Supplements Used to Reduce Heat. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(1), 31-41. Retrieved from [https://zsp.com.pk/pdf44/31-41%20\\_5\\_%20PJZ-154-09%20revised%20version%5B1%5D.pdf](https://zsp.com.pk/pdf44/31-41%20_5_%20PJZ-154-09%20revised%20version%5B1%5D.pdf)
- Klein, B. (2020). *Cunningham. Fisiología veterinaria*. España: Elsevier.

- Koeppen, B. (2009). The kidney and acid-base regulation. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 33(4), 275-281.
- Kokore, B., Bleyere, N., Kamagate, S., & Yapo, P. (2021). Blood biochemical parameters exploration in broilers and local chickens in Korhogo, Côte d'Ivoire. *American Journal of Food and Nutrition*, 9(2), 82-86. doi:10.12691/ajfn-9-2-4
- Lara, L., & Rostagno, M. (2013). Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, 3(2), 356-369. doi:10.3390/ani3020356
- Lisboa, J. (2012). Impacto del estrés calórico en la producción de pollos de engorde de Venezuela. *REDVET*, 13(6), 1-9. Retrieved from [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/stres\\_calorico/40-stres\\_calorico.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/stres_calorico/40-stres_calorico.pdf)
- Lum, P., Hua, S., Sekar, M., Jeyabalan, S., Reddy, S., Najihah, N., . . . Fuloria, S. (2021). Therapeutic potential of mangiferin against kidney disorders and its mechanism of action: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 1530-1542. doi:10.1016/j.sjbs.2021.11.016
- Lunn, D., & Mcguirk, S. (1990). Renal regulation of electrolyte and acid-base balance in ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal*, 6(1), 1-28.
- Macari, M., Furlan, R., & Maiorka, A. (2014). Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In *Produção de frangos de corte* (pp. 137-155). São Paulo: FACTA "Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas".
- Maharjan, P., Mullenix, G., Hilton, K., Beitia, A., Weil, J., Suesuttajit, N., . . . Coon, C. (2020). Effects of dietary amino acid levels and ambient temperature on mixed muscle protein turnover in Pectoralis major during finisher feeding period in two broiler lines. *Journal of Animal Physiology and Animal*, 104, 1351–1364. doi:10.1111/jpn.13363
- Maldonado, M., Landázuri, P., Restrepo, B., Yahia, E., Bedoya, R., Loango, N., . . . Guerrero, J. (2019). Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers in Plant Science*, 4-10. doi:10.3389/fpls.2019.01073

- Marín, D., Guadamuz, S., Suárez, G., & Salas, F. (2020). Mesoamerican Nephropathy. *Medicina Legal de Costa Rica*, 37(1), 121-129. Retrieved from <https://www.scielo.sa.cr/pdf/mlcr/v37n1/2215-5287-mlcr-37-01-121.pdf>
- Márquez, M., Yépez, C., Sútil, R., & Rincón, M. (2002). Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E y A. *Investigación clínica*, 43(3), 191-204.
- Martínez, A. (2010). *Función renal de gallinas de postura durante la intoxicación alimentaria crónica con aflatoxinas*. Retrieved from [Universidad Autónoma de Aguascalientes, Tesis doctoral]. Repositorio bibliográfico: <http://hdl.handle.net/11317/716>
- McGavin, M., & Zachary, J. (2007). *Pathologic Basis of Veterinary Disease* (4ta ed., Vol. 48). Canadá: Canadian Veterinary Journal.
- Medeiros, F., Kling, G., Teixeira, L., Rostagno, H., Rodrigues, A., Álvares, F., & Atencio, A. (2004). Electrolyte balance and crude protein levels on blood and bone parameters of 21 days broiler chicks. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1520-1530. doi:10.1590/S1516-35982004000600019
- Metz, L., & Monserrat, J. (1969). El aparato urinario inferior de los pollos. *Revista Argentina de Urología*, 38(10-12), 344-355. Retrieved from <https://revistasau.org/index.php/revista/article/view/1949>
- Morales, M., Sánchez, S., Sandoval, S., Fernández, J., López, J., & Pérez, F. (2004). Efecto de la quercetina sobre la nefrotoxicidad producida por cadmio. *Revista de Toxicología*, 21(1), 23-30. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91921104>
- Nogales, D. (2018). *Determinar la concentración de cloruro de sodio en dietas de pollos parrilleros y el efecto sobre la conversión alimenticia en la granja Méndez Mamata del municipio Esteban Arce Cochabamba*. Retrieved febrero 25, 2022, from [Universidad Mayor de San Simón, Tesis de posgrado]: <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/20801>
- Nwaigwe, C., Ikechukwu, J., & Olu, S. (2020). Evaluation of the hematological and clinical biochemical markers of stress in broiler chickens. *Veterinary World*, 13(10), 2294 - 2300. doi:10.14202/vetworld.2020.2294-2300

- Nyoni, N., Grab, S., & Archer, E. (2019). Heat stress and chickens: climate risk effects on rural poultry farming in low-income countries. *Climate and Development*, 11(1), 83-90. doi:10.1080/17565529.2018.1442792
- OIRSA. (2020). *Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos*. Retrieved julio 1, 2021, from <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>
- Oladele, S. (2009). The significance of hematology in the diagnosis and therapy of avian diseases: a review. *Nigerian Veterinary Journal*, 30, 24-39.
- Olfati, A., Mojtahedin, A., Sadeghi, T., Akbari, M., & Martínez, F. (2018). Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 16(2), 1-7. doi:10.5424/sjar/2018162-12753
- Olmedo, A. (2020). *Consumo per cápita a nivel mundial en huevos y carne de pollo*. Retrieved abril 15, 2021, from <https://es.scribd.com/document/482666862/CONSUMO-PER-CAPITA-A-NIVEL-MUNDIAL-EN-HUEVOS-Y-CARNE-DE-POLLO>
- Pantoja, D. (2014). *Manejo de temperatura ambiental y calidad de aire, su influencia en líneas de pollo de engorde: Una revisión*. Bogotá: M.V. Esp. Sanidad Animal. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.
- Paulino, J. (2021). *Los requerimientos nutricionales de las aves dependen de varios factores*. Retrieved agosto 21, 2022, from Avicultura: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/los-requerimientos-nutricionales-aves-t46710.htm>
- Pérez, G. (2003). Los flavonoides: antioxidantes o prooxidante. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 22(1), 20-34. Retrieved from <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-390189>
- Prieto, M., Vicente, L., & Morales, A. (2013). Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. *Revista de toxicología*, 30(2), 171-181.

Retrieved mayo 20, 2021, from  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91931189008>

Puette, M., & Crowell, W. (1993). Histologic and Morphometric Examination of Avian Glomeruli from Normal and Swollen Kidneys of Broilers at Slaughter. *Avian Diseases*, 37(3), 874-879. doi:10.2307/1592044

Qaid, M., & Al-Garadi, M. (2021). Protein and Amino Acid Metabolism in Poultry during and after Heat Stress: A Review. *Animals (Basel)*, 11(4), 1-10. doi:<https://doi.org/10.3390%2Fani11041167>

Ramírez, R., Herrera, J., Navarro, P., & Zamora, M. (2019). *Manual de patología macroscópica diagnóstica de aves rapaces. Identificación de lesiones macroscópicas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Retrieved from  
[https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/patologia\\_aves.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/patologia_aves.pdf)

Ratriyanto , A., & Mosenthin, R. (2018). Osmoregulatory function of betaine in alleviating heat stress in poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(6), 1634-1650. doi:10.1111/jpn.12990

Raza, A., Hussain, J., Zahra, F., Mehmood, S., Mahmud, A., Amjad, Z., . . . Nadeem, M. (2019). Vegetable Waste Inclusion in Broiler Diets and its Effect on Growth Performance, Blood Metabolites, Immunity, Meat Mineral Content and Lipid Oxidation Status. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(1), 2-10. doi:10.1590/1806-9061-2018-0723

Ribeiro, L., dos Santos, R., Alves, A., Leal, G., Ferreira, C., & Figueiredo , G. (2013). *Utilização do Farelo de Manga na Alimentação de Ruminantes*. Petrolina: Embrapa.

Rodríguez, C., Waxman, S., & De Lucas, J. (2017). Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica, en medicina aviar (II): aparato digestivo, aparato cardiovascular, sistema músculo-esquelético, tegumento y otras características. *Panorama actual del medicamento*, 41(401), 223-234. Retrieved from  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5973890>

- Ruales, J., Baenas, N., Moreno, D., Stinco, C., Meléndez, A., & García, A. (2018). Biological Active Ecuadorian Mango ‘Tommy Atkins’ Ingredients—An Opportunity to Reduce Agrowaste. *Nutrients*, *10*(9), 1138. doi:10.3390/nu10091138
- Ruíz, D., Caraballo, D., Rodríguez, J., & Ballesteros, M. (2012). El estrés oxidativo en la insuficiencia renal asociada a la hipertensión. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, *31*(1), 16-25. Retrieved from [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002012000100002](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002012000100002)
- Rukavina, N. (2017). *Desbalance entre el sistema renina angiotensina y sistema dopaminérgico renal en la fisiopatología de la hipertensión arterial y daño renal inflamatorio en un modelo experimental por sobrecarga de fructosa*. Retrieved from [Universidad de Buenos Aires, Tesis doctoral]. Repositorio digital institucional: [http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsdll/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=posgraafa&cl=CL1&d=HWA\\_5767](http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsdll/cgi-bin/library.cgi?a=d&c=posgraafa&cl=CL1&d=HWA_5767)
- Salah, A., Mahmoud, M., Ahmed, O., & El-Tarabany, M. (2019). Effects of dietary curcumin and acetylsalicylic acid supplements on performance, muscle amino acid and fatty acid profiles, antioxidant biomarkers and blood chemistry of heat-stressed broiler chickens. *Journal of Thermal Biology*, *84*, 259-265. doi:10.1016/j.jtherbio.2019.07.002
- Samour, J. (2010). *Avian Medicine* (2da ed.). España: Elsevier Mosby.
- Sánchez, R., Pérez, Y., Pérez, E., Berrones, R., & Saldana, S. (2017). Evaluation of different agroindustrial waste on the effect of different carcass characteristics and physiological and biochemical parameters in broilers chicken. *Veterinary world*, *10*(4), 368-374. doi:10.14202/vetworld.2017.368-374
- Sánchez, D., Valera, M., Casasola, R., Gutiérrez, O., & Mireles, S. (2021). Atenuación del estrés calórico en pollos con la suplementación de un producto de cromo orgánico. *RECIA "Revista Colombiana De Ciencia Animal"*, *13*(1), 4-10. doi:10.24188/recia.v13.n1.2021.792
- Sánchez, P., López, F., Pérez, F., Morales, A., & López, J. (2011). Quercetin reduces cisplatin nephrotoxicity in rats without compromising its anti-tumour activity.

*Nephrology Dialysis Transplantation*, 26(1), 3484–3495.  
doi:10.1093/ndt/gfr195

Sánchez, S. (2007). El estrés calórico y su amortiguamiento a través de las proteínas del estrés, hsp. *Revista electrónica de Veterinaria*, 8(12B), 11-20. Retrieved abril 8, 2021, from [https://www.researchgate.net/publication/26492331\\_El\\_estres\\_calorico\\_y\\_su\\_amortiguamiento\\_a\\_traves\\_de\\_las\\_proteinas\\_del\\_estres\\_Hsp\\_-\\_Caloric\\_stress\\_and\\_your\\_deadening\\_to\\_the\\_heat\\_shock\\_protein\\_Hsp](https://www.researchgate.net/publication/26492331_El_estres_calorico_y_su_amortiguamiento_a_traves_de_las_proteinas_del_estres_Hsp_-_Caloric_stress_and_your_deadening_to_the_heat_shock_protein_Hsp)

Schieber, A., Berardini, N., & Carle, R. (2003). Identification of flavonol and xanthone glycosides from mango (*Mangifera indica* L. Cv. "Tommy Atkins") peels by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17), 5006–5011. doi:10.1021/jf030218f

Schmidt, E., Locatelli-Dittrich, R., Santin, E., & Paulillo, A. (2007). Patologia clínica em aves de produção – Uma ferramenta para monitorar a sanidade avícola – revisão. *Archives of Veterinary Science*, 12(3), 9-20. Retrieved from <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/70123/2-s2.0-44449149399.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serna, L., & Torres, C. (2015). Potencial agroindustrial de cáscaras de mango de las variedades Keitt, y Tommy Atkins (*Mangifera indica*). *Acta Agronómica*, 64(2), 110-115. doi:10.15446/acag.v64n2.43579

Serna, L., Torres, C., & Ayala, A. (2015). Evaluación de polvos alimentarios obtenidos de cáscaras de mango (*Mangifera indica*) como fuente de ingredientes funcionales. *Información tecnológica*, 26(2), 41-50. doi:10.4067/S0718-07642015000200006

Shioji, N., Hayashi, M., & Morimatsu, H. (2016). Kidney, fluid, and acid-base balance. *Masui the Japanese Journal of Anesthesiology*, 65(5), 503.

Silva, O. (2020). *Urgências e cuidados intensivos em aves exóticas*. Retrieved from [Universidade do Porto, Tesis maestral]. Repositorio digital: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/130850>

- Simaraks, S., Chinrasri, O., & Aegwanich, W. (2004). Hematological, electrolyte and serum biochemical values of indigenous Thai chickens (*Gallus domesticus*) in northeastern Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Tecnology*, 26(3), 425-430. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/26477053\\_Haematoogical\\_electrolyte\\_and\\_serum\\_biochemical\\_values\\_of\\_the\\_Thai\\_indigenous\\_chicken\\_Gallus\\_domesticus\\_in\\_Northeastern\\_Thailand?enrichId=rgreq-ffb7d685467da95f34ba5262ad951ebe-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWd](https://www.researchgate.net/publication/26477053_Haematoogical_electrolyte_and_serum_biochemical_values_of_the_Thai_indigenous_chicken_Gallus_domesticus_in_Northeastern_Thailand?enrichId=rgreq-ffb7d685467da95f34ba5262ad951ebe-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWd)
- Smith, G., & Mittendorfer, B. (2016). Sexual dimorphism in skeletal muscle protein turnover. *Jornual of Applied Physiology*, 120(6), 674-679. doi:10.1152/jappphysiol.00625.2015
- Soto, C., & Bert, E. (2010). Valoraciones clínicas de los problemas renales en aves ornamentales. *Revista Electrónica de Veterinaria. REDVET "Revista Electrónica de Veterinaria"*, 11(11B), 1-19. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617152003>
- Speer, B. (2016). *Current Therapy in Avian Medicine and Surgery*. Estados Unidos: Elsevier.
- Sperandio, L. (2013). *Anatomia e fisiologia das aves domésticas*. Brasil: © Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano).
- Srinivasan, R., Mageswari, A., Subramanian, P., Suganthi, C., Chaitanyakumar, A., Aswini, V., & Muthukalianan, K. (2018). Bicarbonate supplementation enhances growth and biochemical composition of *Dunaliella salina* V-101 by reducing oxidative stress induced during macronutrient deficit conditions. *Scientific Reports*, 8. doi:10.1038/s41598-018-25417-5
- Styles, D., & Phalen, D. (1998). Clinical Avian Urology. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, 7(2), 104-113. doi:10.1016/S1055-937X(98)80049-2
- Sudhakar, D., & Maini, S. (2000). Isolation and characterization of mango peel pectins. *Journal of Food Processing Preservation*, 24, 209-227.
- Sugiharto, S., Yudiarti, T., & Widiastuti, E. (2018). The potential of tropical agro-industrial by-products as functional feed for poultry. *Iranian Journal of*

- Applied Animal Science*, 8(3), 375-385. Retrieved junio 20, 2021, from [https://ijas.rasht.iau.ir/article\\_542614.html](https://ijas.rasht.iau.ir/article_542614.html)
- Sumaya, M., Sánchez, L., Torres, G., & García, J. (2012). Red de valor del mango y sus desechos con base en las propiedades nutricionales y funcionales. *Revista mexicana de agronegocios*, 30, 826-833. Retrieved abril 15, 2021, from <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/901>
- Tapia, R. (2015). *Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie, año 2012-2014*. Retrieved junio 21, 2022, from <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>
- Toth, M., Poehlman, E., Matthews, D., Tchernof, A., & MacCoss, M. (2001). Effects of estradiol and progesterone on body composition, protein synthesis, and lipoprotein lipase in rats. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 280, 496-501. doi:10.1152/ajpendo.2001.280.3.E496
- Vargas, O. (2016). *Avicultura*. Machala: UTMACH "Universidad Técnica de Machala". Retrieved mayo 21, 2021, from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6846>
- Vega, V. (2011, abril 25). *Enriquecimiento de la capacidad antioxidante y protección antimicrobiana del mango fresco cortado aplicando compuestos fenólicos de sus subproductos*. Retrieved 2021, from [Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Sonora, Tesis de posgrado]: [https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/170/1/Vega%20Vega\\_2011\\_MC.pdf](https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/170/1/Vega%20Vega_2011_MC.pdf)
- Velo, C. (2019). *¿Es la quercetina eficaz en el tratamiento de la enfermedad del hígado graso no alcohólico?* Retrieved febrero 13, 2022, from [Universidad Complutense, Tesis de grado]: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/CRISTINA%20VELO%20BUSTELO.pdf>
- Vladimirovna, F. (2016). Mangiferin Modulation of Metabolism and Metabolic Syndrome. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 42(5), 492-503. doi:10.1002/biof.1309.

Waxman, S., De Lucas, J., & Rodríguez, C. (2017). Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica, en medicina aviar (I): órganos de los sentidos, aparato respiratorio y urinario. *Panorama actual del medicamento*, 41(400), 121-131. Retrieved from 2017: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5853506>

Wittwer, F. (2021). *Manual de patología clínica veterinaria* (2da ed.). Chile: UACh.

Zhang, M., Zhang, H., Li, H., Lai, F., Li, X., Tang, Y., . . . Wu, H. (2016). Antioxidant Mechanism of Betaine without Free Radical Scavenging Ability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64, 7921-7930. doi:10.1021/acs.jafc.6b03592

## XIV. ANEXOS

### Anexo 1. Cronograma de actividades.

<b>Actividades</b>	<b>Meses</b>					
	<b>Julio</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>	<b>Enero</b>	<b>Septiembre</b>
<b>Entrega de Anteproyecto a Comisión de Titulación</b>	20					
<b>Paso del Anteproyecto al Consejo Directivo de Titulación</b>	27					
<b>Inicio de Crianza de Aves</b>		13				
<b>Culminación de la crianza de aves y toma de muestras</b>			8			
<b>Entrega de análisis de muestras de Laboratorio</b>				10		
<b>Tabulación de datos obtenidos</b>					9	
<b>Envío y revisión de informe final al supervisor</b>						6
<b>Pre- Sustentación de Tesis</b>						
<b>Sustentación de Tesis</b>						

## Anexo 2. Presupuesto.

Descripción	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Pollos BB (caja de 100 unidades)	3	\$ 65	·\$ 195
Alim. Balanceado x 88 lb-Com.	4	\$ 32	\$ 128
Insumos (maíz, soya, aceite y etc).	-	\$930	\$ 930
Vacunas	4	\$ 6	\$ 24
Medicinas y Multivitamínicos	7	\$6	\$ 42
Jabón Neutro y Acido (lt)	2	\$ 10	\$ 20
Desinfectantes galón (Lt)	4	\$ 15	\$ 60
Agua, bidones	30	\$ 1	\$ 30
Adecuación galpones	-	-	\$ 150
Viáticos (días)	70	\$ 15	\$ 1050
Cama (viruta) (ocasión)	20	\$ 20	\$ 400
Material eutanasia (guantes/tubos/envases, etc)	-	-	\$150
Análisis de bioquímica sérica (reactivos)	17	\$ 58,82	\$ 1000
Pruebas histopatológicas (formol, hematoxilina, eosina y otros materiales).	-	\$ 240	\$ 240
Equipos (Grameras/ gas, pilas, etc)	-	\$ 40	\$40
Prueba Bromatológica HCM	-		\$85
<b>TOTAL</b>			<b>\$4514</b>

Los gastos del proyecto de tesis serán compartidos con los integrantes de los siguientes proyectos de tesis:

- ✓ “Efecto de la harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) sobre la función y estructura hepática en pollos de engorde Cobb-500 criados en condiciones del trópico”. *Autores:* Cedeño Macías Jipson Joel & Lucio Guerrero Gladys Estefanía.
- ✓ “Efecto de la suplementación con harina de cáscara de mango (*Mangifera indica L*) sobre la respuesta productiva, perfil lipídico e histopatología intestinal de pollos de engorde”. *Autores:* Cedeño Rivas Denilson Oswaldo & Reyes Calle Melina Rosibel.

**Anexo 3.** Esquema del análisis de varianza.

<i>Fuente</i>	<i>Grados de libertad (GL)</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>F</i>
Total	Sexo x HCM R-1=29	SC total		
Sexo	Sexo -1= 1	SC Sexo	CM= SC Sexo/Sexo-1	SC Sexo/ CM E
Dosis HCM	HCM- 1= 2	SC HCM	CM= SC HCM/HCM-1	SC HCM/ CM E
Interacción Sexo x HCM	(Sexo-1)(HCM-1)=2	SC (Sexo x HCM)	CM (AB)= SC (AB)/(Sexo-1)(HCM-1)	MS (Sexo x HCM)/ SC E
Error	Sexo x HCM x r-1=18	SC E	CM E= SC E/Sexo HCM (r-1)	

**Anexo 4.** Descripción de los insumos empleados.

<b>Insumo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Casa Comercial</b>
Carbonato de Calcio	Nicovita	Vitapro
Fosfato Bicálcico	MCP 100% mineral	Phosphea
Lisina		
Metionina		
Premezcla	Oralvit	VIMIN
Antimicótico	Adisalm	Adilisa

**Anexo 5.** Lotización para el procesamiento de harina de mango.

<b>N° Lote</b>	<b>Peso Inicial (g)</b>	<b>Peso Final (g)</b>	<b>Temperatura °C</b>
1	7517	1176	62,7 %
2	4570	980	63,7%
3	2650	192	55,2%
4	3312	483	57,5%
5	2000	296	65,2%
6	2342	348	58,7%
7	5348	859	58,4%
8	2847	359	59,4%
9	2111	353	62,8%
10	4442	644	64,6%
11	5700	861	59,5%
12	5175	1103	57,8%
13	4640	783	63,5%
14	5945	930	56,8%
	<b>58599</b>	<b>9367</b>	

## Anexo 6. Análisis proximal de la harina de cáscara de mango.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA

ÁREA DE BROMATOLOGÍA



### RESULTADOS DE MUESTRA DE FORRAJE

**MUESTRA:** HARINA DE CASCARA DE MANGO  
**CODIGO:** H. C. MANG.  
**ESTUDIANTES:** Hidalgo López Gema Yiselle/Chiquito Arteaga Boris  
Erick/Cedeño Macías Jipson Joel/Lucio Guerrero Gladys Estefanía/Reyes Calle Melina Rosibel/Cedeño  
Rivas Denilson Oswaldo.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 17-nov-2021  
**FECHA DE PROCESAMIENTO:** 25-nov-2021  
**MATERIA SECA (MS) TAL COMO:** 94.49%

### RESULTADOS DE ANALISIS PROXIMAL

**PROTEINA CRUDA (MS):** 5.06 %  
**GRASA (E.E.) (MS):** 1.89 %  
**CENIZAS:** 3.32 %  
**FIBRA CRUDA:** 21.61 %  
**ELN:** 68.12 %



**LAB. RESPONSABLE:**

Ing. Katherine Moreira Sánchez

Lodana, 25 de noviembre/2021

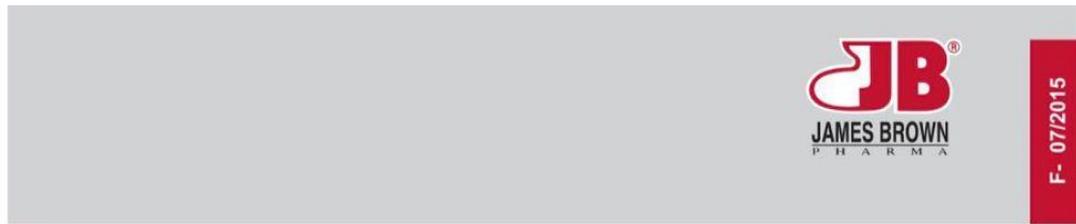
**EDIS GEOVANNY MACIAS RODRIGUEZ** Firmado digitalmente por  
EDIS GEOVANNY MACIAS  
RODRIGUEZ  
Fecha: 2021.11.25 09:18:16  
-05'00'

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D

Resp. Lab. Bromatología



## Anexo 7. Ficha técnica de vacuna Gumboro.



PRODUCTO:

### GUMBO-VAC

Vacuna Aviar contra Gumboro.

PARA ESPECIES:



DESCRIPCIÓN:

Vacuna liofilizada de virus vivo modificado, contra la enfermedad de Gumboro

COMPOSICIÓN:

Contiene:  
Virus vivo modificado Cepa Lukert intermedia.

INDICACIONES:

Vacuna para la prevención e inmunización de aves sanas (reproductoras, pollos de engorde, pollas de reemplazo), contra la enfermedad de Gumboro.

DOSIS:

Intranasal y Ocular: 1 gota.

En el agua de bebida: Incorpore la vacuna reconstituida de acuerdo a la siguiente tabla:

Edad de ave	Litros de agua			
	50 Ds	100 Ds	500 Ds	1000 Ds
10 a 20 días	0,5	1	5	10
8 semanas	1	2	10	20
Más de 12 semanas	2	4	20	40

ADVERTENCIAS:

- Controle que todas las aves tengan acceso al mismo tiempo al agua con la vacuna.
- Evite otras fuentes de suministro de agua.
- Una vez reconstituido use inmediatamente el producto, no guarde sobrantes
- Incinere los sobrantes y los envases, elimine en lugares autorizados.
- Conservar en refrigeración entre 2° a 8°C. No congelar
- **Mantener fuera del alcance de los niños.**
- Venta con prescripción Médico Veterinaria.

REGISTRO:

Ecuador Reg. No.4A-6925-AGROCALIDAD

Elaborado por **JAMES BROWN PHARMA C.A.**  
San Javier N26-135 y Orellana. Quito. Ecuador.  
Telf.: (593-2) 223-9255/ 254-0137 \* Fax: 256-4295 \*  
www.jamesbrownpharma.com



PRESENTACIÓN:

Frasco x 50 dosis  
Frasco x 100 dosis  
Frasco x 500 dosis  
Frasco x 1000 dosis  
(+ diluyente)

ADMINISTRACIÓN:

Via ocular, nasal, agua de bebida y aspersión.

Uso veterinario.

CONTINUA



## Anexo 8. Ficha técnica de vacuna Newcastle+ Bronquitis.

### Descripción

### Información adicional

Vacuna para la prevención de las enfermedades de Newcastle y Bronquitis infecciosa. BIO-AVI-BRON-VAC BI ha sido especialmente elaborada en huevos SPF embriagados para obtener un alto nivel de seguridad.

Registro Sanitario:

4A-11987-AGROCALIDAD



Dosis:

1 gota vía ocular, nasal y oral en el agua de bebida a 4 a 16 días de edad en aves broiler, postura y reproductoras.

Composición

Cada dosis contiene: Virus de Newcastle Cepa La Sota – 10<sup>6.5</sup>

Virus de Bronquitis tipo MASS – 10<sup>4.0</sup>

Excipientes c.s.p. – 1 dosis

## Anexo 9. Ficha técnica de multivitamínico VITAMAX.

### Descripción

## Descripción

### CARACTERÍSTICAS:

Aves, terneros, pollos, cerdos: Estimula la producción de huevos, mejora la incubación, corrige las deficiencias alimenticias, ideal como preventivo ante condiciones de estrés postvacunales, despido, traslados, cambios de alimentos, variación de temperaturas ambientales.

### DOSIS:

Dosis preventiva: 1 cucharadita de 5 g en 6 litros de agua/5 días ó 1 envase de 500 g en 600 litros de agua/5 días. Dosis curativa: 2 cucharaditas de 5 g en 6 litros de agua ó 2 envases de 500 g en 600 litros de agua/5 días. Terneros y pollos: 1 cucharadita diaria/7 días. Cerdos: En el agua de bebida 1 cucharadita /6 litros de agua.

### COMPOSICIÓN:

Ácido Nicotínico	6 897 mg/500 g
Calcio	5 000 mg/500 g
Calcio, Pantotenato	1 873 mg/500 g
Estreptomina	13 797 mg/500 g
Fósforo	2 450 mg/500 g
Penicilina	27 503 mg/500 g
Vitamina A (Retinol)	2 207 503 UI/500 g
Vitamina B12 (Cianocobalamina-Cobanamida)	2 207 ug/500 g
Vitamina B2 (Riboflavina)	1 653 mg/500 g
Vitamina B6 (Piridoxina)	110 mg/500 g
Vitamina C (Ácido Ascórbico)	543 mg/500 g
Vitamina D3	110 373 UI/500 g
Vitamina E (Alfa Tocoferol)	880 mg/500 g
Vitamina K	880 mg/500 g

### PRESENTACIÓN

30 envases de 705 g



## Anexo 10. Fichas técnicas de multivitamínico ELECTRAVITE.

### PRODUCTO:

## ELECTRAVITE

Reconstituyente Oral.

### PARA ESPECIES:



### DESCRIPCIÓN:

Polvo Soluble. Multivitamínico mas electrolitos.

### COMPOSICIÓN:

Contiene:	Acido nicotínico	
Vitamina A	Acido fólico	
Vitamina D3	Acido pantoténico	
Vitamina E	Biotina	
Vitamina K	Melatonina	
Vitamina B2	Cloruro de potasio	
Vitamina B6	Cloruro de sodio	
Vitamina B1	Citrato de sodio	
Vitamina B12		
Vitamina C		

### INDICACIONES:

Para evitar el estrés debido a variaciones climáticas, transporte, vacunaciones, despique, deshidratación, prácticas de manejo inadecuadas y carencias por alimentos incompletos.

### DOSES:

Disolver 1g de Electravite por litro de agua; preparar la cantidad necesaria de acuerdo al número y edad de los animales.

### ADVERTENCIAS:

- Almacenar en un lugar fresco y seco, protegido de la luz.
- Una vez preparada la solución deberá utilizarse dentro de las siguientes 12 horas.
- Los envases eliminar en lugares autorizados.
- **Mantener fuera del alcance de los niños.**
- Venta libre.



### PRESENTACIÓN:

Cajas x 50 sobres de 20 g  
Pomo x 100 g  
Balde x 2.5 Kg

### ADMINISTRACIÓN:

Vía oral, disuelto en el agua de bebida.

Uso Veterinario.



## Anexo 11. Ficha técnica de expectorante empleado.



**FAVETEX**  
SALUD ANIMAL  
FARMACOS VETERINARIOS DEL ECUADOR

### BROMEXIN - 12 EXPECTORANTE COMPLETO

#### COMPOSICIÓN

##### CADA 100 ml CONTIENE:

Aceite de Eucalipto ..... 6 g      Ácido Acetil Salicílico ..... 4 g      Excipientes C.S.P. .... 100 ml  
Bromhexina HCL ..... 1 g

#### INDICACIONES

El BROMEXIN - 12 actúa muy bien en los síndromes respiratorios como expectorante mucolítico reduciendo la viscosidad del moco e incrementa la actividad de los cilios traqueo-bronquiales, además contiene Ácido Acetil Salicílico que controla los incrementos de temperatura o estados febriles en estos cuadros.

#### DOSIFICACIÓN Y FORMA DE ADMINISTRACIÓN

##### ESPECIE DE DESTINO

Aves / Porcinos



##### USO ORAL

**Aves:** Diluir 0,5ml por litro de agua de bebida.

**Cerdos:** Diluir 1ml por litro de agua de bebida.

La preparación del producto debe realizarse al abrigo de la luz, se recomienda hacer una pre-disolucion concentrada del producto y luego de homogenizar agregar esta mezcla al volumen total de agua a medicar. cambiar el agua de bebida mezclada cada 12 horas.

##### PRECAUCIONES

No administrar en combinación con otros medicamentos. No fumar, no comer, ni beber durante la manipulación del producto. Mantener el

producto bien cerrado protegido de la luz y el calor. Leer la etiqueta antes de administrar el producto.

##### ADVERTENCIAS

Mantener fuera del alcance de los niños. No arrojar a ríos, canales, ni afluentes de agua. Los envases y residuos de producto enterrarlos en lugar seguro.

##### CONTRAINDICACIONES

No administrar a animales cuyos huevos se destine a consumo humano.

##### PRESENTACIONES

Envases: 60 ml - 120 ml - 1 lt - 1 Galón - Caneca 20 lt

##### No. REGISTRO

6E-13688 AGROCALIDAD

**Oficinas y Planta:**  
Lote Industrial INMACONSA,  
Mz. 28 S. 3 Km. 12,5 Vía a Daule

**Teléfonos:**  
042 - 103798 / 042 - 103531 / 0988820668  
**E-mail:**  
info@favetex.com

**WWW.FAVETEX.COM**

## Anexo 12. Fichas técnicas de antibióticos empleados (Fullxacina-12 y Gandexil).



**FAVETEX**  
SALUD ANIMAL  
FARMACOS VETERINARIOS DEL ECUADOR

**FULLXACINA - 12**  
ENROFLOXACINA - SOLUCIÓN ORAL

### COMPOSICIÓN

#### CADA 100 ml CONTIENE:

Enrofloxacin.....12 g

Dipirona.....5 g

Excipientes C.S.P.....100 ml

### INDICACIONES

**FULLXACINA - 12** es un antibiótico de amplio espectro de acción bacteriana, por su combinación de Enrofloxacin y Dipirona tiene una gran eficacia en los procesos infecciosos, antiinflamatorios y febriles. Posee gran efectividad contra las bacterias (Gram+, Gram-), tales como: Colibacilosis, Salmonelosis, Coriza infecciosa, Cólera aviar y procesos respiratorios combinados.

### DOSIFICACIÓN Y FORMA DE ADMINISTRACIÓN

#### ESPECIE DE DESTINO

Aves / Porcinos / Terneros



#### USO ORAL

**Aves:** Diluir 0.5 - 1 ml por litro de agua de bebida, lo que se consigue 10-20 mg por kg de peso vivo (1 ml por 10 kg de peso vivo). Administrar de 3 a 5 días consecutivos.

**Porcinos y Terneros:** Diluir 1 ml por 10 kg de peso vivo. Administrar durante 4-5 días consecutivos.

A fin de lograr mezclas uniformes se recomienda efectuar una predilución en un recipiente pequeño y luego que sea mezclado completamente adicionarlo al restante volumen de agua de bebida.

#### CONTRAINDICACIONES

No se recomienda su uso cuando se estén administrando vacunas.

#### PRECAUCIONES

No administrar en combinación con otros medicamentos. No fumar, no comer, ni beber durante la manipulación del producto. Mantener el envase bien cerrado protegido de la luz y el calor. Leer la etiqueta antes de administrar el producto.

#### ADVERTENCIAS

Mantener fuera del alcance de los niños. No arrojar a ríos, canales, ni afluentes de agua. Los envases y residuos de producto enterrarlos en lugar seguro.

#### PRESENTACIONES

Envases: 10ml - 20 ml - 60 ml - 120 ml - 1 lt - Galón

#### No. REGISTRO

1C-14014- AGROCALIDAD

**Oficinas y Planta:**  
Lote Industrial INMACONSA,  
Mz. 28 S. 3 Km. 12,5 Vía a Daule

**Teléfonos:**  
042 - 103798 / 042 - 103531 / 0988820668  
**E-mail:**  
info@favetex.com

**WWW.FAVETEX.COM**

# GANADEXIL ENROFLOXACINA 10%

Solución Oral

Solución oral para administración en el agua de bebida

Uso Veterinario

LABORATORIO

**invesa**  
Industrial Veterinaria S.A.



ESPECIES DE DESTINO



## COMPOSICIÓN

Enrofloxacin, 100 mg

Excipientes, 1 ml

## PRESENTACIONES

10 ml gotero

100 ml gotero

1 Litro

5 Litros

## REGISTRO SANITARIO

2C1-4428-AGROCALIDAD

Dispensación con receta veterinaria

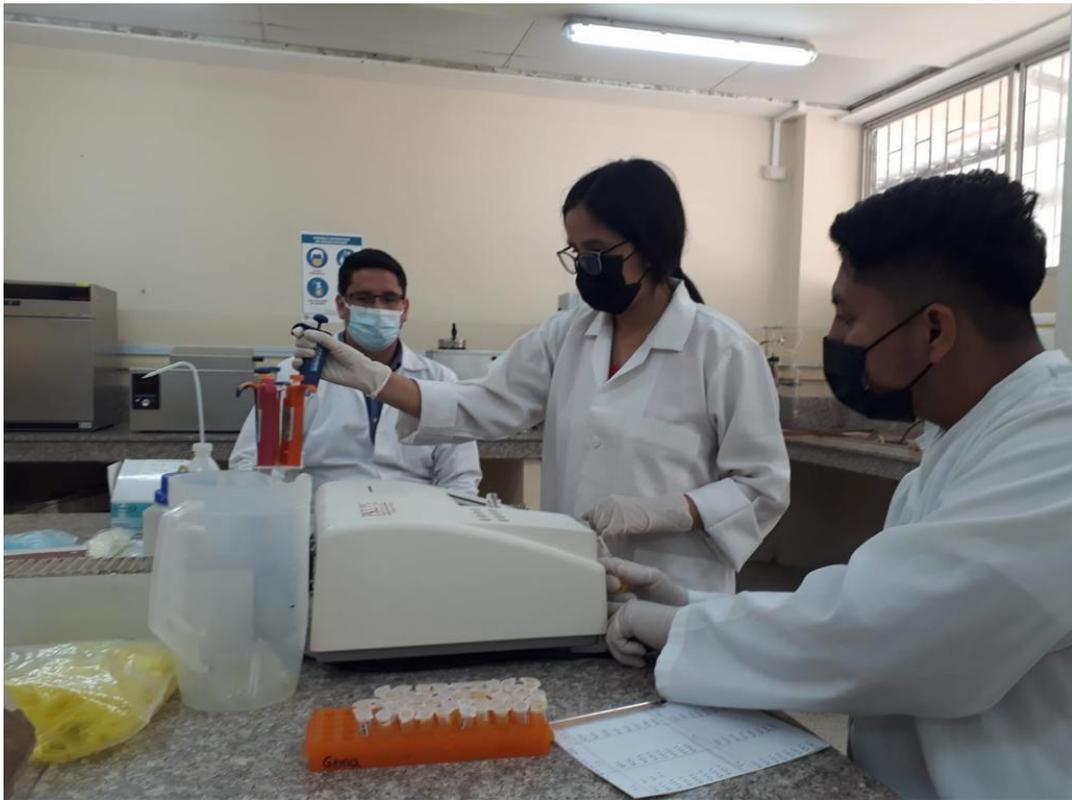
**Anexo 13.** Preparación de Harina de Cáscara de Mango.



**Anexo 14.** Adecuación del galpón de crianza.



**Anexo 15.** Determinaciones bioquímicas.



**Anexo 16.** Observación de placas histológicas del tejido renal en el microscopio.



**Anexo 17.** Mediciones del diámetro de los glomérulos.

