



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO Y
ZOOTECNISTA**

TEMA:

**EFFECTO DEL SUPLEMENTO DIETARIO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
SOBRE LA HISTOPATOLOGÍA PULMONAR, MORFOMETRÍA ÓSEA Y
ESTRUCTURA CARDIACA DE POLLOS DE ENGORDE**

AUTORES:

**GARCÍA GARCÍA GABRIEL OMAR
ZAMBRANO VERA MARÍA GABRIELA**

TUTOR:

DR. SIXTO REYNA GALLEGOS PhD.

LODANA – MANABÍ

2022

TEMA:

EFECTO DEL SUPLEMENTO DIETARIO DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*)
SOBRE LA HISTOPATOLOGÍA PULMONAR, MORFOMETRÍA ÓSEA Y
ESTRUCTURA CARDIACA DE POLLOS DE ENGORDE

DEDICATORIA 1

Este trabajo de tesis primeramente está dedicado a Dios, ya que él es inspiración a lograr lo que se proponga en la vida y gracias a él he podido lograr culminar mi carrera. A la memoria de mi padre Francisco García Macías que gracias a los valores que él me enseñó durante mi niñez, he logrado ser un hombre de bien. A mi madre María Monserrate García Zambrano que en todo momento ha estado conmigo brindándome su apoyo y sus consejos para hacer mejor cada día. A mis hermanos por el apoyo incondicional y compañía a lo largo de esta carrera.

Gabriel Omar García García

DEDICATORIA 2

Esta tesis la dedico a mi madre María Elena Vera Macías por su sacrificio y esfuerzo que realizo para brindarme la oportunidad de tener una profesión para mí futuro y además por creer en mi capacidad.

A mi padre y hermanos por otorgarme la fortaleza como también la perseverancia en que mi único trabajo temporalmente en la universidad fue estudiar.

A mi pareja, que has estado conmigo en los momentos más turbulentos, estuviste motivándome y apoyándome hasta donde tus alcances lo permitían.

María Gabriela Zambrano Vera

AGRADECIMIENTO 1

A Dios por haberme regalado la vida, por darme las fuerzas necesaria para luchar y lograr lo que me proponga, porque él ha estado conmigo a cada paso que doy.

A mi madre que nunca ha dejado de estar a mi lado ayudándome y motivando en mi formación como profesional, su lucha inalcanzable ha hecho un gran ejemplo a seguir. A mis hermanos por haberme brindado apoyo siempre en lo que necesitara ya que sin ellos no hubiera logrado conseguir esta meta, gracias por acompañarme siempre.

A mi hermano Edison Ricardo García García, gracias por estar en los buenos y malos momentos de mi vida, siempre estás ahí para apoyarme. Gracias por tus maravillosos consejos que me han servido mucho en esta vida.

A mi cuñada Narcisa Calderón por darme palabras de aliento y ser una persona que me ha brindado su confianza y fortaleza para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A José Guerrero Casado por enseñarme el valor de la amistad, por guiarme como estudiante responsable durante mi formación como profesional.

A Sixto Reyna Gallegos por su amistad, por guiarme durante este trabajo de tesis como tutor, su modelo de persona ya que es inspiración a ser una gran persona, gran maestro, gran docente lleno de ética y valores que me servirán de gran ayuda en mi vida como profesional.

A cada docente que impartieron sus conocimientos durante mi vida universitaria, permitiéndome adquirir los conocimientos necesarios para poner en práctica durante mi vida como profesional.

Gabriel Omar García García

AGRADECIMIENTO 2

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento, a quienes caminaron y fueron en todo momento mi apoyo, motivación y fortaleza. En que esta mención es especial es para Dios, mis padres, mis hermanos.

Además, descubrí que por más que disfrute trabajar sola, siempre obtendré un mejor resultado si lo realizo con la compañía perfecta, que mientras se ha desarrollado esta tesis se presentaron muchos momentos en las cuales pareciera que los deberes y compromisos afectaba mi vida, pero en ese momento de dificultad la ayuda idónea llega justo cuando lo necesite. Por este mismo motivo quiero agradecerle a mi pareja, por el apoyo en cada decisión que he tomado y además por la paciencia, porque gracias a ti hoy puedo con alegría presentar y disfrutar esta tesis

Mi gratitud a la Universidad por permitirme convertirme en un profesional en lo que tanto que me apasiona, gracias a cada docente que fue parte de este proceso integral de formación. Por último, un agradecimiento sincero a mi tutor Dr. Sixto Reyna y mi revisor el Dr. Bulnes por haberme guiado y brindado la oportunidad de recurrir a su conocimiento científico durante el desarrollo de esta tesis.

María Gabriela Zambrano Vera

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dr. Sixto Reyna Gallegos, certifica que la tesis en modalidad investigativa titulada: “Efecto del suplemento dietario de tomate (*Solanum lycopersicum*) sobre la histopatología pulmonar, morfometría ósea y estructura cardiaca de pollos de engorde”, es trabajo original de los señores egresados García García Gabriel Omar y Zambrano Vera María Gabriela, el cual ha sido realizado bajo mi dirección.

Dr. Sixto Reyna Gallegos, PhD

DIRECTOR DE TESIS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ.
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

TEMA:

“Efecto del suplemento dietario de tomate (*Solanum lycopersicum*) sobre la histopatología pulmonar, morfometría ósea y estructura cardiaca de pollos de engorde”

TESIS DE GRADO.

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

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR EL TRIBUNAL

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D
DECANO FCV

Dr. Juan José Zambrano
PRESIDENTE DE TRIBUNAL

Dr. Emir Ponce Ross
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Daniel Burgos Macías
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR

En calidad de autores de este trabajo nos responsabilizamos del contenido de esta tesis de grado y a la vez declaramos que es un trabajo totalmente original. Queda prohibida la reproducción, total o parcial, de este documento, sin previa autorización de los autores.

AUTORES:

Egdo. García García Gabriel Omar.

Egda. Zambrano Vera María Gabriela.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA:	2
DEDICATORIA 1	3
DEDICATORIA 2	4
AGRADECIMIENTO 1	5
AGRADECIMIENTO 2	6
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	7
DECLARACIÓN SOBRE LOS DERECHOS DE AUTOR	9
RESUMEN	12
ABREVIATURAS	14
1. INTRODUCCIÓN	15
2. ANTECEDENTES	17
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
5. HIPÓTESIS	20
6. OBJETIVOS	21
6.1. Objetivo general.	21
6.2. Objetivos Específicos.	21
7. MARCO TEÓRICO	22
7.1. TOMATE	22
7.2. COMPOSICIÓN DEL TOMATE	22
7.3. LA AVICULTURA EN ECUADOR	23
7.4. MINERALIZACIÓN Y DESARROLLO DE TEJIDO ÓSEO	24
7.5. ANATOMÍA DEL PULMÓN EN AVES DE ENGORDE	25
7.5.1. PARABRONQUIOS	25
7.6. ANATOMIA DEL CORAZON EN AVES	26
7.7. EFECTO DE LOS CLIMAS TROPICALES EN LOS PULMONES, CORAZÓN Y TEJIDO ÓSEO (TIBIA)	26
8. METODOLOGÍA	28
8.1. Ubicación	28
8.2. Tipo de Estudio	28
8.3. PROCEDIMIENTO	28

8.3.1.	Aves y Manejo en General	28
8.3.3.	Tratamientos y Diseño Experimental	31
8.3.4.	Histopatología del pulmón y estructura del corazón	32
8.3.5.	Morfometría ósea de la tibia	32
8.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
9.	RESULTADOS	35
10.	DISCUSIÓN	41
11.	CONCLUSIONES	45
12.	RECOMENDACIONES	46
13.	CRONOGRAMA VALORADO	47
14.	PRESUPUESTO	48
15.	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	60

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue establecer el efecto de la suplementación con harina de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la dieta de pollos de engorde criados en condiciones de trópico y en galpones convencionales. Se utilizaron 300 pollitos de línea de Cobb 500, de un día de edad y un peso promedio de $48,8 \pm 2,6$ g. A los 28 días de edad, las aves fueron distribuidos en seis tratamientos con 5 repeticiones derivados de los factores: harina de tomate (HT) con tres niveles: 0%, 1% y 2%, distribuidos en (hembras y machos). Para ello se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, con arreglo factorial 3x2. A los 42 días la fase experimental se seleccionaron aleatoriamente dos individuos por repetición, a fin de evaluar la morfometría ósea, mediante su masa, longitud, volumen, densidad, índice de Seedor, índice Quetelet y índice Robusticidad; la estructura pulmonar, al evaluar su peso relativo, diámetro y área de los parabronquios y cardiaca a través del peso relativo y grosor del ventrículo izquierdo. Las diferencias entre medias se calcularon utilizando el test de comparación múltiple de Tukey. Los datos fueron procesados mediante Minitab Versión 18. La suplementación mejoró significativamente ($P < 0,05$) los indicadores de mineralización ósea, mientras que la densidad no fue diferente entre tratamientos ($P > 0,05$). El peso relativo del pulmón fue superior en los tratamientos no suplementados con HT, mientras que en el diámetro de los parabronquios fue mayor en los tratamientos T3, T5, T6 respecto de T1, T2, T4 ($P < 0,05$). En el área de los parabronquios fue mayor al suplementar con 2 % de HT que en tratamientos no suplementados o suplementados con HT al 1%. El peso relativo del corazón fue mayor en pollos no suplementados ($P < 0,0001$), mientras que el grosor del ventrículo izquierdo reflejo tendencias a ser superior en dosis de HT 1 % con respecto del 0 % y 2 % de HT ($P = 0,526$). Se concluye que la suplementación dietaria con HT mejora la morfometría ósea, cardiaca y pulmonar, principalmente en pollos de engorde machos.

Palabras clave: Harina de tomate, tibia, parabronquio, ventrículo, morfometría.

SUMMARY

The objective of this research was to establish the effect of supplementation with tomato flour (*Solanum lycopersicum*) in the diet of broilers raised in tropical conditions and in conventional sheds. We used 300 Cobb 500 line chicks, one day old and an average weight of 48.8 ± 2.6 g. At 28 days of age, the birds were distributed in six treatments with 5 repetitions derived from the factors: tomato meal (HT) with three levels: 0%, 1% and 2%, distributed in (females and males). For this, a one-way analysis of variance (ANOVA) was used, with 3x2 factorial arrangement. At 42 days, the experimental phase randomly selected two individuals per repetition, in order to evaluate bone morphometry, using their mass, length, volume, density, Seedor index, Quetelet index and Robustness index; the lung structure, by assessing its relative weight, diameter and area of the parabronchi and cardiac through the relative weight and thickness of the left ventricle. Mean differences were calculated using Tukey's multiple comparison test. The data was processed using Minitab Version 18. Supplementation improved significantly ($P < 0.05$) the indicators of bone mineralization, while density was not different between treatments ($P > 0.05$). The relative weight of the lung was higher in treatments not supplemented with HT, while in the diameter of the parabronchus was greater in the treatments T3, T5, T6 compared to T1, T2, T4 ($P < 0.05$). In the area of parabronchus, it was higher when supplementing with 2% HT than in treatments not supplemented or supplemented with HT at 1%. The relative weight of the heart was higher in uncomplicated chickens ($P < 0.0001$), while the thickness of the left ventricle reflected tendencies to be higher in doses of HT 1 % with respect to 0 % and 2 % of HT ($P = 0.526$). It is concluded that dietary supplementation with HT improves bone, cardiac and pulmonary morphometry, mainly in male broilers.

Keywords: Tomato flour, tibia, parabronchus, ventricle, morphometry.

ABREVIATURAS

CaCO₃: Carbonato de calcio

CaO: Óxido de calcio

CO₃H: Bicarbonato

CO₂: Dióxido de carbono

H: Hidrógeno

HT: Harina de tomate

ICC: Congestión insuficiencia cardíaca

OH: Hidroxilo

ROS: Especies reactivas al oxígeno

SA: Síndrome ascítico

SHP: Síndrome de Hipertensión Pulmonar

T: Tratamiento

1. INTRODUCCIÓN

Debido a su disponibilidad, facilidad de acceso y contenido nutricional, el pollo de engorde es fundamental en la alimentación de la población (FAO, 2013; Martínez & Mora, 2010), alcanzando un consumo per cápita de 30,43 kg/año en el Ecuador (CONAVE, 2019). Aunque el crecimiento de la industria avícola tiene mayor potencial en las regiones tropicales (Daghir, 2008), la temperatura en estas regiones, como es el caso de la región litoral del Ecuador, oscila entre 28 a 35 °C (INAMHI, 2020), sobrepasa la termoneutralidad de los pollos de engorde: entre 18 a 20 °C (Hernández, 2009). La gran diferencia de las aves con respecto a otros animales domésticos es que éstas no poseen glándulas sudoríparas, con las cuales regular la temperatura corporal, por lo que hacen uso de uno de los mecanismos que le permite disipar el calor en la que aumentan la tasa respiratoria para aumentar el enfriamiento por evaporación (Hu *et al.*, 2019).

El estrés por calor genera disfunción mitocondrial, al ver aumento de temperatura corporal y de los glucocorticoides circulantes, provoca una supresión de la actividad del complejo mitocondrial, que están relacionados con el estrés oxidativo, inducido por el estrés calórico. El estrés calórico produce radicales libres, que, al exceder el sistema de defensa antioxidante, provocan daños oxidativos, dañando los componentes de las células, incluidas proteínas, los lípidos y el ADN (Wasti *et al.*, 2020), conduciendo a una descompensación metabólica e incidiendo sobre la estructura cardíaca. La peroxidación lipídica, producto de estos desórdenes puede alterar las propiedades de la membrana mitocondrial y del retículo sarcoplásmico, cruciales para el funcionamiento normal de los cardiomiocitos (Nain *et al.*, 2008).

Por otra parte, el daño oxidativo induce una serie de respuestas en el tejido pulmonar, como inducción a la inflamación, edema pulmonar e irritación bronquial, ocasionando un daño mayor y la liberación de especies reactivas adicionales (Cismowski & Rogers, 2017). Adicionalmente, el daño oxidativo se correlaciona con apoptosis de osteocitos, provocando un desequilibrio a favor de osteoclastogénesis, conduciendo a la pérdida de masa ósea (Domazetovic *et al.*, 2017).

Las lesiones celulares causadas por los radicales libres pueden ser prevenidas o reducidas por la actividad de antioxidantes presente en frutas y hortalizas (González *et al.*, 2000). Sin

embargo, el desperdicio de estos alimentos corresponde a aproximadamente el 50% de su producción (FAO, 2012). En este contexto, el tomate, una de las hortalizas más ampliamente cultivadas (Farcas *et al.*, 2019), es fuente de carotenoides, en particular de licopeno, que conserva sus propiedades funcionales después de ser procesado, no presenta toxicidad y posee efectos antioxidantes, antiinflamatorios y quimioterapéuticos sobre las enfermedades cardiovasculares, pulmonares y neurodegenerativas (Cruz *et al.*, 2013).

De esta manera, la presente investigación evaluó el efecto de la suplementación con harina de tomate en la alimentación sobre la estructura cardíaca y pulmonar, así como las variables morfométricas del tejido óseo de pollos de engorde criados en galpones convencionales.

2. ANTECEDENTES

La tasa de crecimiento de los pollos de engorde hace de la industria avícola una de las actividades pecuarias más productivas y rentables (Silva, 2016). Sin embargo, las mejoras genéticas que propician este acelerado crecimiento, no se correlacionan con el desarrollo de los pulmones y el corazón, ya que estos órganos tienen el mismo tamaño (Martín et al., 2017). Los pollos de engorde son particularmente susceptibles al estrés (Hernández, 2019), incrementando la producción de especies reactivas (Huerta *et al.*, 2005), de allí que los bioactivos de vegetales, con propiedades antioxidantes, tienen el potencial de mitigar los efectos del estrés (Hu *et al.*, 2019).

En el caso del tomate (*Solanum lycopersicum*), su efecto protector frente a enfermedades cardíacas, se ha atribuido al carotenoide licopeno y otros bioactivos como el ácido ascórbico, tocoferol, β -caroteno, ácidos fenólicos, flavonoides, folatos; y fibra (Navarro & Periago, 2016). En ratones, el licopeno redujo la citotoxicidad celular y la producción de especies reactivas del oxígeno (ROS) en células cultivadas *in vitro*, mientras que *in vivo*, se han registrado efectos beneficiosos sobre el desequilibrio redox y la inflamación, reduciendo el daño oxidativo en el parénquima pulmonar y evitando el inicio del proceso inflamatorio en ratones expuestos al humo de cigarrillo en periodos cortos (Campos *et al.*, 2017; Nasir *et al.*, 2015).

En humanos suplementados con licopeno o productos a base de tomate, se han observado efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antiaterogénicos, cardioprotectores y de antiagregante plaquetario, mejorando la función endotelial (biodisponibilidad del óxido nítrico y flujo sanguíneo), el perfil metabólico (al reducir la síntesis de colesterol) y el control de la presión arterial (Mozos *et al.*, 2018; Thies *et al.*, 2017).

En estudios *in vitro* han demostrado que el licopeno inhibe la diferenciación y activación de los osteoclastos y facilita la diferenciación y proliferación de osteoblastos. Por tanto, es posible que el licopeno actúe directamente sobre el metabolismo óseo sin interferir con la vía del estrés oxidativo, mientras que la ingesta de licopeno *in vivo* inhibió significativamente la resorción ósea, suprimiendo así la pérdida ósea en ratas ovariectomizadas (Iimura *et al.*, 2014; Russo *et al.*, 2020).

3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación, pretende demostrar la utilidad del tomate en la alimentación animal, para mitigar los efectos del ambiente tropical sobre la estructura pulmonar, cardíaca y ósea en pollos de engorde, además de haber considerado que las pérdidas y desperdicios de tomate, como también de otras hortalizas superan el 50% de su producción, que fueron un alimento apropiado para el consumo humano. Pero que se han descartado por que han perdido algún atributo cualitativo en alguna fase de la cadena alimenticia e impactando negativamente al medio ambiente, porque hacen el uso inapropiado de los recursos naturales y además la descomposición de desechos orgánicos contribuyen a la emisión de gases como el metano de efecto invernadero (HLPE, 2014).

Los pollos de engorde se caracterizan por su rápido crecimiento y desarrollo de los músculos pectorales que conforman la pechuga; esto se asocia con problemas en el esqueleto cartilaginoso inmaduro ocasionando una alta incidencia de anomalías de las patas y tejido óseo, mientras que en el sistema cardiopulmonar el aumento de masa muscular incrementa los requerimientos de flujo sanguíneo, provocando dificultades en el proceso de oxigenación (Pym, 2013). En ese sentido, la presente investigación se justifica, al existir limitada información respecto a la suplementación con harina de tomate en la dieta de aves y sus potenciales efectos en la estructura cardíaca, pulmonar y la morfometría ósea de pollos de engorde criados en condiciones de trópico en galpones convencionales.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo y la alimentación de pollos de engorde tiene un papel relevante en una respuesta productiva adecuada (Andrade *et al.*, 2017). Sin embargo, en crianzas de aves de líneas actuales, se caracteriza por su rápido crecimiento y una alta demanda de oxígeno, la cual incrementa el flujo sanguíneo y la presión arterial pulmonar, acompañado de un aumento similar en la ventilación pulmonar, ocasionando un desequilibrio en la relación ventilación-perfusión, en que es la causa de hipertrofia cardíaca derecha (González *et al.*, 2000). La tasa de crecimiento extremadamente rápida de los pollos de engorde genera una gran presión en los esqueletos cartilagosos inmaduros, provocando una alta incidencia de anomalías en las patas y el esqueleto (FAO, 2013).

Por otra parte, muchos alimentos se pierden a lo largo de la cadena alimentaria, que conlleva el desperdicio de recursos como tierra, agua, energía e insumos, al producir alimento que no va a consumirse atribuye emisiones innecesarias de CO_2 que favorecen al calentamiento global y cambio climático, así impacta negativamente al medio ambiente (Mazariegos, 2016).

Ya que se atribuyen a los vegetales la capacidad de prevenir diversas enfermedades, debido a las propiedades antioxidantes de sus compuestos polifenólicos y otros bioactivos es necesario investigar en la alimentación de las aves el potencial de estos productos que, por su elevada tasa de desperdicios, tendrían escaso interés comercial (Oliveira *et al.*, 2009). Por tal razón se desea conocer el efecto de la inclusión de la harina de tomate sobre estructura pulmonar, cardíaca y variables morfométricas en la tibia de pollos de engorde criados en ambientes tropicales pues existe escasa información al respecto.

Con estos antecedentes se planteó: ¿Cuál es el efecto de la suplementación con harina de tomate sobre la estructura pulmonar, cardíaca y variables morfométricas del tejido óseo de pollos de engorde criados en galpones convencionales?

5. HIPÓTESIS

La suplementación con harina de tomate mejora la estructura pulmonar y cardíaca, además de las variables morfométricas del tejido óseo de pollos de engorde criados en galpones convencionales.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general.

- Establecer el efecto de la suplementación con harina de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la dieta de pollos de engorde, sobre la estructura pulmonar, cardíaca y ósea.

6.2. Objetivos Específicos.

- Analizar, mediante pruebas histopatológicas, el efecto de la suplementación con harina de tomate sobre la integridad pulmonar.
- Evaluar indicadores morfométricos de la tibia de pollos de engorde no suplementados y suplementados con diferentes dosis de harina de tomate.
- Analizar el efecto de la suplementación con harina de tomate sobre el ventrículo izquierdo.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. TOMATE

El tomate, tanto fresco como procesado, es uno de los frutos más importantes del mundo y es el segundo cultivo de hortalizas más explotado. El tomate pertenece al orden de las *Solanáceas*, familia de las *Solanáceas*, género *Solanum*, especie *lycopersicum* (Tabla 1) Heuvelink (2018). En sus inicios fue utilizada como planta ornamental y no fue hasta finales del siglo XVIII cuando comenzó a cultivarse con fines alimentarios, aumentando su consumo hasta hacerse muy popular, se postula que la fruta es originaria del Perú y su nombre proviene del azteca Tomat (FEN, 2013).

Tabla 1. Taxonomía del tomate

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Viridiplantae</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanáceas</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especies	<i>S. lycopersicum</i>

Fuente: Heuvelink (2018).

7.2. COMPOSICIÓN DEL TOMATE

Dependiendo de la definición escogida, el tomate (*Solanum lycopersicum*), puede ser considerado un alimento funcional o bien, saludable. Teniendo un efecto protector que se ha atribuido principalmente a un componente bioactivo denominado licopeno. Pero además de licopeno, los tomates contienen otros compuestos bioactivos tales como el ácido ascórbico, tocoferol, β -caroteno, ácidos fenólicos, flavonoides, folatos, fibra, y otros menos conocidos como esculeosido A, fitoeno y fitoflueno, los cuales tras diversas investigaciones científicas parecen tener algún efecto positivo sobre la salud (Navarro *et al.*, 2016).

Tabla 2. Principales compuestos bioactivos

Composición			Tomate fresco
Licopeno			18,6 a 64,98mg/kg
Carotenoides		Fitoeno	0,43-0,66mg/100g
		Fitoflueno	0,39-0,54mg/100g
		β -caroteno	0,79mg/kg a 14,6mg/kg
		luteína	1mg/kg
Glucósidos esteroideos		esculeósido A	500mg/kg
Vitaminas		folato o vitamina B ₉	1,93 hasta 6,44 μ g/100g
Polifenoles	ácidos hidroxicinámicos	ácido clorogénico	14,31 a 44,6mg/kg
		ácido cafeico	2,6-13mg/kg
		ácido ferúlico	1,6-5,3mg/kg
		ácido cumárico	1,1-5,7mg/kg
	flavonoides	rutina	2,5-31mg/kg
		Quercetina	7 a 56mg/kg
	Flavononas	Naringenina	0,3-12,5mg/kg
	Fibra		

Fuente: (Navarro *et al.*, 2016).

7.3. LA AVICULTURA EN ECUADOR

La avicultura va creciendo e industrializándose en diferentes partes del mundo, esto se relaciona con el aumento poblacional, que genera una demanda de estos productos. Así, la industria avícola contribuye con aproximadamente el 37% de la producción mundial de carne, creando un amplio volumen de ventas en los mercados a nivel nacional e internacional (Chang *et al.*, 2011; FAO, 2017). En Ecuador, las granjas avícolas se criaron 281 millones de pollos en el año 2019 logrando abastecer toda la demanda de este rubro prescindiendo de su importación (Reyes, 2020). La producción de carne de pollo del país se concentra en las provincias de Guayas (22%), Pichincha (16%) y Santo Domingo de los Tsáchilas (14%) López (2020).

7.4. MINERALIZACIÓN Y DESARROLLO DE TEJIDO ÓSEO

Las aves presentan un esqueleto más ligero a diferencia de los mamíferos, debido que una gran parte de los huesos contienen aire en vez de médula ósea, conocido como agujeros neumáticos, estas adaptaciones anatómicas permiten realizar el vuelo de estas especies. Dentro de las características mecánicas va a depender de la función que realicen, en caso de los huesos largos, son palancas diseñadas para carga y movimiento. Por lo general el tejido óseo presenta plasticidad, ya que responde a estímulos determinados adaptándose a las condiciones patológicas, metabólicas y fisiológicas que se presenten en la madurez ósea que se completa en el desarrollo estructural básico y en la mineralización, en la cual alcanza la fortaleza mecánica máxima en el crecimiento (Uculmana, 2015).

Dependiendo de su forma, los huesos son largos, cortos, gruesos e irregulares. Esta clasificación puede ser muy útil cuando se discute la estructura y función de los huesos (Yupanqui, 2017). La tibia, es más activa metabólicamente, en que podría ser un factor importante (Dallorso, 2002). Particularmente al final de la epífisis, ha sido ampliamente estudiada por la alta tasa de crecimiento en comparación con otros huesos largos (Buckner *et al.*, 1950).

Dentro de la composición del hueso tiene aproximadamente un 70% de minerales, el 95% de la matriz mineral está formada por calcio y fósforo bajo la forma de hidroxiapatita; 20 % de materia orgánica, correspondiente a colágeno tipo I al 80 a 90% de esta, cuya característica fibrosa y la estructura de triple hélice forma el andamiaje primario de los tejidos esqueléticos y provee la base para el proceso de mineralización. Adicionalmente, el 10% de la constitución del tejido ósea corresponde a agua (Uculmana, 2015).

La rigidez del hueso se establece en la deposición de calcio y fósforo en la forma de hidroxiapatita que sucede en el proceso de mineralización, siendo el contenido de ceniza del hueso proporcional a su resistencia a la comprensión; la flexibilidad del hueso depende del componente orgánico del mismo y los factores que disminuyen la fuerza del hueso son las toxinas, antinutrientes, velocidad de crecimiento, edad, sexo, patologías, carga física, el sistema endocrino y la genética (Yupanqui, 2017).

En los pollos de carne, el crecimiento de los huesos largos empieza por el proceso de osificación endocondral, que tiene lugar en las placas de crecimiento hipofisiario. Los condrocitos de las placas de crecimiento están expuestos a procesos de desarrollo, proliferación y diferenciación, es mediante este último proceso que las células secretan una matriz de colágeno intracelular que da paso al inicio de la mineralización depositando fosfato cálcico. A este proceso le sigue la formación del hueso por la acción de los osteoblastos; la remodelación posterior del hueso es un proceso continuo con reabsorción ósea y esta acción es llevada a cabo por los osteoclastos (Uculmana, 2015).

7.5. ANATOMÍA DEL PULMÓN EN AVES DE ENGORDE

Los pulmones de los pollos de engorde son pequeños, no tienen lóbulos, son aterciopelados y blandos. Están confinados a la porción craneodorsal de la cavidad corporal ubicada contra las vértebras torácicas y las costillas vertebrales. No cubren las superficies laterales del corazón como en mamíferos. Su cara dorsal convexa posee la forma de la curvatura de las costillas; su cara ventral cóncava (septal) se sitúa contra el tabique horizontal. Los pulmones están ligados a la pared corporal y al tabique horizontal que los limita ventralmente (Dyce, 2007).

7.5.1. PARABRONQUIOS

Los parabronquios tienen forma cilíndrica y discurren en paralelo unos con otros. La corriente inhalante pasa por los dorsobronquios y la exhalante finaliza por los ventrobronquios. Al pasar por los parabronquios, el aire penetra en los capilares aéreos, un conjunto de canalículos interconectados que forman una tupida red y que aumentan de forma muy considerable la superficie para el intercambio gaseoso (Pérez, 2017).

Un parabronquio junto a los atrios, infundíbulos y capilares aéreos derivados de él forman unidades llamadas lobulillos pulmonares. Los lobulillos pulmonares poseen un contorno hexagonal y están limitados por tabiques de tejido conectivo por donde transcurren ramas de la arteria y vena pulmonar. La túnica mucosa del parabronquio presenta un epitelio simple en el que se identifican dos tipos celulares: células planas de revestimiento y células secretoras del surfactante, equivalentes a los neumocitos tipo II de los mamíferos que se intercalan entre las células planas (González & Barbeito, 2014).

7.6. ANATOMIA DEL CORAZON EN AVES

Es un órgano muscular que se contrae rítmicamente, bombeando sangre a través de los vasos sanguíneos. Se encuentra envuelto en un saco seroso llamado pericardio y se ubica en el tórax ligeramente a la izquierda de la línea media, posee 4 cámaras, dos cámaras superiores llamadas atrio o aurícula derecha e izquierda, estas reciben sangre desde las venas de la circulación sistémica y pulmonar. Las dos cámaras inferiores son los ventrículos derecho e izquierdo, bombeando sangre desde el corazón hasta las arterias de la circulación pulmonar y sistémica. La pared de los ventrículos tiene una capa muscular o miocardio, más gruesa que la de los atrios, para asistirle en el bombeo de la sangre a las venas. El miocardio es aún más grueso en el ventrículo izquierdo, pues es la cámara que bombea sangre hacia la arteria aorta y alrededor del cuerpo en la circulación sistémica (UNED, 2017).

7.7. EFECTO DE LOS CLIMAS TROPICALES EN LOS PULMONES, CORAZÓN Y TEJIDO ÓSEO (TIBIA)

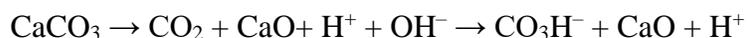
Los pollos de engorde suelen ser muy sensibles, esto se debe a la mejora genética que ha logrado incrementar de 2-3 veces la velocidad de crecimiento de estas aves, sin embargo, en proporción, el tamaño del pulmón y corazón no se ha modificado (San Martín *et al.*, 2017). Debido a su rápido crecimiento, el sistema muscular de los pollos de engorde necesita más oxígeno de lo que podría aportar sus pulmones, provocando que el corazón trabaje más y se hipertrofie, generando fallos cardiacos y muerte de los pollos (Gualote, 2013). Las altas temperaturas y humedad relativa afectan la fisiología y el metabolismo del pollo, por lo que el ave debe disipar el calor a través de la hiperventilación de los pulmones (aumento de la frecuencia respiratoria) Solvay (2022).

Las aves de corral son más susceptibles a los choques de calor, debido a que no pueden sudar y no poseen glándulas sudoríparas. Adicionalmente, el plumaje les dificulta disipar el calor endotérmico y exotérmico. Por lo que uno de los mecanismos para contrarrestarlo es mediante el jadeo, generando hiperventilación (Kisboa, 2013). Esta hiperventilación genera inicialmente un aumento del pH, por exceso de bicarbonato, provocando una alcalosis respiratoria; si el estrés calórico persiste, causa una disminución en la presión de CO₂ arterial y, por consiguiente, alcalinización de los fluidos corporales, el metabolismo se incrementa para producir CO₂ y contrarrestar los niveles perdidos. La acidosis metabólica se origina por

una disminución de la concentración de bicarbonato, la cual estimula la ventilación alveolar conllevando a una hipocapnia secundaria característica de este desbalance como respuesta de la compensación respiratoria (Sanmiguel *et al.*, 2012).

En momentos de calor, el ave jadea para contrarrestarlo y durante esto incrementa la pérdida de CO₂ en la sangre, alcanzando niveles inferiores a los basales, lo que genera un aumento del pH de la sangre, provocando alcalosis metabólica. El organismo con el fin de restaurar los niveles de CO₂ en sangre, desplaza carbonato cálcico (Ca₂CO₃) de los huesos a la sangre y, estando allí, el bicarbonato (CO₃H⁻) se excreta por el riñón para reducir la alcalosis metabólica y también se pierde calcio en forma de óxido de calcio (CaO), lo que provoca la decadencia de bicarbonato y calcio en las aves (Díez, 2019).

El efecto neto de estas reacciones es:



La disminución de la concentración sanguínea de CO₂ limita la obtención de ion bicarbonato (interfiere con la calcificación del huevo y con la deposición de calcio en el hueso) y aumento de la excreción de heces fecales con mayor cantidad de líquido para aumentar las pérdidas evaporativas de calor, entre los principales ajustes fisiológicos (González, 2018). También las alteraciones músculo-esqueléticas aumentan el número de casos de síndrome de la fatiga en aves (Díez, 2019).

8. METODOLOGÍA

8.1. Ubicación

La presente investigación se desarrolló en los galpones convencionales y en los laboratorios del Centro Experimental de Medicina Veterinaria-Fase 1, localizado en el Km. 14 Vía Santa Ana, de la parroquia Lodana, Manabí, extensión perteneciente a la Universidad Técnica De Manabí.

En Santa Ana, la temporada de lluvia es muy cálida y nublada y la temporada seca es caliente, bochornosa y parcialmente nublada. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 20 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 32 °C. La temporada más húmeda dura 3,7 meses. La probabilidad máxima de un día húmedo es del 64 %. La temporada más seca dura 8,4 meses. La probabilidad mínima de un día húmedo es del 1 % (Weatherspark, 2021). Según el portal web Weatherspark (2021), la topografía en un radio de 3 kilómetros de Santa Ana tiene variaciones muy grandes de altitud, con un cambio máximo de altitud de 388 metros y una altitud promedio sobre el nivel del mar de 125 metros.

8.2. Tipo de Estudio

La presente investigación se definió como experimental, ya que ocurrió en condiciones controladas, se observaron los efectos de la manipulación de una variable, en función de sus objetivos se define como una investigación aplicada, cuantitativa de acuerdo al empleo de los datos y de campo al considerar la fuente de datos de la investigación. Las variables independientes de la presente investigación corresponden a la dosis de harina de tomate suplementada a las aves, y como variables dependientes, las modificaciones del tejido pulmonar y cardíaco y la morfometría ósea de la tibia.

8.3. PROCEDIMIENTO

8.3.1. Aves y Manejo en General

Se utilizaron 300 pollitos, de un día de edad y un peso promedio de $48,8 \pm 2,6$ g de la línea Cobb 500, adquiridos en el comercio local. Dentro del manejo las aves se vacunaron

contra Gumboro y Newcastle. Se suministró agua y alimento *ad libitum* durante todo el periodo de crianza (desde el día 1 hasta el día 42).

Se proporcionaron 23 horas de luz y una hora de oscuridad. Para disponer de las 23 horas de luz se utilizó luz solar y artificial; la hora de oscuridad se consiguió suspendiendo el suministro de luz artificial entre las 18h30 y las 19h30. A los 28 días de edad, las aves fueron divididas en cuarterones con una densidad de (6 ves/m²) y distribuidas en los distintos tratamientos dependiendo del sexo.

8.3.2. Tomate y formulación del balanceado

El análisis proximal de la harina de tomate se realizó en el área de bromatología del Laboratorio Agropecuario, extensión Lodana, Universidad Técnica de Manabí y se resume en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis proximal de la harina de tomate (Anexo 4)

Composición	(%)
Materia seca	87,95
Proteína cruda	12,86
Ceniza	9,08
Grasa	2,15
Fibra detergente neutra	22,17
Fibra detergente ácida	18,23
Lignina detergente ácida	5,35
Celulosa	2,30
Hemicelulosa	3,94

Los tomates fueron obtenidos del comercio local, los cuales tuvieron características como lo son: color rojo intenso y un estado avanzado de maduración. Posteriormente se deshidrataron a una temperatura de 60 a 65°C, en un secador de aire forzado, durante cinco días, cuando se observó que el material experimental mantenía un peso constante. Dicho material fue sometido a un proceso de molienda, en un molino IKA MF10 B con cuchillas de 2mm. Se realizaron lotes para procesar el tomate (anexo 2). Para garantizar la homogeneidad de la mezcla de la harina de tomate en el alimento balanceado, se realizó una premezcla de la dosis de la harina de tomate correspondiente a cada tratamiento con una fracción (aproximadamente 500 g). La formulación empleada se encuentra descrita en la tabla 4 y en

la tabla 5 se detalla la composición nutricional a partir de la información obtenida de las tablas FEDNA.

Tabla 4. Formulación de los balanceados

Ingredientes	Control (%)			HT (%)	
	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2	1	2
Maíz molido	63,25	68,65	72,45	70,15	68,45
Soya 48 %	30,0	25,80	22,5	23,0	23,0
Aceite de palma	2,50	2,00	1,5	2,3	3,0
Carbonato de calcio	1,20	1,0	1,0	1,0	1,0
Fosfato bicálcico	2,00	1,5	1,5	1,5	1,5
Metionina	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lisina	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Premezcla	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Cloruro de sodio	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Antimicótico-antitoxinas	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Harina de tomate				1	2
Total (%)	100	100	100	100	100

Balanceado de Crecimiento a partir del primer día de crianza hasta el día 14; Finalizador 1 desde el día 14 hasta el día 28; Finalizador 2 desde el día 28 hasta el día 42. Adición de harina de tomate (HT) al 1% y HT al 2%.

Tabla 5. Composición calculada de los balanceados

Composición	Crecimiento	Finalizador 1	Finalizador 2	HT 1%	HT 2%
EM (Kcal/kg)	3074,8	3142,05	3151,78	3153,45	3155,46
Proteína %	20,23	18,69	17,46	17,62	17,59
Humedad	12,20	12,43	12,55	12,42	12,31
Extracto Et.	5,36	5,01	4,61	5,35	6,01
Fibra	2,67	2,67	2,67	2,74	2,81
Lisina	1,24	1,12	1,03	1,04	1,04
Metionina	0,49	0,47	0,46	0,46	0,45
Triptófano	0,27	0,25	0,22	0,23	0,23
Cenizas	5,87	5,01	4,87	4,87	4,84
Calcio	1,00	0,80	0,79	0,80	0,79

Fósforo disponible	0,45	0,40	0,40	0,39	0,39
--------------------	------	------	------	------	------

8.3.3. Tratamientos y Diseño Experimental

Se utilizaron seis tratamientos, derivados de dos factores: harina de tomate (HT) con tres niveles 0%, 1% y 2%, y sexo de las aves (hembras y machos). La combinación de ambos factores y sus niveles determinaron 6 tratamientos (T):

T1: Machos, 0% HT

T2: Machos, 1% HT

T3: Machos, 2% HT

T4: Hembras, 0% HT

T5: Hembras, 1% HT

T6: Hembras, 2% HT

Cada tratamiento constó de cinco repeticiones, con 10 pollos por repetición, de modo que cada tratamiento estuvo constituido por 50 aves, como se menciona a continuación:

Tabla 6. División de los tratamientos

MACHOS			HEMBRAS		
HT: 0%	HT: 1%	HT: 2%	HT: 0%	HT: 1%	HT: 2%
R1= 10	R1= 10	R1= 10	R1= 10	R1= 10	R1= 10
R2= 10	R2= 10	R2= 10	R2= 10	R2= 10	R2= 10
R3= 10	R3= 10	R3= 10	R3= 10	R3= 10	R3= 10
R4= 10	R4= 10	R4= 10	R4= 10	R4= 10	R4= 10
R5= 10	R5= 10	R5= 10	R5= 10	R5= 10	R5= 10
50	50	50	50	50	50

Al culminar la sexta semana, dos individuos fueron seleccionados al azar por cada repetición, es decir, un total de diez individuos por tratamiento, para evaluar la morfometría de la tibia y probables modificaciones histopatológicas del tejido cardiaco y pulmonar.

8.3.4. Histopatología del pulmón y estructura cardiaca

Las muestras extraídas de pulmón y corazón, fueron fijadas en formol al 10%. En el caso del pulmón se realizó un estudio morfométrico del área de ventilación pulmonar que consistió en la medición del diámetro y área de 15 parabronquios seleccionados aleatoriamente de cada muestra, utilizando el objetivo X4 del microscopio debido al tamaño y forma de los parabronquios que no permite medirse con otro número de objetivo. Este indicador fue considerado como el área de ventilación pulmonar en contraposición con el criterio de hipertensión pulmonar, donde el área debe estar disminuida.

Macroscópicamente se realizó un corte de la sección transversal de la base del ventrículo izquierdo como elemento de valoración de hiperactividad y probable hipertrofia del músculo cardiaco en respuesta al posible efecto del rápido crecimiento y rendimiento de los pollos de engorde, en que se tomó la medida del grosor del ventrículo con un calibre vernier.

El procesamiento para el análisis histopatológico se realizó por la técnica clásica de inclusión y cortes en bloques de parafina, previa deshidratación de las muestras, las que se colorearon con la tinción rutinaria de hematoxilina y eosina (Fengler *et al.*, 2016). Las muestras fueron observadas, fotografiadas y analizadas bajo un microscopio de luz (Olympus BX41 con cámara digital Olympus C-5060 Wide zoom, 5.1 mega píxel).

8.3.5. Morfometría ósea de la tibia

Se utilizó la tibia derecha, en que, para facilitar la separación de la carne de hueso, se sumergió en agua hirviendo a 100 ° C, durante 20 minutos y se retiró manualmente la carne para mantener el hueso intacto (Ghayas, 2021). El secado del hueso se realizó durante 2 semanas al ambiente, para lograr que el hueso esté totalmente seco. Posteriormente, los huesos fueron sometidos a medición (longitud, peso y volumen), el peso de los huesos se midió 14 días de secado de los huesos y se realizó en una balanza de precisión de 100 gramos de la marca CAMRY modelo 601 de división 0.01 g. La longitud de las tibias se registró con un calibre Vernier de precisión de 0.05 mm.

Adicionalmente, se obtuvo el volumen de las tibias utilizando probetas graduadas con capacidad de 100 cm^3 . La densidad media de la tibia de las aves se determinó mediante la volumetría del hueso, que se calculó dividiendo la masa del hueso (g) entre el volumen (cm^3). La densidad ósea representa la masa de material orgánico e inorgánico en el hueso por unidad de volumen de éste (Zea et al., 2019).

El índice de Seedor se obtuvo dividiendo la masa del hueso (mg) con su longitud (mm). Este índice se basa en la fracción mineral del hueso en la que se encuentra la mayor densidad específica, al obtener un índice de Seedor mayor; demuestra que mayor es el grado de hueso (Peceros, 2015).

$$\text{Índice Seedor} = \frac{\text{peso del hueso mg}}{\text{largo del hueso mm}}$$

El índice de masa corporal o de Quetelet se calculó dividiendo la masa del hueso (mg) entre su longitud al cuadrado (mm^2) (Zea et al., 2019). Un mayor índice de Quetelet, indica que el hueso es relativamente más pesado, pero más corto. Mientras menor sea el índice, el hueso es relativamente más liviano, pero más largo (Peceros, 2015).

$$\text{Índice de Quetelet} = \frac{\text{peso del hueso mg}}{\text{longitud mm}^2}$$

El índice de robusticidad del hueso se obtuvo dividiendo su longitud (mm) entre la masa (g) elevado a la potencia 1/3 (Zea et al., 2019). Esta describe la mineralización del hueso, cuando este es menor se considera que la estructura del hueso es más fuerte (Peceros, 2015).

$$\text{Índice de robusticidad} = \frac{\text{largo del hueso mm}}{\sqrt[3]{\text{Peso del hueso g}}}$$

8.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos se representaron como promedios \pm Desviación estándar (DE). La distribución normal de los datos se analizó en la prueba de Ryan-Joiner, y la homogeneidad de varianza en Levene. En caso de ser necesario, se recurriría a la transformación de Box-Cox de los datos, el análisis estadístico consistió en un análisis de varianza (ANOVA) con una vía, de arreglo factorial 3x2. Para la morfometría ósea y el análisis histopatológico del de los resultados del tejido pulmonar y estructura cardíaca; las diferencias entre medias se calcularán utilizando el test de comparación múltiple de Tukey. En todos los casos el nivel de diferencias estadísticas será establecido en un valor de $p < 0.05$. El análisis estadístico se efectuó los paquetes estadísticos Minitab (Versión 2018, State College, PA; USA).

9. RESULTADOS

Morfometría ósea (Tabla 2)

Longitud

Las tibias de los machos presentan mayor longitud que la de las hembras ($P < 0.0001$), sin reportarse efecto el factor Dosis HT ($P = 0.285$); ni interacciones entre los factores Sexo x Dosis de HT ($P = 0.707$).

Masa

La masa de la tibia fue mayor en machos que en hembras ($P < 0.0001$), y al suplementar con 1% de HT que en aves no suplementadas ($P = 0.033$). De acuerdo a la interacción entre los factores sexo por dosis de HT, la masa de la tibia de pollos macho suplementados con 1% de HT (T2) fue mayor que en machos no suplementados y suplementados con 2% de HT (T1 y T3); los resultados de estos dos tratamientos fueron superiores a la masa media de la tibia de las hembras, en las que no se observó efecto de dosis de HT ($P < 0.0001$).

Densidad

La densidad de la tibia no fue diferente entre machos y hembras ($P = 0.834$). Así mismo, no se observó influencia de la Dosis de HT sobre la densidad ósea ($P = 0.288$), como tampoco interacciones entre sexo x dosis HT ($P = 0.274$).

Índice Seedor

En el índice de Seedor fue mayor en machos que en hembras ($P < 0.0001$), mientras que en el factor de Dosis HT se reportó una tendencia de mayor densidad en pollos suplementados con 1% de HT ($P = 0.051$). De acuerdo a la interacción entre los factores de sexo x dosis HT, el índice de Seedor en pollos macho suplementados con 1 % de HT (T2) fue mayor que en machos no suplementados 0% HT (T1) y suplementados con 2% de HT (T3), que a su vez; fueron superiores al de las hembras, en las que no se observó efecto de dosis de HT ($P < 0.0001$).

Índice Quetelet

El índice de Quetelet, fue mayor en machos que en hembras ($P < 0.0001$), no se observó efectos en las dosis de HT ($P = 0.146$). La interacción entre sexo x dosis HT ($p < 0.0001$) determinó que el índice de Quetelet sea mayor en pollos machos suplementados con 1 % de HT (T2) que en los machos no suplementados 0% (T1) y suplementados con 2% de HT (T3),

tratamientos con un índice de Quetelet superior al de las hembras, entre las que no se observó efecto de la suplementación con HT.

Índice Robusticidad

En el índice de robusticidad fue mayor en hembras que en machos ($P < 0,0001$), no fue diferente al suplementar con distintas la Dosis HT ($P=0,447$). La robusticidad media de las tibias de las hembras suplementadas con 1% de HT fue superior a la de los machos no suplementados y suplementados con 1% de HT.

Tabla 7. Morfometría ósea

FACTORES		LONGITUD (mm)	PESO (Gramos)	DENSIDAD (g/mL)	ÍNDICE DE SEEDOR (mm²)	ÍNDICE QUETELET (IMC)	ÍNDICE ROBUSTICIDAD (mm)
SEXO							
	<i>Machos</i>	101,84 (a)	8,019 (a)	1,17	78,694 (a)	0,773 (a)	5,010 (b)
	<i>Hembras</i>	96,86 (b)	6,075 (b)	1,180	62,677 (b)	0,647 (b)	5,314 (a)
	<i>P valor</i>	0,0001	0,0001	0,834	0,0001	0,0001	0,0001
DOSIS HT (%)							
	0	98,52	6,872 (b)	1,136	69,553	0,705	5,197
	1	99,99	7,347 (a)	1,227	73,077	0,728	5,182
	2	99,54	6,923 (ab)	1,164	69,426	0,697	5,238
	<i>P valor</i>	0,285	0,033	0,288	0,051	0,146	0,447
INTERACCIÓN							
	<i>Sexo</i>						
	<i>Dosis HT</i>						
	<i>Machos</i>						
	0	100,67	7,677 (b)	1,140	76,203 (b)	0,757 (b)	5,105 (bc)
	1	102,91	8,769 (a)	1,171	85,144 (a)	0,827 (a)	4,997 (c)
	2	101,94	7,612 (b)	1,120	74,736 (b)	0,734 (b)	5,190 (ab)
	<i>Hembras</i>						
	0	96,37	6,067 (c)	1,132	62,904 (c)	0,653 (c)	5,289 (ab)
	1	97,07	5,925 (c)	1,283	61,011 (c)	0,629 (c)	5,367 (a)
	2	97,14	6,234 (c)	1,127	64,116 (c)	0,660 (c)	5,287 (ab)
	<i>P valor</i>	0,707	0,001	0,274	0,0001	0,001	0,014

Caracteres distintos entre paréntesis muestran diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P < 0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Peso Relativo del pulmón, diámetro de parabronquio y área de parabronquio

Peso relativo

El peso medio relativo del pulmón fue superior en machos que en hembras ($P < 0,005$), del mismo modo en el factor Dosis HT se reportó un peso relativo mayor en pollos no suplementados que en los suplementados ($P = < 0,0001$). Asimismo, en la interacción Sexo x Dosis HT se registró un peso relativo significativamente mayor en machos no suplementados 0% HT (T1), en comparación de los demás tratamientos ($P = < 0,013$).

Diámetro parabronquio

El diámetro de parabronquio fue superior en hembras que en machos ($P < 0,0001$) y en aves suplementadas con 2% de HT ($P < 0,0001$). En la interacción sexo por dosis HT se obtuvo un diámetro superior en machos suplementados con 2 % de HT en comparación de los demás tratamientos ($P < 0,0001$).

Área de parabronquio

Al evaluar el área de parabronquio, no es diferente entre sexos ($P = 0,118$), mientras que el factor Dosis HT registró un área de parabronquio superior en hembras suplementadas al 2 % a diferencia de los demás tratamientos ($P < 0,003$). No se observó interacción de sexo por dosis HT.

Tabla 8. Peso relativo pulmón y diámetro de parabronquio

FACTORES	PESO RELATIVO PULMÓN (g)	DIÁMETRO PARABRONQUIO (μm)	ÁREA DE PARABRONQUIO (μm)	
SEXO				
<i>Machos</i>	0,340 (a)	36,7927 (b)	1292,60	
<i>Hembras</i>	0,289 (b)	40,7064 (a)	1490,68	
<i>P valor</i>	0,005	0,0001	0,118	
DOSIS HT (%)				
0	0,376 (a)	35,6539 (b)	1193,76 (b)	
1	0,286 (b)	37,2096 (b)	1258,24 (b)	
2	0,281 (b)	43,6892 (a)	1722,92 (a)	
<i>P valor</i>	0,0001	0,0001	0,003	
INTERACCIÓN				
<i>Sexo</i>	<i>Dosis HT</i>			
<i>Machos</i>	0	0,437 (a)	32,1260 (c)	1032,94
	1	0,315 (b)	33,9329 (c)	1024,12
	2	0,304 (b)	45,6886 (a)	1820,74
<i>Hembras</i>	0	0,284 (b)	39,5692 (b)	1354,58
	1	0,278 (b)	40,8027 (ab)	1492,36
	2	0,268 (b)	41,7774 (ab)	1625,10
<i>P valor</i>		0,013	0,0001	0,086

Caracteres distintos entre paréntesis muestran diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P < 0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Peso Relativo del corazón y grosor del ventrículo izquierdo

Peso relativo del corazón

El peso relativo del corazón fue superior en machos que en hembras ($P < 0,0001$), siendo superior en pollos no suplementados de HT ($P < 0,0001$). En la interacción sexo por dosis HT se observó que el peso relativo del corazón fue superior en machos no suplementados con HT en comparación de los tratamientos restantes ($P < 0,0001$).

Grosor del ventrículo izquierdo

El grosor del ventrículo izquierdo, no fue diferente entre machos y hembras ($P = 0,871$). Se denota una tendencia mayor en pollos suplementados 1 % con Dosis de HT ($P = 0,069$); Mientras que la interacción entre sexo x dosis HT ($P = 0,526$), no se observaron diferencias.

Tabla 9. Peso relativo del corazón y grosor del ventrículo izquierdo

<i>FACTORES</i>		<i>PESO RELATIVO CORAZÓN (g)</i>	<i>GROSOR DEL VENTRÍCULO IZQUIERDO (mm)</i>
<i>SEXO</i>			
<i>Machos</i>		0,337218 (a)	0,708667
<i>Hembras</i>		0,281076 (b)	0,704296
<i>P valor</i>		0,0001	0,871
<i>DOSIS HT (%)</i>			
0		0,362402 (a)	0,672667
1		0,284290 (b)	0,749278
2		0,282087 (b)	0,697500
<i>P valor</i>		0,0001	0,069
<i>INTERACCIÓN</i>			
<i>Sexo</i>	<i>Dosis HT</i>		
<i>Machos</i>	0	0,454758 (a)	0,662000
	1	0,289654 (b)	0,773000
	2	0,280434 (b)	0,725556
<i>Hembras</i>	0	0,280517 (b)	0,683333
	1	0,278977 (b)	0,691000
	2	0,283745 (b)	0,704000
<i>P valor</i>		0,0001	0,526

Caracteres distintos entre paréntesis muestran diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P < 0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

10. DISCUSIÓN

La longitud de la tibia fue mayor en machos que en hembras. Como sucede en pollos New Hampshire es el hueso más largo y su tasa de crecimiento es superior al del fémur y el metatarso. Se ha establecido que la longitud de la tibia en pollos broiler está estrechamente relacionado al peso del animal y, este a su vez, está influenciado por el sexo; es decir que los machos al tener un mayor peso tienen huesos de la pierna más largos (Buckner *et al.*, 1950; Bond *et al.*, 1991), esto concuerda con lo reportado por Han *et al.*, (2015), quienes señalaron que el sexo en pollos broiler afectó la longitud de la tibia ($P < 0.05$).

Así mismo, las tibias de los machos fueron más pesadas que la de las hembras, indicando que la dieta con el tratamiento suplementados al 1 % HT se expresa mejor en machos. El pollo macho presenta una mayor velocidad de crecimiento en que se manifiesta en el hueso del muslo y el hueso de las patas (Lazzari *et al.*, 1998). Probablemente las tibias son más pesadas por la mayor longitud, influenciada por la mayor mineralización que es determinada por un mayor índice de Seedor e índice de Quetelet y una menor índice robusticidad.

Según Aguilar *et al.*, (2018), el hueso es más fuerte cuanto menor es el índice de robusticidad. Estos índices expresan que existe un mayor grado de mineralización de la tibia y desarrollo del hueso (Peceros *et al.*, 2016). Al parecer esto sucede por el dimorfismo sexual, ya que los machos presentan una mayor velocidad de crecimiento respecto las hembras, al alcanzar en menor tiempo el peso requerido por el mercado, esto se pone en manifiesto principalmente a una mayor proporción de muslos y patas, mientras que en la hembra se refleja a una mayor proporción de pechuga (Lazzari, 2010). Quizá un mayor grado de mineralización de la tibia, se atribuyeron al sexo ($P < 0.0001$) y la dosis de HT ($P = 0.0017$), siendo mayor el peso de los machos y de las aves suplementadas con 1% de HT (Arteaga, 2021).

Entre los compuestos con efectos saludables del tomate destacan el licopeno y el β -caroteno, los beneficios que ofrecen para el organismo son múltiples y derivados principalmente de su metabolización a retinol (vitamina A), además, el β -caroteno se ha relacionado con una disminución del riesgo de padecer cáncer de pulmón enfermedades cardiovasculares y enfermedades óseas (Meléndez, 2017). En un estudio sobre la ingesta de

licopeno en ratas hembras en crecimiento, facilita la formación ósea e inhibe la resorción ósea, lo que conduce a un aumento de la densidad mineral ósea (Iimura *et al.*, 2014).

La densidad ósea es un indicador de la fortaleza del hueso y refleja el contenido mineral del hueso, por lo cual una menor densidad ósea aumenta el riesgo de fracturas (Aguilar *et al.*, 2018). Dentro de la densidad ósea no hubo variaciones significativas entre los tratamientos ($P > 0,288$). La densidad está influenciado por la parathormona (PTH), los factores genéticos, la calcitonina, los niveles séricos de calcio, las hormonas sexuales esteroides, la hormona de crecimiento, la insulina y factores de crecimiento, citoquinas, hormonas tiroideas, prolactina, prostaglandinas, factores mecánicos y factores nutricionales como el calcio, vitamina D, proteínas, calorías, zinc; los cuales contribuyen a adaptar la densidad ósea a las necesidades funcionales (Osuna, 2003; González *et al.*, 2007). Según (Uculmana *et al.*, 2018) la densidad del hueso de la tibia en pollos, es la característica ósea de morfometría más influenciada por cambios en la relación Ca:Pd. Por lo que probablemente fue una de las razones por las que no fue influenciada por la harina de tomate.

Por otro lado, el peso relativo del pulmón fue inferior en pollos suplementados con harina de tomate. El estrés oxidativo y la inflamación se han relacionado negativamente con la función pulmonar. Por lo tanto, los carotinoides (antioxidantes), tienen un efecto protector (Schünemann, 2002). Como sucede con el resveratrol que fue estudiado en ratas, que tiene compuestos polifenólicos de origen vegetal y un fitoestrógeno, que poseen un efecto antiproliferativos, antiinflamatorios y antioxidantes que puede prevenir la hipertensión pulmonar (Xu *et al.*, 2016).

En el diámetro de los parabronquios, se reporta que en hembra el tamaño es mayor que en machos. También cabe recalcar que la dosis por tratamiento influye con relevancia ya que los resultados estadísticos de esta investigación se registran diámetros superiores en pollos suplementados con una dieta al 2% ($P < 0,0001$). Con respecto a los parámetros normales en relación al sexo en aves domésticas o silvestre, Paula *et al.*, (2008), reporta similitudes significativas con los mamíferos, encontrando que en animales adultos el tamaño alveolar es normal debido al funcionamiento del pH sanguíneo y la concentración de bicarbonato para tener un cambio gaseoso a nivel pulmonar un adecuado funcionamiento durante toda su vida.

Sisson (2010), cita que la gran parte de la parte craneal y dorsal del pulmón, está formada fundamentalmente de parabronquios 50 a 100 que pasan por los bronquios secundarios mediodorsales y medioventrales. La medida del diámetro oscila entre 1 y 2 mm, siendo los parabronquios profundos los más estrechos y los superficiales los largos y anchos.

En el área de los parabronquios no influye en el sexo ($P=0,118$). En el área de los parabronquios se encontró valores significativos en pollos de engorde suplementados con harina de tomate al 2%. Este valor nos indica que si hay mayor relevancia a nivel del tracto respiratorio sometidos a ambientes tropicales relacionado con estrés calóricos en aves de corral.

McLelland (1989), describe que las dimensiones parabronquiales son variables en aves de corral. El lumen (0,3-2,0 mm diámetro) está rodeado por un manto de tejido de intercambio de gases (0,2-0,5 mm de espesor) que consta de redes coextensivas de estrechas 3-10 mm de diámetro) capilares de aire y capilares sanguíneos. El aire los capilares se comunican con el lumen parabronquial. La barrera de intercambio de gases de las aves, formada por el epitelio escamoso de los capilares de aire, el endotelio de los capilares sanguíneos y la interposición lámina basal, es cualitativamente similar a la del alvéolo de los mamíferos y sus capilares sanguíneos pulmonares.

Menciona Amaral *et al.*, (2019) en una investigación que realizaron con harina vegetal que las estructuras pulmonares como los sacos aéreos, capilares sanguíneos, infundíbulos, aurículas, luz parabronquial, bronquios, vasos sanguíneos se observan más grandes que los capilares y tejido interparabronquial en pollitos de 1 y 10 días. La hipoxia aumentó los volúmenes relativos de aire y capilares sanguíneos, estructuras directamente involucradas en el intercambio de gases, pero disminuyó los volúmenes relativos de las aurículas en ambos grupos de pollos y la luz parabronquias en los polluelos. En consecuencia, el área de superficie de los capilares de aire y el factor de difusión anatómico de los pulmones a nivel de la luz parabronquial aumentaron bajo incubación hipóxica. El tratamiento no alteró el volumen pulmonar total, los volúmenes relativos del infundíbulo, los bronquios, los vasos sanguíneos más grandes que los capilares, el tejido interparabronquial o la barrera tisular de ningún grupo. Refiere Chiba *et al.*, (2002) que en esta fase el ritmo de la respiración en pollos en esta edad comienza con 10 a 15 respiraciones por minuto, aumentando progresivamente

hasta alcanzar al nacimiento 80-100 respiraciones por minuto, cuando se mantiene una ventilación continua y unidireccional en pulmones que desde su formación son virtualmente rígidos y no expansibles.

El peso relativo del corazón fue inferior en los pollos suplementados con respecto a los pollos machos no suplementados. El menor peso del corazón de pollos suplementados podría atribuirse a que probablemente la suplementación con HT evite el efecto negativo del estrés oxidativo (mediante el efecto antioxidante de los bioactivos del tomate). El licopeno es un carotenoide que se encuentra principalmente en el tomate, conserva sus propiedades funcionales después de ser procesado, no presenta toxicidad (Cruz *et al.*, 2013). El consumo regular de tomate, puede ayudar a mejorar la capacidad de defensa del organismo frente al estrés oxidativo debido a su contenido en flavonoides, y sus potentes antioxidantes como son el carotenoides y polifenoles (Palomo *et al.*, 2010). Dentro de la actividad antioxidante: secuestra el oxígeno singlete (estado excitado del oxígeno molecular), por lo que disminuye los radicales libres. En la actividad antiinflamatoria: el licopeno puede reducir la secreción de citocinas proinflamatorias y metaloproteinasas por los macrófagos, inhibir la proliferación de células del músculo liso y disminuir la proliferación de monocitos (Iyawan, 2018).

En el estrés oxidativo genera mayor biodisponibilidad de especies reactivas de oxígeno, que se relacionan con un aumento de la contractilidad, fibrosis y remodelado cardiaco, provocando gasto cardíaco y de la presión arterial. En un estudio se demostró que el licopeno previene la hipertensión y la hipertrofia cardiovascular inducida por Ang II en ratas, por lo que en relación al estrés oxidativo el licopeno demostró ser un gran antioxidante sobre la peroxidación lipídica. En la observación de los vasos en la aorta, el tratamiento con licopeno redujo el grosor de la pared arterial y el área seccional de la capa media (Ferreira, 2013). Probablemente la suplementación de harina de tomate previene la hipertrofia cardiaca. El grosor del ventrículo izquierdo tuvo una tendencia en pollos suplementados al 1 %, respecto a los pollos con dosis 0 % y 2 %. La función diastólica depende de la capacidad de llenado del ventrículo izquierdo para garantizar un volumen latido normal (Fernández *et al.*, 2012).

11. CONCLUSIONES

1. La mayor respuesta en función de la morfometría ósea de la tibia se obtuvo en machos suplementados con HT al 1 %, presentando un mayor índice de Seedor, índice de Quetelet y un menor índice Robusticidad, indicando un mayor grado de mineralización ósea.
2. La suplementación con harina de tomate se asoció con menor peso relativo del tejido cardiaco y pulmonar.
3. Se reportó una tendencia en el ventrículo izquierdo en pollos suplementados al 1 %.
4. El mayor diámetro y área de parabronquio, se obtuvo en pollos suplementados con HT al 2 %.

12. RECOMENDACIONES

Evaluar otros parámetros como la hemoglobina, que pueden indicar características de suma relevancia en la oxigenación de los pulmones en pollos de engorde suplementados con harina de tomate.

Analizar la prevalencia de cojeras, para relacionarlo con anormalidades ósea post-mortem que presentan los pollos.

Evaluar la frecuencia respiratoria y el pH de la sangre, la cual podría brindar información adicional de la función pulmonar.

Evaluar los parámetros de morfometría ósea en pollos machos, utilizados en la reproducción.

Realizar investigaciones similares en gallinas de postura, evaluando la morfometría ósea y calidad del huevo.

Analizar mediante placas histológicas el ventrículo derecho, para identificar hipertrofia cardíaca derecha.

13. CRONOGRAMA VALORADO

Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Toma de muestras				x																								
Análisis de muestras					x	x	x	x																				
Obtención de resultados									x	x	x	x	x	x														
Análisis de resultados															x	x	x											
Discusión de resultados																	x	x	x	x	x	x	x					
Redacción de tesis																			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

14. PRESUPUESTO

Concepto	Descripción	Valor (\$)
Viáticos	Transporte, alimentación	210,00
Materiales de laboratorio	Balanza digital, calibre vernier, formol, guantes, probeta, envases de muestra, gaveta, agua destilada.	350,00
Reactivos	Kit espectrofotometría	350,00
Análisis histológico	Placas histológicas	300,00
Total		1.210,00

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar V., J., Zea M., O., & Vílchez P., C. (2018). Rendimiento Productivo e Integridad Ósea de Pollos de Carne en Respuesta a Suplementación Dietaria con Cuatro Fuentes de Fitasa Comercial. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29(1), 169–179. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14078>
- Amaral., *et al* (2019). Parabronchial remodeling in chicks in response to embryonic hypoxia. *Journal of experimental biology*. Recuperado de <https://journals.biologists.com/jeb/article/222/10/jeb197970/33893/Parabronchial-remodeling-in-chicks-in-response-to>
- Andrade, V., Toalombo, P., Andrade, S., Lima, R. (2017). *Evaluación de parámetros productivos de pollos Broilers Coob 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador*. REDVET. Obtenido el 08 de febrero de 2021 de: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651262008.pdf>
- Arteaga, G. (2021). *Efecto de la suplementación dietaria con harina de tomate (Solanum lycopersicum) sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde*. Tesis. Universidad Técnica de Manabí.
- Bond PL, S., Douglas, J., Robeson, L. (1991). Influence of age, sex, and method of rearing on tibia length and mineral deposition in broilers. *Poult Sci* 70: 1936-1942. <https://doi.org/10.3382/ps.0701936>
- Buckner GD, Insko WM, Harms A, Faull E. 1950. The comparative rates of growth and calcification of the femur, tibia and metatarsus bones of the male and female New Hampshire chicken having straight keel. *Poult Sci* 29: 332-335. <https://doi.org/10.3382/ps.0290332>

Campos, K. K. D., Araújo, G. R., Martins, T. L., Bandeira, A. C. B., Costa, G. D. P., Talvani, A., Garcia, C. C. M., Oliveira, L. A. M., Costa, D. C., & Bezerra, F. S. (2017). The antioxidant and anti-inflammatory properties of lycopene in mice lungs exposed to cigarette smoke. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 48, 9–20.
<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2017.06.004>

Chang, S., Verdezoto, A., & Estrada, L. (2011). ANALISIS DE LA AVICULTURA ECUATORIANA. Bitstream.

Chiba Y, Khandoker A, Nobuta M, Moriya K, Akiyama R, Tazawa H, (2002). Development of respiratory rhythms in perinatal chick embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A*. 131:817-24.

CONAVE. (2019). Estadística del sector avícola. Obtenido el 17 de enero de 2021 de:
<https://www.conave.org/informacion-sector-avicola-publico/>

Cruz, M., González, J., & Sánchez, P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *SCIELO*, 28. <https://doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6302>

Dallorso, M. E. (2002). *Discondroplasia tibial de los pollos parrilleros*. Redalyc.org.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86431107>

Daghir, N. (2008). Preface to the Second Edition. POULTRY PRODUCTION IN HOT CLIMATES. Obtenido el 15 de noviembre de 2021 de:
<http://sherekashmir.informaticspublishing.com/695/1/9781845932589.pdf>

Díez, D. (2019). El estrés térmico en avicultura. Obtenido de
<https://www.veterinariadigital.com/articulos/avicultura-estres-termico/>

- Domazetovic, V., Marcucci, G., Iantomasi, T., Brandi, M. L., & Vincenzini, M. T. (2017). Oxidative stress in bone remodeling: role of antioxidants. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 14(2), Pág. 209-216.
- Dyce, K. (2007). *Anatomía Veterinaria*. Mexico: Manual Moderno.
- Farcas, A. C., Socaci, S. A., Michiu, D., Biris, S., & Tofaca, M. (2019). Tomato Waste as a Source of Biologically Active. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, Vol. 76(Núm. 1).
- Federación Española para la Nutrición, (2013). Verduras y hortalizas, tomate. Disponible en: <https://bit.ly/3cDW2Jt>
- Fengler, V. H., Macheiner, T., Kessler, S. M., Czepukojc, B., Gemperlein, K., Müller, R., Sargsyan, K. (2016). Susceptibility of Different Mouse Wild Type Strains to Develop Diet-Induced NAFLD/AFLD-Associated Liver Disease. *PLoS One*, 11(5), e0155163. doi:10.1371/journal.pone.0155163
- Fernández-Pérez, G., Duarte, R., Corral De La Calle, M., Calatayud, J., & Sánchez González, J. (2012). Análisis de la función diastólica del ventrículo izquierdo mediante resonancia magnética. *Radiología*, 54(4), 295–305.
<https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.09.018>
- Ferreira, P. (2013). *Efecto del licopeno en el desarrollo de la hipertensión y prevención del estrés oxidativo*. Instituto Politécnico de Bragança. Obtenido el 21 de febrero de 2021 de: https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/12146/1/Santos_Pedro.pdf
- Ghayas, A., Hussain, A. Mahmud, M., Jaspal, H., Ishaq, H., Hussain, A. (2021). *Behaviour, welfare, and tibia traits of fast- and slow-growing chickens reared in intensive and free range systems*. *South African Society for Animal Science*. 51(1), 1-3
<https://www.sasas.co.za/journals/behaviour-welfare-and-tibia-traits-of-fast-and-slow-growing-chickens-reared-in-intensive-and-free-range-systems/>
- González, M., Betancourt, M & Ortiz, R. (2000). Daño Oxidativo y Antioxidantes. *Bioquímica*, Vol. 25(Núm. 1), Pág. 5 - 7.

- González, J., Suárez, M., Pro, A., López, C. (2000). Restricción alimenticia y salbutamol en el control del síndrome ascítico en pollos de engorda: 2. respuesta hematológica y cardíaca. Obtenido el 29 de noviembre de 2021 de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30234305>
- González, J. C. (2007, 10 junio). *Anatomofisiología y fisiopatología de la osteoporosis / Cabrera González / Medimay*. MediMay. Recuperado 20 de enero de 2022, de
<http://revcmhabana.sld.cu/index.php/rcmh/article/view/273/html>
- González, N., & Barbeito, C. (2014). HISTOLOGÍA DE LAS AVES. Libros de Cátedra. Universidad Nacional de La Plata. Pág. 223
- González, K. (2018). Estrés térmico en Aves. Obtenido de
<https://zoovetespasion.com/avicultura/estres-termico-en-aves/>
- Gualote, L. (2013). *Efecto del uso de ácido acetilsalicílico, suministrado en el balanceado, para evitar muertes por estrés calórico, en la producción de pollos broiler*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Obtenido el 08 de febrero de 2021 de:
<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3120/1/17T1179.pdf>
- Han, J., Qu, H., Wang, J., Chen, G., Yan, Y., Zhang, J., Hu, F., You, L., & Cheng, Y. (2015). Comparison of the Growth and Mineralization of the Femur, Tibia, and Metatarsus of Broiler Chicks. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 17(3), 333–340. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1703333-340>
- Hernández. (2009). CUADRO DE TEMPERATURA. Obtenido de
<https://www.bioalimentar.com/consejos-bio/la-temperatura-en-pollitos/>
- Hernández, C. (2019). *INCIDENCIA Y MORTALIDAD CAUSADA POR SÍNDROME ASCÍTICO ENTRE LA CUARTA Y SEXTA SEMANA DE PRODUCCIÓN EN POLLO DE ENGORDE DE LA ESTIRPE ROSS 308 AP Y COBB 500*. Obtenido el 29 de noviembre de 2021 de: [2019 incidencia mortalidad causada \(1\).pdf](#)

- Heuvelink, E. (2018). Tomatoes, 2o edición. CAB International
- HLPE, Grupo de alto nivel de expertos. (2014). *Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles*. Obtenido el 08 de abril de 2022 de: <https://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>
- Hu, R., He, Y., Arowolo, M., Wu, S., & He, J. (2019). *Polyphenols as Potential Attenuators of Heat Stress in Poultry Production*. *Antioxidants*, 8(3), 1. <https://doi.org/10.3390/antiox8030067>
- Huerta, M., Ortega, E., Cobos, M., Herrera, J. G., Díaz, A., & Guinzberg, R. (2005). ESTRÉS OXIDATIVO Y EL USO DE ANTIOXIDANTES EN ANIMALES DOMÉSTICOS. *Interciencia*, Vol. 30(Núm. 12).
- Iimura, Y., Agata, U., Takeda, S., Kobayashi, Y., Yoshida, S., Ezawa, I., & Omi, N. (2014). Lycopene Intake Facilitates the Increase of Bone Mineral Density in Growing Female Rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 60(2), 101–107. <https://doi.org/10.3177/jnsv.60.101>
- Iimura, Y., Agata, U., Takeda, S., Kobayashi, Y., Yoshida, S., Ezawa, I., & Omi, N. (2014). The protective effect of lycopene intake on bone loss in ovariectomized rats. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 33(3), 270–278. <https://doi.org/10.1007/s00774-014-0596-4>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. (2020, 7 abril). Datos meteorológicos e hidrológicos. Recuperado 15 de julio de 2021, de <http://www.inamhi.gob.ec/>
- Iyawan, A.(2018, junio). *El licopeno del tomate y los beneficios sobre las enfermedades cardiovasculares*. Recuperado 22–01-20, de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ANCHALEE%20IYAWAN.pdf>

- Kisboa, J. (2013). Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y calidad del huevo en gallinas ponedoras. Revista electrónica de Veterinaria - ISSN 1695-7504. Volumen 14 N° 7 .Obtenido el 16 de febrero de 2021 de:
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041009.pdf>
- Lazzari, G., Pagani, J. (1998). Dimorfismo sexual en el crecimiento muscular y óseo en pollos parrilleros de la línea cobb 500. Obtenido el 06 de diciembre de 2021 de:
<http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/facultadagronomia/1999lazzarigl.pdf>
- Lazzari, G. (2010). Producción de carne de pollos parrilleros y su calidad. Obtenido el 06 de diciembre de 2021 de: <https://es.calameo.com/read/004532038c391a30f5e98>
- López, F. (2020). EL POLLO NUESTRO DE CADA DÍA: LOS IMPACTOS DE LA INDUSTRIA DE LA CARNE EN EL ECUADOR. Obtenido el 02 de febrero de 2021 de: <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador>
- Martín, A. S., Pereira, V., & Fernández, H. (2017). *Estrés calórico en producción de pollos parrilleros*. -UNCPBA-.Obtenido el 18 de abril de 2021 de:
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1682/SAN%20MARTIN,%20AGUSTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, T., Mora, D. (2010). *Conocimientos y opiniones sobre la carne de pollo de dos comunidades rural-urbana de Costa Rica*. Rev Costarr Salud Pública [online]. vol.19, n.1, pp.03-11. ISSN 1409-1429
- Mazariegos, M. (2016). El desperdicio de alimentos y su impacto en el medio ambiente. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/food-loss-waste-negative-impact-environment/>
- McLelland J (1989). Anatomy of the lungs and air sacs. In: Form and function in birds, vol 4 (King AS, McLelland J, eds). London: Academic Press, 221-280

- Meléndez, A. (Ed.). (2017). *Carotenoides en agroalimentación y salud* (1.^a ed., Vol. 1). Editorial Terracota, SA de CV. Mexico.
- Mozos, I., Stoian, D., Caraba, A., Malainer, C., Horbańczuk, J. O., & Atanasov, A. G. (2018). Lycopene and Vascular Health. *Frontiers in Pharmacology*, 9(1), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.00521>
- Nain, S., Ling, B., Bandy, B., Alcorn, J., Wojnarowicz, C., Laarveld, B., & Olkowski, A. A. (2008). The role of oxidative stress in the development of congestive heart failure in a chicken genotype selected for rapid growth. *Avian Pathology*, 37(4), 367–373. <https://doi.org/10.1080/03079450802179850>
- Nasir, M., & Saqib, S. (2015). Tomato processing, lycopene and health benefits: A review. *open access journal: science letters*, 3(1), 1–5. <https://www.essentialnutrition.com.br/media/artigos/chocolift/20.pdf>
- Navarro, I., & Periago, M. J. (2016). El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, Vol. 20(Núm. 4), Pág. 324 - 325.
- Oliveira, A., Barros, C., Silva, E., Henriques M., Paes de Barros, M., Marinho, M., & Fonseca, O. (2009). Total Phenolic content and free radical scavenging activities of methanolic extract powders of tropical fruits residues. *Food Chemistry*, 115, 469-475.
- Osuna, J. (2003). Hormonas sexuales y hueso. Obtenido el 03 enero del 2022 de: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102003000100003
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “FAO”. (2013). Revisión del desarrollo avícola. Obtenido el 15 de agosto de 2021 de: <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura “FAO”. (2017).

Producción y productos avícolas. Obtenido el 08 de febrero de 2021 de:

<http://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>

Palomo G, I., Fuentes Q, E., Carrasco S, G., González R, D., & Moore-Carrasco, R. (2010).

Actividad antioxidante, hipolipemiente y antiplaquetaria del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de su procesamiento y almacenaje. *Revista chilena de nutrición*, 37(4), 524–533. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182010000400014>

Paula V, Fantoni D, Otsuki D, Aular J. (2008). Blood gas and electrolyte values for amazon parrots. *Pesquias veterinaria. Brasileira*. 28(2):108-12

Peceros, G. (2015). *Respuesta productiva, mineralización e integridad de tibias de pollos de carne con dietas suplementadas con fitasa y 25-hidroxicolecalciferol*.

Universidad Nacional Agraria la Molina. Obtenido el 20 de mayo de 2021 de :

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1871/L51-P4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peceros P., G., Zea M., O., & Vílchez P., C. (2016). Efecto de Dietas Suplementadas con

Fitasa y 25-Hidroxicolecalciferol sobre el Comportamiento Productivo,

Mineralización e Integridad de las Tibias en Pollos de Carne. *Revista de*

Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(3), 495.

<https://doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12003>

Pérez (2017). Los pulmones de reptiles y aves. Recuperado de

<https://culturacientifica.com/2017/10/24/sistemas-respiratorios-los-pulmones-reptiles-aves/>

Pym, Robert. (2013). *Genética y cría de aves de corral en los países en desarrollo*.

Obtenido el 06 de mayo de 2021 de: <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s07.pdf>

- Cismowski, M., & Rogers, L. K. (2017). Oxidative Stress in the Lung. The Essential Paradox.
- Russo, C., Ferro, Y., Maurotti, S., Salvati, M. A., Mazza, E., Pujia, R., Terracciano, R., Maggisano, G., Mare, R., Giannini, S., Romeo, S., Pujia, A., & Montalcini, T. (2020). Lycopene and bone: an in vitro investigation and a pilot prospective clinical study. *Journal of Translational Medicine*, 18(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1186/s12967-020-02238-7>
- San Martín, A., Pereira, Virginia., Fernández, H. (2017). *Estrés calórico en producción de pollos parrilleros*. UNCPBA. Obtenido el 08 de febrero de 2021 de:
<https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1682/SAN%20MARTIN,%20AGUSTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sanmiguel, R., Peñuela, L. (junio, 2012). Una revisión a las particularidades del sistema respiratorio aviar. *Spei Domus*. 2012; 8(17):59-65.
- Schunemann, H. J. (2002). Lung Function in Relation to Intake of Carotenoids and Other Antioxidant Vitamins in a Population-based Study. *American Journal of Epidemiology*, 155(5), 463–471. <https://doi.org/10.1093/aje/155.5.463>
- Silva, A. (2016). CONSUMO VOLUNTARIO Y RENDIMIENTO A LA CANAL EN POLLOS DE ENGORDE ALIMENTADOS CON RESIDUOS POS COSECHA DE *Theobroma cacao* L. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido el 12 de agosto de 2021 de:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23701/1/tesis%20003%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Alberto%20Silva%20-%20cd%20002.pdf>
- Sisson (2010). Anatomía de las aves. Anatomía de los animales domésticos. Edición 5. Tomo 1. Pág. 2088

Solvay. (2022). El estrés calórico. Bicarz. Obtenido el 20 de enero de 2022 de:

<https://www.bicarz.com/es/estres-calorico>

Thies, F., Mills, L. M., Moir, S., & Masson, L. F. (2017). Cardiovascular benefits of lycopene: fantasy or reality? *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(2), 122–129.

<https://doi.org/10.1017/s0029665116000744>

Uculmana, C. (2015). Efecto de la relación calcio: fósforo disponible sobre el crecimiento alométrico, morfometría, integridad y mineralización ósea en pollos de engorde.

Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Obtenido el 12 de agosto de 2021 de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2138/L51-U23-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Uculmana, C., Martínez, D., Zea, O., Vílchez, C. (2018). Efecto de la relación calcio y fósforo sobre las características óseas, porcentaje de cenizas e integridad esquelética en pollos de carne. Obtenido el 06 de diciembre de 2021 de:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1609-91172018000400021&lng=es&nrm=iso

Universidad Estatal a Distancia (2017). SISTEMA CIRCULATORIO. Obtenido el 13 de noviembre de 2021 de:

https://multimedia.uned.ac.cr/pem/anatomia_especies_silvestres/pant/circulatorio/co razon.html

Reyes, J. V. (2020, 22 noviembre). *Consumo de pollo crece en Ecuador, pero producirlo cuesta más que en países vecinos*. EL UNIVERSO. Recuperado 22 de septiembre de 2021, de

<https://www.eluniverso.com/noticias/2020/11/20/nota/8055742/consumo-pollo-crece-ecuador-2020/>

- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals*, 10(8), 1266. <https://doi.org/10.3390/ani10081266>
- Weatherspark. (2021). *El clima promedio en Santa Ana Ecuador*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/18294/Clima-promedio-en-Santa-Ana-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o#Sections-SolarEnergy>
- Xu et al. (2016). Resveratrol alleviate hypoxic pulmonary hypertension via anti-inflammation and anti-oxidant pathways in rats. Recuperado de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27994500/>
- Yupanqui, R. (2017). *Metodologías de obtención de hueso y predicción de resistencia ósea como indicador de integridad esquelética en pollos de carne. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista*. Obtenido el 12 de agosto de 2021 de: [yupanqui-quispe-ruth-kari tesis huesos la molina.pdf](#)
- Zea M., O., Huaranga E., D., Jiménez H., L., Pérez C., J., Serrano G., J., Meza Q., I., Bernuy O., N., & Vílchez P., C. (2019). Efecto de cinco niveles de goma de tara sobre el comportamiento productivo, mineralización ósea y morfometría intestinal en pollos de carne. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(2), 663–675. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16100>

ANEXOS

Anexo 1. Composición nutricional del tomate

Energía	19 kcal	Potasio	236 mg
Agua	93,9 ml	Fósforo	22 mg
Proteína	0,9 gr	Vit. A	74 µg
Hidratos de C.	3,5 gr	Carotenoides	443 µg
Fibra	1,1 gr	Vit. B1	0,06 mg
Grasas	0,1 gr	Vit. B2	0,80 mg
Calcio	11 mg	Niacina	0,8 mg
Hierro	0,5 mg	Vit. B6	0,1 mg
Magnesio	10 mg	Vit. C	19 mg
Zinc	0,5 mg	Vit. E	0,5 mg
Sodio	18 mg	Ácido fólico	29 µg

Anexo 2. Resultado del análisis proximal de la harina de tomate

Nº Lote	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Temperatura °C (\bar{X})
1	14596	846,57	65,5
2	21835	1266,43	65,9
3	19620	1137,96	66
4	20728	1202,22	65,7
5	21281	1234,30	65,5
6	20645	1209,01	65,3
Total	118705	6896,49	

Anexo 3. Descripción de los insumos empleados

Insumo	Descripción	Casa comercial
Carbonato de calcio	Nicovita	Vitapro
Fosfato bicálcico	MCP 100% mineral	Phosphea
Lisina	L-lysina monohidrocloruro 98.5%	Juneng Golden Corn Co., Ltd
Metionina	L-MET 100 99%	Best Amino
Premezcla	Premezcla broilers	Vetaves
Antimicótico	Micofung PR.	Chemical Pharma EC
Antitoxinas	Toxidex	Dex Iberica s.a.

Anexo 4. Resultado del análisis proximal de la harina de tomate

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
LABORATORIOS AGROPECUARIOS DE LODANA
ÁREA DE LABORATORIO

RESULTADO DE MUESTRA DE ALIMENTO

MUESTRA:	TOMATE
CLIENTE:	Gregorio Arteaga
FECHA DE RECEPCIÓN:	22-01-2021
FECHA DE PROCESAMIENTO:	9-02-2021
MATERIA SECA:	87.95%
PROTEÍNA CRUDA (MS):	12.86%
CENIZA:	9.08%
GRASA:	2.15%
FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN):	22.17%
FIBRA DETERGENTE ACIDA (FDA):	18.23%
LIGNINA DETERGENTE ACIDA (LDA):	5.35%
CELULOSA:	2.30%
HEMICELULOSA:	3.94%



Ing. Katerine Moreira Sánchez
Responsable de laboratorio

Anexo 5. Aprobación emitida el comité de bioética



COMITÉ DE BIOÉTICA INSTITUCIONAL
UTM



DOCUMENTO II

DICTAMEN DEL COMITÉ DE BIOETICA INSTITUCIONAL-UTM

DE: Comité de Bioética Institucional de la Universidad Técnica de Manabí.

A: Instituto de Investigación UTM / Investigador Principal.

El Presidente, en nombre del Comité de Bioética Institucional utilizando las atribuciones conferidas por el Honorable Consejo Universitario en Oficio No: UTM II 2018-011-OF de enero 25/2018 y cumpliendo con los Artículos No: 14 y 36 del Reglamento de éste Comité, emite el siguiente Dictamen.

El Trabajo Investigativo: Parámetros productivos y bioquímicos de pollos parrilleros sujetos a condiciones de trópico y suplementados con harina de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Código _____ Versión: UNO, a cargo de: Sixto Reyna Gallegos PhD como Investigador Principal, sometido a Revisión y Votación por PRIMERA vez, durante la sesión celebrada el día 13 del mes de enero de 2021 fue declarado:

APROBADO PENDIENTE NO APROBADO

*En caso de no ser APROBADO, revise el Reporte Explicativo emitido por el CBI-UTM que se adjunta a este reporte. Aún en el caso de ser APROBADO el CBI-UTM pudiera hacer alguna sugerencia menor a los autores.

**En caso de ser APROBADA la Investigación en cuestión, esta debe ser revaluada por el CBI-UTM _____ % de ejecución y siempre que sea inminente la introducción de un cambio significativo en el proyecto.



ALFREDO
LÁZARO MARÍN
PÉREZ



Firma:

Dr. Alfredo Lázaro Marín Pérez
Presidente CBI-UTM

Asentado en: Tomo: 021-1 Folio: 21-1-1 Fecha:

Anexo 6. Pesaje de las tibias



Anexo 7. Medición de la morfometría de las tibias



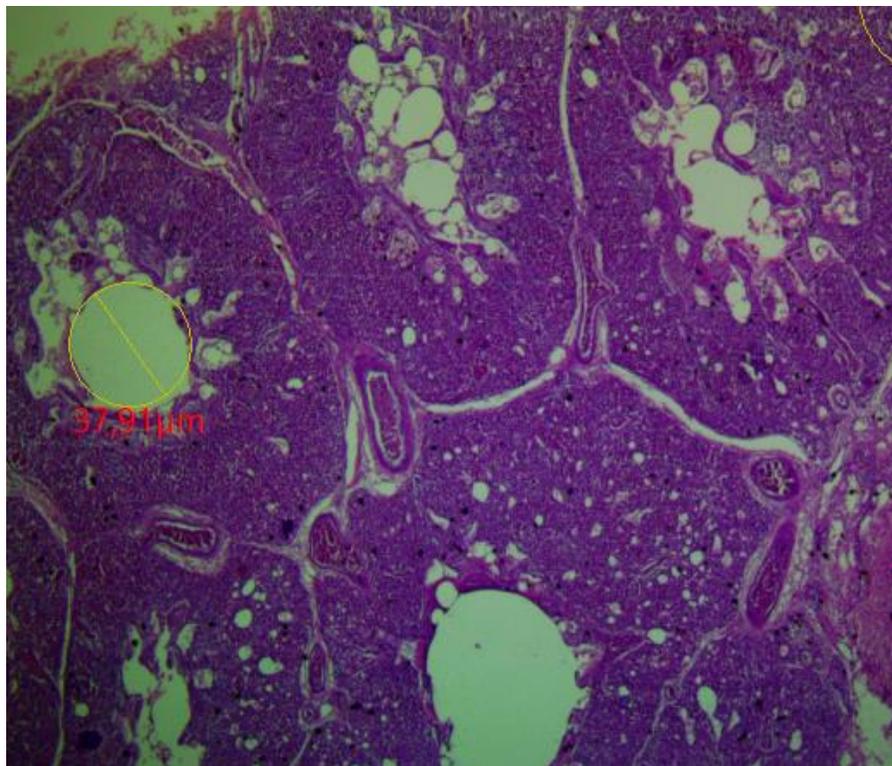
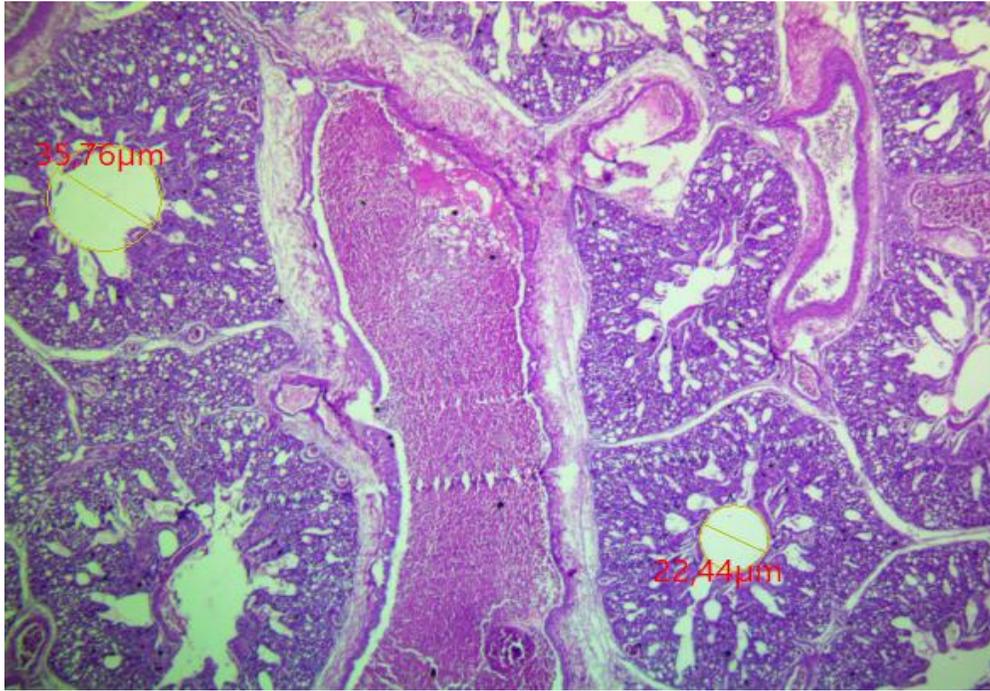
Anexo 8. Tallado de muestras



Anexo 9. Medición macroscópica de la pared ventricular izquierda



Anexo 10. Medición de Parabroquios



Anexo 11. Mediciones de la micrometría cardiaca y pulmonar

