UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TEMA:

Efecto de la suplementación dietaria con harina de tomate *(Solanum lycopersicum)* sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde.

AUTOR:

JOSÉ GREGORIO ARTEAGA SOLÓRZANO

TUTOR:

SIXTO LEONARDO REYNA GALLEGOS Ph.D.

LODANA – MANABÍ

2021

Tema:

Efecto de la suplementación dietaria con harina de tomate *(Solanum lycopersicum)* sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde.

Dedicatoria

Con amor, a la memoria de Willian Egberto Mieles Navarrete, parte de su infinita bondad vivirá siempre en mí. Gracias por ser padre de corazón, amigo y ejemplo.

Agradecimientos

A Dios, por concederme la vida y sapiencia necesaria para llegar hasta este momento.

A mi mamá Rosana Solórzano Vélez, por el amoroso sostén brindado a lo largo de mi vida y particularmente en mi trayecto universitario.

A María Elena Vera de Mieles, madre de corazón y consejera llena de sabiduría; sin su guía este momento no podría haberse materializado.

A José Arteaga Barberán, Roberto Arteaga Solórzano, Fernando Arteaga Solórzano y José Arteaga Solórzano, por la incondicionalidad y el apoyo brindado.

A Willian Mieles Vera y familia; Juan Pablo Mieles Vera y familia; Rubén Mieles Vera y familia, y a Javier Mieles Vera y familia, por enseñarme el verdadero significado de la palabra familia así como el profundo respeto y cariño que debe reinar en un hogar.

A Yelitza Ximena Rivas Quiroz, por su amorosa compañía e incondicionalidad desde mi primer día como estudiante universitario.

A Sixto Reyna Gallegos, por su amistad e incuantificable aporte en mi formación dentro y fuera de las aulas; su ética y dedicación por la academia han sido fuente de inspiración durante esta etapa de mi vida.

A las amistades que forje como estudiante de la Facultad, en particular a Juan José Zambrano, Víctor Montes Zambrano, Eulalia Ibarra Mayorga, Jonathan Proaño Morales, Juan Pauta Labanda, Daniel Burgos Macías e Isabelita Macías Robles quien me acogió con mucho cariño en la biblioteca desde el primer día que ingresé en ella. Agradezco también a Katerine Moreira Sánchez por sus votos de confianza y colaboración en todas mis actividades al interno de los laboratorios.

Un sentido agradecimiento a la Sra. Mabel Zambrano García y familia, Sra. Doris Quijije Cedeño y familia, y a la Sra. Kerly Zambrano Macías y familia, quienes me brindaron su amistad y cariño.

Agradezco a cada amigo enseñante que compartió conmigo sus conocimientos y por quienes nutro profundo respeto, especialmente a Elvis Robles Macías, Jimmy Álava Moreira, Dania Feraud Tercilla, Gustavo Navarrete Suarez, Ronald Vera Mejía, Rodolfo Pedroso Sosa, Felicia Roger Gutiérrez, Carlos Bulnes Goicochea, Rolando Romero De Armas, Daniel Cadena Macías, Yandri Macías Moreira, Carlos Solórzano Pinargote, Arnaldo del Toro Ramírez, Maritza Barrera Valle, Emir Ponce Ross; del mismo modo, agradezco a las autoridades de la Carrera, particularmente a Edis Macías Rodríguez, Laura De la Cruz, Radami Zambrano Alcivar y Marina Zambrano Aguayo.

Al personal administrativo y de servicio de la Facultad, especialmente a Francisco Arteaga Ponce, Miryam Pisco Velásquez, Narcisa Jiménez Armijos y Juan Pico, además de Manuel Rivas, Ángel Cedeño, Carlos Toala, Ramón Pin trabajadores del área de producción.

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 dietaria con harina de tomate (*Solanum lycopersicum*) sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde.**", se corresponde con el trabajo original de titulación realizado por el Egresado Sr. José Gregorio Arteaga Solórzano 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 dietaria con harina de tomate *(Solanum lycopersicum)* sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde.

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:

Dr. Edis Macías Rodríguez Ph.D.	Dr. Daniel Burgos Macías Mg Sc.
DECANO FCV	**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**
Dr. Carlos Bulnes Goicochea Ph.D.	Dr. Ronald Vera Mejía Mg Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL	**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

DECLARATORIA SOBRE DERECHOS DE AUTOR

José Gregorio Arteaga Sólorzano

EGRESADO FCV

Declaro bajo juramento, que el trabajo de titulación detallado a continuación es de mi autoría y que los resultados en el descritos son atribuibles a mi persona. Este documento no ha sido presentado previamente a ningún grado académico o calificación profesional y la bibliografía citada en el presente estudio fué consultada según la normativa correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

_____

José Gregorio Arteaga Solórzano

EGRESADO FCV

Índice

Resumen----------12
Summary----------13
Abreviaturas----------14
Introducción----------15
Antecedentes----------17
Justificación----------18
Hipótesis----------19
Objetivos----------20
Marco Teórico
Capítulo I: Pollo de engorde----------21
Historia----------21
Anatomía----------22
Fisiología Digestiva----------25
Alimentación----------29
Capítulo II: Desperdicio de alimentos----------30
Capitulo III: El tomate----------33
Taxonomía---------- 33
Licopeno y su acción antioxidante----------34
Capítulo IV: Estrés calórico----------36
Estrés calórico y el desempeño productivo----------38
Perfil lipídico y estrés calórico----------39
Glicemia y estrés calórico----------42
Metodología----------44
Ubicación, tipo de estudio, alojamiento ----------44
Selección y procesamiento del tomate----------45
Alimentación---------- 46
Profilaxis----------48
Tratamientos experimentales----------48
Diseño experimental----------49
Temperatura y humedad----------50
Indicadores del desempeño productivo----------50
Bioquímica sérica---------- 51

Histopatología del intestino----------52
Análisis estadístico----------53
Aspectos bioéticos---------- 53
Resultados---------- 54
Temperatura y humedad----------54
Desempeño productivo previo al sacrificio---------- 56
Indicadores productivos evaluados posterior al sacrificio----------60
Bioquímica sanguínea----------63
Evaluación morfométrica del intestino---------- 65
Discusión----------69
Conclusiones---------- 78
Recomendaciones----------79
Cronograma----------80
Presupuesto----------81
Bibliografía----------82
Anexos----------95

Índice de Figuras

Figura 1. Estómago del gallo----------23
Figura 2. Vista ventral del tracto gastrointestinal del gallo----------25
Figura 3. Pirámide alimenticia----------32
Figura 4. Estructura química del licopeno predominante en los vegetales----------35
Figura 5. Colesterol----------40
Figura 6. Triacilglicerol----------40
Figura 7. Estructura generalizada de una lipoproteína plasmática----------41
Figura 8. Glucosa----------42
Figura 9. Estructura de las vellosidades intestinales----------52
Figura 10. Gráfica de temperaturas----------54
Figura 11. Gráfica de humedad----------55
Figura 12. Gráfico de interacción para triglicéridos----------74
Figura 13. Gráfica de interacción para la longitud de vellosidades duodenales----------76
Figura 14. Gráfica de interacción para la relación vellosidades/profundidad----------77

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pollo----------21
Tabla 2. Taxonomía del tomate----------33
Tabla 3. Concentración de carotenoides en productos del tomate----------34
Tabla 4. Análisis proximal de la harina de tomate----------46
Tabla 5. Formulación de los balanceados----------47
Tabla 6. Composición calculada de los balanceados----------47
Tabla 7. Plan de vacunación----------48
Tabla 8. Tratamientos----------49
Tabla 9. Distribución de los tratamientos----------49
Tabla 10-11. Parámetros productivos evaluados previo al sacrificio----------58-59
Tabla 12. Parámetros productivos evaluados posterior al sacrificio----------61
Tabla 13. Peso relativo de grasa abdominal y órganos----------62
Tabla 14. Bioquímica sanguínea----------64
Tabla 15. Evaluación morfométrica de duodeno----------65
Tabla 16. Evaluación morfométrica de yeyuno----------66
Tabla 17. Evaluación morfométrica de íleon----------67
Tabla 18. Evaluación de la relación altura de vellosidades: profundidad de las criptas----------68

Índice de Anexos

Anexo 1. Composición nutricional del tomate----------95
Anexo 2. Descripción de los insumos empleados----------96
Anexo 3. Lotización para el procesamiento de la harina de tomate----------96
Anexo 4. Análisis proximal de la harina de tomate----------97
Anexo 5. Ficha técnica vacuna Gumboro----------98
Anexo 6. Ficha técnica de la vacuna NC – Bron----------99
Anexo 7. Ficha técnica de la vacuna New Castle----------100
Anexo 8. Productos vitamínicos empleados y día de aplicación----------101
Anexo 9. Ficha técnica Vitavicola----------102
Anexo 10. Ficha técnica Supervitex-F----------103
Anexos 11. Productos antibióticos empleados y día de aplicación----------104
Anexo 12. Antibiótico empleado---------- 105
Anexo 13. Antibiótico empleado----------106
Anexo 14. Expectorante empleado----------107
Anexo 15. Consideraciones previo ejecución de determinaciones----------108
Anexo 16. Determinación de Glucosa, Colesterol Total y Triglicéridos----------109
Anexo 17. Determinación de LDL-c y HDL-c----------109
Anexo 18. Aprobación emitida el comité de bioética----------110
Anexo 19. Medición de vellosidades intestinales, Duodeno----------111
Anexo 20. Medición de vellosidades intestinales, Yeyuno----------112
Anexo 21. Medición de vellosidades intestinales, Íleon----------112
Anexo 22. Preparación del galpón de crianza----------113
Anexo 23. Preparación de la Harina de tomate----------114
Anexo 24. Determinaciones Bioquímicas----------115
Anexo 25. Tallado de muestras----------116
Anexo 26. Mediciones de la histomorfometría intestinal---------- 117

Resumen

Se evaluó la suplementación de harina de tomate (HT) sobre el desempeño productivo, glicemia, perfil lipídico y morfología intestinal de 300 pollos Cobb 500, distribuidos aleatoriamente a los 28 días de edad en seis tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5 y T6), generados al combinar los factores: sexo (S) y dosis de HT (0%, 1% y 2%). Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizando el diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3 o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis cuando no se observó normalidad en los tratamientos. La interacción S x HT determinó que el peso final (PF) y ganancia de peso (GP) de la totalidad de las aves al día 42 sea mayor (P<0,05) en pollos machos suplementados con 1% de HT (T1). No se observó diferencias entre tratamientos respecto al consumo de alimento (P>0,05), aunque la conversión alimenticia (CA) fue menor al suplementar con 1% de HT (P=0,006). El peso al sacrificio (PS), obtenido de diez aves por tratamiento (dos por repetición) fue mayor en aves macho y suplementadas con 1% de HT, en relación a aves no suplementadas (P<0,05), sin observar diferencias para el peso y rendimiento en canal (P>0,05). El peso relativo (PR) de la grasa abdominal fue mayor en hembras y el PR de intestinos, en machos (P<0,05); el PR del proventrículo, ventrículo y su sumatoria fue inferior al suplementar con HT (P<0,05); la ingesta de HT no afectó los niveles séricos de glucosa (GLU), colesterol total (CT), lipoproteínas de alta densidad (HDL-c), lipoproteínas de baja densidad (LDL-c), mientras que la interacción S x HT estableció los niveles más bajos y altos para triacilglicerol (TG) en T1 y T5, respectivamente. No hubo diferencias entre tratamientos para el cociente HDL-c/LDL-c, aunque la relación CT/HDL-c fue menor en hembras (P<0,05). La longitud de las vellosidades duodenales fue mayor al suplementar con 1% de HT (P<0,001); la interacción S x HT estableció que el cociente longitud: profundidad de criptas duodenales sea mayor en T5 y T2 (P<0,05), mientras que este cociente fue mayor en las criptas yeyunales con 2% de HT (P<0,038). Se concluye que la suplementación con 1% de HT mejora el PF, GP, CA y el PS en pollos machos, sin modificar las características de la canal; la adición de HT redujo el PR del proventrículo y el ventrículo. La suplementación con HT mejoró la morfometría de las vellosidades del duodeno y yeyuno, sin modificar los niveles de GLU y perfil lipídico, excepto la concentración de TG en hembras.

Palabras clave: pollo de ceba, sexo, problemas ambientales, harina de tomate, perfil lipídico, vellosidades intestinales.

Summary

Tomato flour supplementation (TF) was evaluated on the productive performance, glycemia, lipid profile, and intestinal morphology of 300 Cobb 500 chickens, randomly distributed at 28 days of age in six treatments (T1, T2, T3, T4, T5, and T6), generated by combining the factors: sex (S) and TF dose (0%, 1%, and 2%). The results were analyzed to by analysis of variance (ANOVA), using one design completely random whit 2x3 factorial arrangement or the non-parametric Kruskal-Wallis test when normality was not observed in the treatments. The S x TF interaction determined that the final weight (FW) and weight gain (GW) of all the birds at day 42 was higher ($P<0.05$) in male chickens supplemented with 1% TF (T1). There was no differences between treatments regarding feed intake ($P>0.05$), although feed conversion (CF) was lower in the supplemented with 1% TF (P=0.006). The slaughter weight (SW) obtained from a sample of ten birds per treatment (two per repetition) was higher in male birds supplemented with 1% TF, in relation to non-supplemented birds ($P<0.05$), no observed differences for the weight and performance in the carcass ($P>0.05$). The relative weight (RW) of abdominal fat was higher in females and the RW of intestines, in males ($P<0.05$); RW of proventriculus, ventricle, and the sum of both was lower in the treatments supplemented with TF ($P<0.05$); intake TF did not affect the serum glucose (GLU), total cholesterol (TC), high-density lipoproteins (HDL-c), lipoproteins, low-density (LDL-c), while for to interaction S x TF established a lower-level and high-level of triacylglycerol (TAG) for T1 and T5, respectively. There were no differences between treatments for the HDL-c/LDL-c ratio, although the CT/HDL-c ratio was lower in females ($P<0.05$). The length of the duodenal villi was greater when supplementing with 1% TF ($P<0.001$); The S x HT interaction established that the villi length: crypt depth ratio on duoden was higher in T5 and T2 ($P<0.05$), while this ratio was higher in jejunal crypts with 2% TF ($P<0.038$). It is concluded that supplementation with 1% TF improves FW, WG, CF, and SW in male chickens, without modifying the characteristics of the carcass, supplementation with TF reduced the RW of the proventriculus and ventricle, and the supply of TF got better morphometry of the villi of the duodenum and jejunum, without modifying GLU levels and lipid profile, except TG concentration in females chickens.

Keywords: broiler chicken, sex, environmental problems, tomato flour, lipid profile, intestinal villi.

Abreviaturas

AGCC: ácidos grasos de cadena corta

CA: conversión alimenticia

CAT: colesterol acetil transferasa

CoA: acetil coenzima A

CT: colesterol total

DMT2: diabetes mellitus tipo 2

EC: estrés calórico

FD: fibra dietética

GLU: glucosa

GSH-Px: glutatión peroxidasa

HDL-c: lipoproteínas de alta densidad

HMG-CoA: Hidroximetilglutaril-CoA reductasa

HO-1: hemoxigenesa 1

HT: harina de tomate

LDL-c: lipoproteínas de baja densidad

Nrf2: factor nuclear 2 derivado del eritroide

OT: orujo de tomate

PPARα: receptores activados por proliferadores peroxisomales

ROS: especies reactivas al oxígeno

SOD: superoxido dismutasa

TG: triglicéridos

VDLD-c: lipoproteínas de muy baja densidad

Introducción

El pollo de engorde es una fuente importante de proteínas de alta calidad biológica, cuyo fácil acceso y disponibilidad para la población contribuye a mitigar los efectos del hambre y desnutrición, particularmente en países en vías de desarrollo (FAO, 2016; Fouad y El-Senousey, 2014), la demanda de carne de pollo se ha incrementado en función del aumento de la población humana, alcanzando el año 2019 las 128.4 millones de toneladas producidas, el consumo per cápita mundial es 14.2 kg, siendo mayor en Brasil con un consumo per cápita anual de 71.2 Kg (FENAVI, 2019); en el resto de América Latina el consumo promedio anual es 32.7 kg (Ruiz, 2019), por lo que la industria avícola tiene un amplio potencial de crecimiento en el mundo y la región.

Sin embargo, las materias primas utilizadas en la alimentación de los pollos de engorde compiten directamente con la alimentación humana (Mottet y Tempio, 2017) y constituyen entre el 60 y 70% del costo de producción (Thirumalaisamy *et al.*, 2019). Adicionalmente, condiciones de temperatura y humedad determinan que en ambientes tropicales los pollos de engorde se enfrenten al desafío del estrés por calor, que afecta negativamente el desempeño productivo e incrementa la tasa de mortalidad. Las condiciones de estrés por calor provocan una serie de cambios metabólicos como el daño oxidativo, que puede resultar de una mayor producción de especies reactivas de oxígeno, perdiéndose el sutil equilibrio entre la oxidación y el sistema de defensa antioxidante celular, lo que resulta en peroxidación de lípidos y daño oxidativo a proteínas y ADN (Lin, *et al.*, 2006; Oke *et al*., 2017).

Por otra parte, la industria del procesamiento de alimentos, incluido el procesamiento de frutas y verduras junto a los demás eslabones de la cadena productiva, y el descarte por parte del consumidor, se constituyen como el segundo mayor generador de desechos en el medio ambiente, sólo después de las aguas residuales domésticas (Joshi *et al.*, 2012); en este sentido, el tomate *(Solanum lycopersicum)*, con una producción mundial de 168 millones de toneladas en el 2016, es uno de los cultivos de hortalizas más explotados del mundo; aproximadamente 40 millones de toneladas son procesadas, desperdiciándose del 10 al 30% de la materia prima, como tomate de descarte u orujo de tomate (OT), un mezcla de piel de tomate, semillas y una pequeña fracción de pulpa que contienen carotenoides, especialmente licopeno (Fărcaş *et al.*, 2019), bioactivos que, en función de sus propiedades antioxidantes, tienen la capacidad de mitigar los efectos adversos

observados en pollos de engorde criados bajo condiciones de estrés calórico (Arain *et al*., 2018) y de mejorar su perfil lipídico, incrementando la concentración plasmática de lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) y reduciendo los niveles de lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) (Marounek y Pebriansyah, 2018). Adicional a su elevado contenido de licopeno, el subproducto de tomate contiene altas, aunque variables, concentraciones de fibra dietaria, proteínas, cenizas y lípidos, reportándose su utilización en la alimentación animal (Lu *et al.*, 2019).

En el caso del pollo de engorde, la información sobre los efectos de la suplementación dietaria con harina de tomate sobre el perfil lipídico de las aves es limitada, y los resultados sobre el desempeño productivo son inconsistentes (Sahin, 2006; Sahin 2011; Sahin 2016). Asimismo, la información sobre el probable efecto de los carotenoides y fibras del subproducto de tomate sobre la morfología de las vellosidades del tracto intestinal de pollos de engorde y su relación con la respuesta productiva es escasa, por tanto se plantea ¿cuál es el efecto de la suplementación con harina de tomate sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde?

Antecedentes

A lo largo de toda la cadena de producción agrícola, incluyendo el transporte, almacenamiento y descarte por el consumidor, se generan residuos que al no ser eliminados de forma adecuada ocasionan problemas ambientales. Por otra parte, el creciente interés por dichos residuos en la alimentación animal deriva de sus propiedades nutricionales y funcionales (Fitroh *et al.*, 2018; Raza *et al*., 2019). En la alimentación del pollo de engorde se han evaluado distintos productos, subproductos o desechos industriales como la cáscara de banano, uva, granada, cítricos, harina de yuca, alfalfa, espinaca, coliflor, (Azizi *et al.*, 2018; Sánchez-Roque *et al.*, 2017) y el tomate (Raza *et al*., 2019).

Al respecto, en pollos de engorde sometidos a estrés calórico, la suplementación con orujo de tomate aumentó el peso corporal y el índice de producción, disminuyó la tasa de conversión alimenticia (CA) durante los primeros días de edad, aumentó la concentración sérica de HDL-c, sin modificar los contenidos de cenizas, calcio y fósforo en muestras de tejido óseo. Sin embargo, los efectos sobre los parámetros productivos fueron menos evidentes al día 42 (Hosseini-Vashan *et al*., 2016). Algunos estudios reportan un efecto positivo del licopeno sobre la ganancia de peso corporal y la CA en aves de corral (Englmaierová *et al.*, 2011; Sahin *et al*., 2006). No obstante, Mezbani *et al*., (2019) sostiene que no se obtuvo un impacto significativo en las características de la canal de los pollos de engorde.

Como se ha mencionado anteriormente, el tomate y sus subproductos presentan un elevado contenido de fibras dietéticas; que, consumidas en volúmenes adecuados, permite mejorar las características morfométricas y funcionalidad de las vellosidades intestinales (Vilaplana, 2001). En mérito a ello, la inclusión de hasta 60g de fibra por kg en la dieta para pavos no ocasionó resultados indeseables en el desempeño productivo (Sklan *et al.*, 2004). Adicionalmente, la presencia de fibra dietética (FD), en niveles de inclusión hasta 5% en la dieta de pollos de engorde se asocia con incremento de la actividad del proventrículo, incremento de peso del tracto intestinal, mayor digestibilidad y generación de ácidos grasos volátiles en los sacos ciegos de las aves, con efectos favorables para salud animal (Kheravii *et al.*, 2018; Rezaeipour *et al.*, 2012). Sin embargo, existe evidencia de efectos indeseables sobre la altura de las vellosidades, profundidad de las criptas y el grosor de la capa muscular del yeyuno (Chiou *et al.*, 1994).

Justificación

La presente investigación busca valorar la inclusión dietaria de harina de tomate (*Solanum lycopersicum*) sobre la deposición de grasa abdominal, bioquímica sanguínea, integridad de las vellosidades intestinales e indicadores del desempeño productivo en pollos bajo condiciones ambientales de estrés calórico. Este estudio se justifica, al disponerse de limitada información al respecto en el medio, y porque la respuesta productiva del pollo de engorde en dichas condiciones resulta afectada, acarreando consecuencias económicas negativas para el sector avícola. Por otra parte, los residuos de cosecha se pueden emplear en la alimentación animal ofreciendo una alternativa parcial en la búsqueda de reducir los costos de producción, temática que resulta sensible para la industria avícola.

Es importante resaltar que los descartes agroalimentarios cuando no son desechados de forma adecuada se convierten en una potencial fuente de contaminación, representando un riesgo para la salud humana, además, estos productos no representan competencia alguna para la alimentación humana. Finalmente, la evaluación de las variables mencionadas en ambos sexos resulta interesante, al disponerse de escasa información al respecto.

Hipótesis

La suplementación con harina de tomate mejora el desempeño productivo, los parámetros bioquímicos y la morfología intestinal de los pollos de engorde.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación dietaria con harina de tomate sobre el desempeño productivo, parámetros bioquímicos y morfología intestinal de pollos de engorde.

Objetivos específicos

- Estudiar la respuesta productiva de pollos de engorde suplementados con harina de tomate.
- Valorar la suplementación de harina del tomate sobre el perfil lipídico y glicemia de pollos de engorde.
- Evaluar los probables efectos de la harina de tomate sobre la morfología intestinal de pollos de engorde.

Marco teórico

I.

Pollo de engorde

Historia

Existe evidencia que ubica los orígenes de la gallina en el sudeste del continente asiático, más específicamente en India oriental y en la cordillera del Himalaya donde se pueden encontrar aún en su estado salvaje. A excepción de las estirpes exóticas, todas las estirpes de aves que se utilizan actualmente para la explotación avícola proceden de la super especie *Gallo bankiva* (Tabla 1). La domesticación de la gallina ocurrió en China alrededor del año 1400 a. C., posteriormente los flujos migratorios indoeuropeos se ocuparon de introducir la especie en Europa (Ramos, 2014).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del pollo

Reino	Animal
Clase	Aves
Orden	*Gallinae*
Familia	*Phaisanidae*
Género	*Gallus*
Subespecie	*Gallus domesticus*

Fuente: Ramos, (2014). Crianza, producción y comercialización de pollos de engorde.

En la Edad Media, la carne de gallinas se consideraba como un alimento apreciado y en consecuencia inaccesible para una gran parte de la población, durante el Renacimiento europeo, las gallinas tuvieron un papel vital en la alimentación ya que en ese entonces era de mayor accesibilidad para los estratos menos favorecidos económicamente. Existe evidencia de que la gallina fue introducida al continente Americano por Cristóbal Colón. Además, se sugiere que los primeros en domesticar la gallina en América del Sur fueron los Incas (Ramos, 2014). El establecimiento de programas de ceba que permitieron la industrialización de la avicultura se iniciaron a partir de 1960 aproximadamente (McKay *et al*., 2000). Los principales países productores de la región son: Brasil, México, Argentina, Colombia, Perú y Chile, estos engloban el 88.8% de la producción total de América Latina y el Caribe (FAO, 2020).

La demanda de alimentos crece paralelamente al aumento poblacional, desde este enfoque, la avicultura encontró un gran margen para su desarrollo, y de la mano a esto, su intensificación y tecnificación (Pomboza-Tamaquisa *et al*., 2018). La producción de carne de pollo en Latinoamérica y el Caribe superó los 26,4 millones de toneladas métricas en 2018, registrando una tasa de crecimiento del 1.1% con respecto al 2017, para el 2019 solo en Latinoamérica fueron producidas más de 21 millones de toneladas métricas (ILP, 2019).

En el Ecuador se produjeron poco más de 300 mil toneladas métricas de carne de pollo en el año 2019 (FAO, 2020), su sector avícola ha crecido paulatinamente, sólo entre el 2018 y 2019 el número de aves criadas en campo y planteles avícolas creció un 27% y el consumo per cápita que en el año 2017 fue de 30 a 32 kg se habría triplicado respecto a veinte años atrás. Este nivel de consumo es muy superior al de carne de cerdo: 12 kg/año, y al de res y pescado: 10 kg/año (López, 2020).

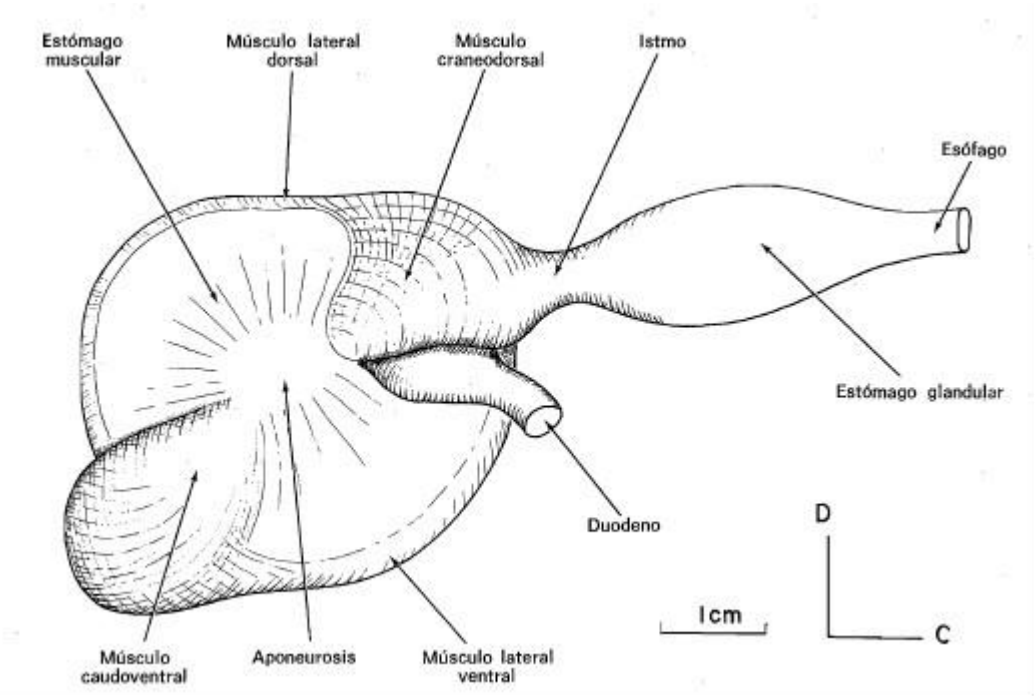
Anatomía del sistema digestivo

Las características anatómicas de la faringe, cavidad oral y nasal de las aves difieren significativamente de las de los mamíferos; al carecer de paladar blando, la faringe no está dividida en porciones nasales y orales, más bien, ambas convergen en una cavidad común denominada orofaringe. Los labios y los dientes se encuentran sustituidos por un pico epidérmico queratinizado que cubre las partes rostrales de las mandíbulas inferior y superior. La escotadura coanal se extiende longitudinalmente por la línea media en la parte caudal del paladar; el techo de la faringe, está dividido por una hendidura infundibular corta y mediana, caudal a la escotadura se ubica la unión con el esófago y a cada lado, medialmente, existe una fila transversa de diez grandes papilas (Sisson *et al*., 2001).

El suelo de la faringe está formado por la raíz fija de la lengua y las papilas linguales se ubican caudalmente sobre la superficie dorsal, en la submucosa del suelo se encuentran las glándulas salivales esfenopterigoideas y en sentido caudal al techo se forma una capa longitudinal continua con la capa muscular interna del esófago. Las glándulas salivales están bien desarrolladas en el pollo y forman una capa casi contigua en las paredes de la boca y la faringe (Sisson *et al*., 2001).

El esófago está situado entre la orofaringe y la parte glandular del estómago, inmediatamente craneal a la entrada torácica, retorna a la línea media y forma un divertículo sacular conocido también como buche, la pared del esófago aumenta de grosor caudalmente; tanto la superficie interna del buche como la del esófago poseen pliegues longitudinales y están revestidas por un epitelio escamoso estratificado (Sisson *et al*., 2001).

Figura 1. Estómago del gallo, D: Dorsal; Craneal



Fuente: Sisson *et al*., (2001). Anatomía de los animales domésticos.

El estómago se divide en distintas partes por una constricción y así se forma el estómago glandular, órgano alargado situado en la parte izquierda y ventralmente en la cavidad corporal, unidas en parte al hígado y con una pared más gruesa que el esófago; mientras el estómago muscular, de mayor diámetro, es semejante a una lente biconvexa y separa a dos porciones estomacales craneodorsal y caudoventralmente (Figura 1). La pared de este órgano es extremadamente gruesa, su superficie interna está recubierta por un epitelio columnar simple a través del cual se abren glándulas tubulares de la lámina propia, coloquialmente es conocida como molleja y su principal función es la de suavizar y macerar los alimentos, además, está provista de denticulaciones esclerosadas internas así

como de un completo paquete muscular especializado para sus funciones (Sisson *et al*., 2001).

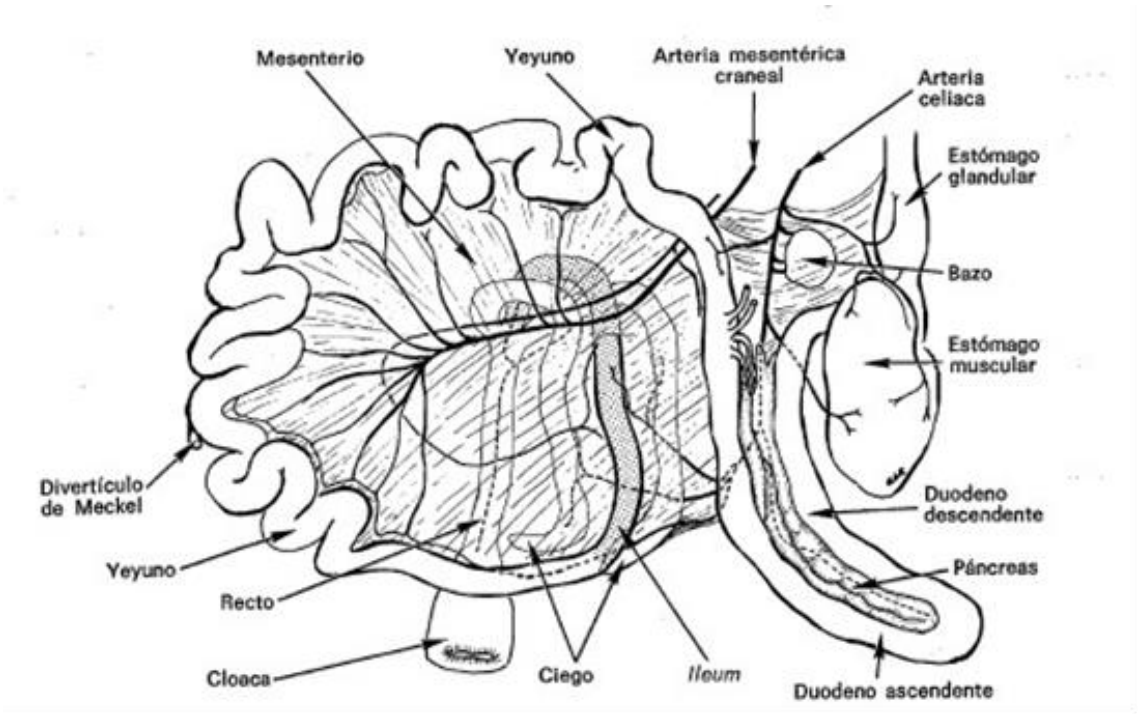
El intestino delgado está formado por una asa duodenal craneal y una porción caudal constituida por el yeyuno e íleon (Figura 2). El duodeno está formado por una parte descendente proximal que se extiende desde la superficie craneal de la molleja; y ascendente distal, se extiende inmediatamente dorsal a la porción descendente, opuesto a la parte craneal del estómago muscular, uniéndose al yeyuno ventral y al riñón derecho; esta porción ascendente está unida al yeyuno a la derecha y al íleon y ciego izquierdo. Ambas partes del duodeno se mantienen juntas mediante pliegues mesentéricos (Sisson *et al*., 2001).

La mayor parte del yeyuno está dispuesto mediante asas cortas al borde del mesenterio dorsal y en su unión duodenal, en su porción proximal, se extienden caudalmente; las asas están unidas al saco aéreo abdominal derecho sobre la parte derecha, al ovario, íleon, duodeno ascendente y páncreas en el lado izquierdo. En su porción distal, el yeyuno continúa con el íleon en la línea media, ventral al recto y cloaca, dorsal al duodeno. Existe un remanente ciego del saco vitelino llamado divertículo de Meckel que normalmente se encuentra en el principio de la parte distal del yeyuno, además, la pared del yeyuno es más gruesa que la del duodeno y en aves adultas se describe una gran cantidad de tejido linfoide, varios autores reconocen a este último como las placas de Peyer (Sisson *et al*., 2001).

El íleon es la continuación del yeyuno en la parte media, ventral al recto y cloaca; en casi toda su longitud se aprecian los ciegos derecho e izquierdo, el mesenterio dorsal del íleon se extiende hasta el ciego en forma de dos ligamentos ileocecales (Sisson *et al*., 2001).

El intestino grueso de los pollos está formado por un par de ciegos y un intestino corto que se continúa con el íleon y cloaca; los ciegos son alargados, tienen sus aberturas rígidas caudalmente dentro del recto, se extienden primero craneal y luego caudalmente, paralelos al íleon hasta que llegan a ser sujetados por los ligamentos ileocecales; la luz del ciego posee vellosidades limitadas a su parte proximal mientras el resto de mucosa está constituida por pliegues, además, posee tejido linfoide particularmente desarrollado en su parte proximal, donde existe también una amígdala cecal (Sisson *et al*., 2001).

Figura 2. Vista ventral del tracto gastrointestinal del gallo



Fuente: Sisson *et al*., (2001). Anatomía de los animales domésticos.

El recto se extiende caudalmente como un tubo medial hasta la cloaca, posee escasas vellosidades así como células argentófilas y globosas, su pared es más gruesa que la del intestino delgado, además, se considera como la continuación del íleon cranealmente. El ciego izquierdo se ubica ventralmente sobre el lado izquierdo y el ciego derecho dorsalmente sobre el lado derecho. Finalmente, la cloaca se sitúa caudalmente y es concebida como una cámara común donde convergen los conductos urinarios, el tubo digestivo y los órganos genitales (Sisson *et al*., 2001).

Fisiología digestiva y metabolismo

El nivel de ingestión en las aves de corral está influenciado por muchos factores como: el tipo genético, el nivel de producción, la técnica de cría, la temperatura ambiente, la palatabilidad del alimento. Sin embargo, en condiciones estándar, el consumo de alimentos está determinado principalmente por el contenido de energía metabolizable de la ración (Sheng *et al*., 2018).

Casi todos los alimentos que ingieren las aves de corral deben sufrir una serie de transformaciones químicas y escisiones para ser absorbidos, estas modificaciones se efectúan principalmente por las enzimas secretadas en las diversas partes del sistema digestivo. Las enzimas son proteínas complejas que funcionan como catalizadores específicos de algunos procesos químicos; procesos que también están controlados por otros factores como el grado de acidez y la presencia de una adecuada flora microbiana intestinal (Scanes, 2015).

Velocidad de tránsito

El tiempo necesario para recorrer todo el sistema digestivo depende de la velocidad de tránsito del quimo en la molleja y, por tanto, de la naturaleza de los componentes de la ración. Si la mezcla es una harina fina, el paso es rápido, si es gruesa, la pausa es mucho más larga. En general, los alimentos ingeridos recorren todo el sistema digestivo en aproximadamente 16 a 26 horas. La velocidad digestiva también está influenciada por la actividad productiva, por ejemplo: en las gallinas ponedoras es más rápida que en las que no ponen, también la iluminación intensa acelera la velocidad de la digestión (Scanes, 2015).

Digestión y metabolismo de proteínas

Para ser asimiladas, las proteínas deben descomponerse en aminoácidos, operación que comienza a nivel del proventrículo y termina en el intestino delgado. Una vez ingerido el alimento se produce, por la acción estimulante del vago sobre la mucosa del estómago glandular, el jugo gástrico, cuyo grado de acidez disminuye su pH (2,4-5,0) provocando la rotura de los enlaces de las moléculas de proteína, dando así la posibilidad a la pepsina de dividir las proteínas en polipéptidos y peptonas que, a su vez, se degradarán definitivamente, por la acción de los jugos pancreático y entérico, en aminoácidos (Scanes, 2015).

Algunas proteínas, por ejemplo: γ- globulinas con actividad inmunizante, pasan directamente al sistema linfático. Por tanto, el pollo puede transferir directamente algunos anticuerpos contra determinadas enfermedades (Newcastle o Bronquitis Infecciosa) directamente al huevo de forma similar a lo que se encuentra en los mamíferos lactantes

que absorben los anticuerpos ya preformados por la madre a través del calostro (Sheng *et al*., 2018).

El organismo utiliza los aminoácidos, que resultan de la digestión de las proteínas de la dieta, para reponer los tejidos viejos y formar otros nuevos. No todos los aminoácidos son esenciales, muchos pueden ser producidos por el organismo y son denominados como "aminoácidos no esenciales", mientras que los aminoácidos que no son sintetizados por el organismo y por tanto deben ser aportados por la dieta, son conodidos como "aminoácidos esenciales" (Moon, 2018).

Esta terminología se refiere únicamente a la esencialidad nutricional; de hecho, todos los aminoácidos son necesarios para el mantenimiento y la producción. La cistina y la tirosina no se pueden sintetizar a partir de nitrógeno y otros compuestos simples, pero pueden derivarse de otros aminoácidos esenciales como la metionina y la fenilanina, respectivamente (Moon, 2018).

En las dietas estándar con predominio de maíz y soya, los aminoácidos más limitantes son: Lisina, Metionina, Cistina y Triptófano. Los aminoácidos que superan las necesidades del organismo se utilizan con fines energéticos después de someterse a un proceso de desaminación. El nitrógeno en exceso se excreta como ácido úrico y urato (Scanes, 2015).

Digestión y metabolismo de los azúcares

Los carbohidratos son los constituyentes más abundantes de cereales, frutas, hortalizas y legumbres, por tanto son sustancias formadas por carbono y agua capaces de organizarse como polímeros de diversos tamaños que, según las unidades que los componen, pueden asumir diferentes funciones y estructuras. Las moléculas de glúcidos contenidas en los alimentos granulados resultan insolubles, por lo que su digestión está sujeta a su descomposición a través del ablandamiento (buche) y trituración (molleja) del gránulo, estas operaciones son fundamentales para permitir la intervención de enzimas entéricas y jugo pancreático, que descomponen los polisacáridos en azúcares simples (Scanes, 2015).

El organismo utiliza los azúcares simples como proveedores de energía y se depositan en el hígado y otros sitios en forma de glucógeno. La capacidad de almacenamiento de glucógeno es limitada, por lo que el exceso de energía se deposita en forma de grasa.

Siempre que el organismo lo requiere, el glucógeno almacenado se descompone en glucosa y luego se transfiere, a través de la sangre, a los distintos tejidos (Sheng et al., 2018).

Digestión y metabolismo de lípidos

La digestión de las grasas implica su solubilización y posterior transformación en ácidos grasos y glicerol, operaciones que tienen lugar en el intestino delgado por acción de las sales biliares y lipasas pancreáticas. Las grasas son emulsionadas por las sales biliares, posteriormente resultan solubles por la acción hidrolítica de las lipasas pancreáticas y finalmente absorbidas y transportadas por vía linfática y a través de la vena porta hasta el hígado, donde se transfieren al cuerpo y se almacenan parcialmente. La digestión de las grasas ya comienza en el estómago muscular: de hecho, aproximadamente el 30% de los triglicéridos de la dieta se hidrolizan en la molleja. Los ácidos grasos se utilizan principalmente como proveedores de energía y, si se encuentran en exceso, se depositan en los tejidos de reserva (Moon, 2018).

Digestión y metabolismo de fibras

La fibra bruta se compone principalmente de hemicelulosa, celulosa y lignina. Si bien la lignina no se digiere en absoluto, la celulosa y las hemicelulosas se digieren al menos parcialmente con la ayuda de la microflora cecal. En comparación con otros monogástricos, el pollo asimila fibra cruda de forma limitada, lo que por lo tanto constituye un lastre, sólo capaz de aumentar el volumen del contenido intestinal y promover el peristaltismo (Scanes, 2015). Adjuntar fibra proveniente de frutas y verduras en la dieta mejora la digestibilidad de los nutrientes y el crecimiento en pollos de engorde (Jha y Mishra, 2021), en particular, la fibra dietética es aprovechada por lactobacilos y bifidobacterias que promueven la producción de ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta con una consecuente reducción del pH, evitando así la colonización de bacterias patógenas y favoreciendo la integridad intestinal (Mateos et al., 2012).

Alimentación

En términos prácticos, la alimentación de los pollos de engorde se divide en tres etapas: i) de iniciación, en la que se suministra un alimento que contenga hasta un 22% de proteína y entre 2,9 a 3,0 Mcal de energía metabolizable por kg (EM/kg), es importante estimular la curiosidad que deben desarrollar las aves hacia el alimento, distintos autores sugieren el empleo de hojas de papel o bandejas de altura mínima para facilitar este proceso con la finalidad de que los pollitos inicien a consumir alimento; ii) en la fase de crecimiento, el alimento debe contener hasta 20% de proteína y de 3,0 a 3,1 Mcal EM/kg; iii) para la etapa de finalización se sugiere la ingesta de alimentos con una contracción del 18-19% en proteínas y hasta 3,1 Mcal/kg. En la actualidad, y con el desarrollo de la industria avícola, existen programas de crianza establecidos en 7 y hasta 6 semanas para pollos de engorde (Cobb, 2018).

Importancia del pollo de engorde en la nutrición humana

La carne del pollo de engorde es una de las fuentes más importantes de proteína de alta calidad, del mismo modo, proporciona vitaminas y minerales relevantes para la nutrición humana. El sector avícola sigue creciendo e industrializándose debido al poderoso impulso del crecimiento demográfico, el aumento del poder adquisitivo y los procesos de urbanización. Además, la rápida implantación de estructuras destinadas a la crianza de aves agilita el proceso ya que pueden iniciar a funcionar de forma casi inmediata. Las aves de traspatio también juegan un papel importante en la nutrición de países en vía de desarrollo (FAO, 2013).

Bajo el enfoque y promoción de la seguridad alimentaria, las aves de corral criadas con desechos constituyen una fuente extremadamente necesaria de proteínas e ingresos para muchas familias que viven en las regiones rurales pobres de los países en desarrollo (FAO, 2013).

II.

Desperdicio de alimentos

Se entiende por desperdicio de alimentos a la disminución en la cantidad o calidad de los mismos a raíz de las decisiones y acciones de proveedores de servicios alimentarios, minoristas y consumidores. Entre las distintas vías por las que el alimento es desperdiciado encontramos; a) desviación de aquello que se considera como ideal en cuanto a forma, tamaño o color respecta, este mecanismo de desperdicio es común en las operaciones de clasificación al interno de la cadena de suministro mayoritario; b) alimentos excedidos en su fecha de caducidad y consecuente descarte por minoristas y consumidores; c) alimentos sanos y comestibles que son desechados en las cocinas domésticas, al igual que en cadenas y establecimientos dedicados a la preparación de alimentos. A diferencia del desperdicio, las pérdidas de alimentos se producen como resultado de las acciones y decisiones de la industria agrícola o del mediano y pequeño agricultor, incluyendo a la cadena de distribución (FAO, 2019).

Se estima que, a nivel mundial, un tercio de los alimentos producidos para el consumo humano se pierden o desperdician, esto es equivalente a 1.3 billones de toneladas de alimento al año. Al requerir de un considerable uso de recursos, el desperdicio y las pérdidas alimentarias se acompañan paralelamente de una importante serie de repercusiones ambientales como la erosión del suelo, la deforestación, la contaminación del agua y del aire, así como las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen en los procesos de transporte, almacenamiento y gestión de residuos (Schanes *et al*., 2018).

En el contexto de la contaminación ambiental, el desperdicio de alimentos genera aproximadamente el 8% de todas las emisiones de gases de efecto invernadero ocasionados por el hombre, en Estados Unidos esto equivale a las emisiones producidas por 43 millones de automóviles. Si los alimentos finalizan en el vertedero y se pudren, producen metano, un gas de efecto invernadero aún más potente que el dióxido de carbono (WWF, 2018).

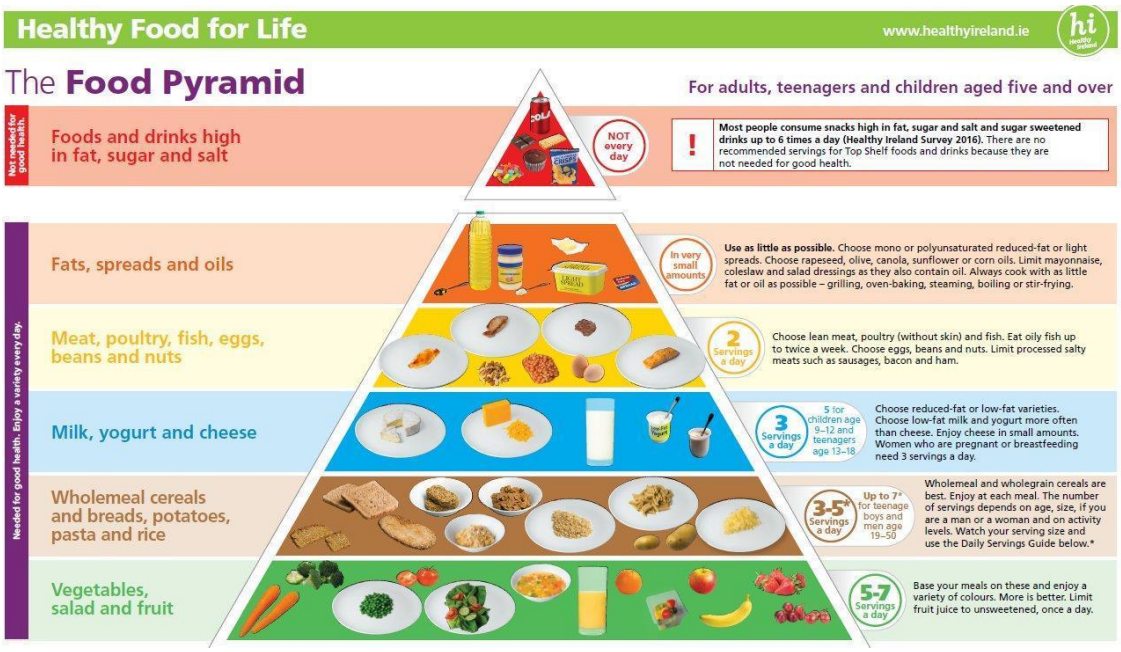
Es deducible que tanto el minorista como el consumidor se encuentran al final de la cadena productiva, en consecuencia, ello conlleva a un mayor empleo de recursos. En términos específicos, si en los hogares; por ejemplo, se desperdician los alimentos al final

de la cadena de suministro, toda la energía fósil y las emisiones de gases con efecto invernadero invertida en su producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y preparación se verán desperdiciadas (Schanes *et al*., 2018). Además, el desaprovechamiento de los recursos naturales repercute también en una menor capacidad de mitigar el hambre, la pobreza o una mejora de la nutrición, merma la generación de ingresos y el crecimiento económico; en efecto, para el pequeño productor y con limitaciones económicas, las pérdidas cuantitativas afectan directamente a la disponibilidad de alimentos, derivando en inseguridad alimentaria (FAO, 2015).

Además de las pérdidas económicas directas que representa el desperdicio de alimentos, los productos agrícolas básicos comercializados en los mercados internacionales y que se desperdician en una parte del mundo pueden afectar a la disponibilidad y precio de los alimentos en otros lugares de la tierra, especialmente en cadenas de suministro globalizadas donde productos producidos y procesados en una determinada parte del mundos se consumen en otra (FAO, 2015).

En la actualidad, las frutas y verduras se ubican en la base de la pirámide alimenticia, esto evidencia su importancia en la alimentación humana (Murphy, 2016), en este sentido, se han asociado a dietas de mejor calidad, y consecuentemente más saludables, con una menor emisión de gases de efecto invernadero, eutrofización, menor empleo de agua al igual que tierras para cultivo (Conrad *et al*., 2018).

Figura 3. Pirámide alimenticia



Fuente: Murphy (2016). La nueva pirámide alimenticia.

Sin embargo, se estima que sólo en Estados Unidos, el desperdicio de frutas y verduras alcanza los 34.8 billones de dólares anuales. Se ha demostrado que existen numerosas causas que ocasionan este fenómeno, entre ellas el sobrecultivo, la errónea interpretación sobre la fecha de caducidad e imperfecciones visuales a criterio del consumidor, esta última entre las más importantes y fundamentada en la *estética* de los alimentos, la cual genera el rechazo del adquirente debido a deformidades o tonalidades distintas en la pigmentación del producto (Hingston y Noseworthy, 2020).

A nivel mundial, cada año se desperdicia suficiente comida para alimentar a casi 2000 millones de personas con una dieta de 2100 kcal/día (Kummu *et al*., 2012), según la FAO (2012), más del 45% de las frutas y verduras producidas alrededor del mundo se echan a perder, estas también representan los mayores niveles de desperdicios (30%) una vez adquiridas por el consumidor, no obstante, la Organización Mundial de la Salud recomienda la ingesta de no menos de 5 porciones de fruta al día o al menos 400 gramos de frutas y verduras al día, mientras que el consumo de 600 g diarios de estos productos disminuiría el riesgo a desarrollar cáncer u otras enfermedades catastróficas (Gonzáles, 2018).

III.

El 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 después de la papa en todo el mundo. El tomate pertenece al orden de las *Solanáceas*, familia de las *Solanáceas*, género *Solamum*, especie *lycopersicum* (Tabla 2). La familia de las solanáceas incluyen otros cultivos importantes de hortalizas como el chile y el pimiento morrón (*Capsicum spp*.), la patata (*Solanum tuberosum*), y la berenjena (*Solanum betaceum*) (Heuvelink, 2018).

Tabla 2. Taxonomía del tomate

Reino	***Plantae***
Subreino	*Viridiplantae*
Clase	*Magnoliopsida*
Orden	*Solanales*
Familia	*Solanáceas*
Género	*Solanum*
Especies	*S. lycopersicum*

Fuente: Heuvelink (2018). Tomate.

El desarrollo notablemente lento y la aceptación del fruto de la planta de tomate como alimento probablemente se deban a su relación con miembros venenosos de la familia de las solanáceas y al temor a la toxicidad provocada por el alcaloide tomatina. Aunque la tomatina se concentra en el follaje y la fruta verde, se degrada a compuestos inertes a medida que la fruta madura y es mucho menos tóxica que los alcaloides de otras especies de solanáceas, estas preocupaciones y supersticiones persistieron hasta bien entrado el siglo XX. Sin embargo, durante los últimos 50 años, se ha logrado un rápido progreso en el mejoramiento y la utilización del tomate (Beecher, 1998).

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).

El tomate está compuesto principalmente por agua y su macronutriente mayoritario son los hidratos de carbono (Anexo 1). Entre las vitaminas cabe destacar el contenido en

vitamina A, básicamente en forma de carotenoides provitamina A y ácido ascórbico (vitamina C). Entre los carotenoides no provitamina A están los licopenos (Tabla 3) cuya concentración depende de la variedad cultivada y del grado de madurez (mayor en frutos maduros) y del modo de cultivo y forma de maduración, el tomate triturado o cocinado mejora la absorción del licopeno en el organismo (Moreira *et al*., 2014).

Tabla 3. Concentración de carotenoides en productos del tomate

Carotenoides	Tomate enlatado	Tomate en pasta	Tomate en salsa
		mg/100 g	
Fitoeno	1,9	3,4	3,0
Fitoflueno	0,8	1,5	1,3
Z-Caroteno	0,2	0,3	0,8
Neurosporeno	1,1	2,6	7,0
Licopeno	9,3	17,2	18,0
gamma-Caroteno	1,5	3,0	3,2
beta-Caroteno	0,2	0,6	0,5

Fuente: Beecher (1998). Nutrient content of tomatoes and tomato products.

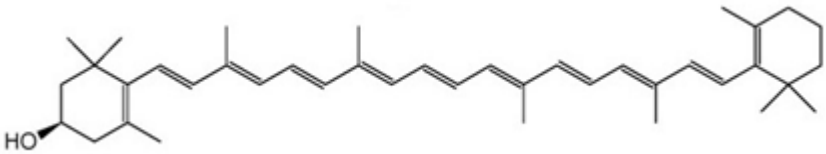
Licopeno y su acción antioxidante a efectos del estrés calórico

Los carotenoides son pigmentos naturales ampliamente difundidos y presentes en una vasta cantidad de vegetales, su estructura es un factor determinante en sus funciones biológicas y reactividad química especialmente sobre radicales libres. El licopeno es un isómero del tomate (Figura 4) y se muestra como un compuesto hidrocarbonado alifático, soluble en grasas y lípidos. De los más de 50 carotenoides presentes en vegetales, el licopeno se encuentra en un grupo muy reducido de éstos, destacándose el tomate de color rojo intenso y sus subproductos. No obstante, se puede encontrar también en guayaba, papaya, albaricoques, pomelo rosado y sandía (Tanaka *et al*., 2012).

La biosíntesis de este compuesto tiene lugar en el interior de los plástios y puede presentarse como isómero *cis* e isómero *trans* aunque, salvo pocas excepciones, su forma natural en las plantas es la configuración *trans*, que a su vez constituye la forma química más estable a los tratamientos térmicos. Además, las formas *trans* presentes en los alimentos son moléculas lineales, largas y rígidas, mientras que sus isómeros *cis* son

moléculas más cortas y pueden ser fácilmente solubilizados, absorbidos y transportados a nivel celular (Periago *et al.*, 2001).

Figura 4. Estructura química del licopeno predominante en los vegetales



Fuente: Tanaka *et al*., (2012). Cancer chemoprevention by carotenoids.

Como se ha mencionado, el licopeno protege las células del daño tisular causado por radicales libres y ha sido clasificado como el bioactivo más potente al ejercer una acción captadora sobre estos, en comparación con otros carotenoides como α-tocoferol, ß-criptoxantina, β-caroteno, luteína y zeaxantina (Heber y Lu, 2002). El licopeno media la regulación del crecimiento celular, la respuesta inmune y la modulación de fase I y II de enzimas desintoxicantes y de transcripción de genes (Palozza *et al.*, 2012), también desencadena la producción de enzimas celulares, por ejemplo, glutatión S-transferasa y quinona reductasa a través de la activación del llamado elemento de respuesta antioxidante (Sahin *et al*., 2016).

Por otra parte, el calor excesivo o por encima de las temperaturas de confort durante todas la etapas de crianza (18-28°c) en pollos de engorde (Cobb, 2018) causa estrés oxidativo, afectando el rendimiento productivo y aumentando el riesgo de trastornos patológicos al mermar la respuesta inmunológica. Los ingredientes a base de maíz y soya, que generalmente se utilizan en las formulaciones para piensos de las aves de corral, no contienen suficientes antioxidantes para mitigar el estrés por calor y el estrés oxidativo. Por lo tanto, la suplementación dietética con subproductos de tomate, como fuente de licopeno, es una alternativa viable en términos prácticos (Arain *et al*., 2018).

IV.

Estrés calórico

A raíz del aumento de las temperaturas a nivel global, la industria avícola afronta el desafío de contrarrestar los efectos del estrés por calor, con particular observancia de este fenómeno en las regiones tropicales y subtropicales a lo largo del globo terráqueo (Gregory, 2010).

En particular, el pollo es una especie vulnerable a estos efectos debido a su incapacidad de disipar el calor corporal producido como respuesta a una alta tasa metabólica especialmente en las estirpes actuales, problemática que se agudiza debido a la ausencia de glándulas sudoríparas en la piel y su cobertura de plumas (Gregory, 2010). Las aves de engorde en regiones cálidas se encuentran con una exposición crónica a una temperatura ambiente alta o un aumento repentino de la temperatura que se manifiesta como olas de calor. Por otra parte, la termotolerancia de los pollos puede mejorarse mediante manipulación térmica durante la embriogénesis o acondicionamiento térmico a edades tempranas (Abdelqader y Al-Fataftah, 2014).

Los pollos de engorde modernos son cepas seleccionadas genéticamente con una mejor tasa de crecimiento, lo que se asocia con una conversión alimenticia más eficiente. Sin embargo, en condiciones de estrés calórico (EC), los pollos pueden gastar más energía para el mantenimiento y la aclimatación, lo que reduce la energía para el crecimiento y conduce a una disminución en el rendimiento productivo (Mujahid, Akiba, y Toyomizu, 2007).

Bajo este contexto, las altas temperaturas derivan en una serie de alteraciones fisiológicas que incluyen desregulación inmunológica sistémica, trastornos endocrinos, alcalosis respiratoria y desequilibrio electrolítico, que afectan la salud y el rendimiento de los pollos (Lara y Rostagno, 2013). Además, se han descrito efectos indeseables sobre la capacidad antioxidante corporal, inmunidad y morfología intestinal (Liu *et al*., 2020).

Lara y Rostagno (2013) han descrito al estrés como "*la reacción del organismo, es decir; una respuesta biológica a los estímulos que perturban su equilibrio fisiológico normal u homeostasis*". Los mismos autores señalan que el estrés por calor resulta de un balance negativo entre la cantidad neta de energía que fluye desde el cuerpo del animal a su entorno circundante y la cantidad de energía térmica producida por el mismo animal.

El estrés incluye al distrés, con consecuencias negativas para el sujeto sometido a ese estado, y el eustrés, con consecuencias positivas para el sujeto estresado. Además, se debe considerar que en condiciones de campo las variaciones de la temperatura ambiental son menos vertiginosas y de progresión lenta, lo cual ocasiona exposiciones a corto y largo plazo; en consecuencia, al hablar de EC se consideran estados agudos y crónicos en función del tiempo de exposición (De Basilio, 2019).

El EC agudo se presenta una vez que el pollo se encuentra en un ambiente con temperatura superior a su nivel de confort (18-28°C en función de su edad) hasta los 30 ºC y por un periodo de tiempo corto; mientras el EC crónico se produce por el mantenimiento prolongado de temperaturas sobre los 30 ºC, o por encima de los 32 ºC, llegando incluso hasta los 40 ºC, siendo más crítico durante el período de finalización de la fase de engorde, generando grandes pérdidas por alta mortalidad de las aves (Di Basilio, 2019).

Las altas temperaturas ambientales alteran la actividad del sistema neuroendocrino de las aves de corral, resultando en la activación del eje hipotalámico-pituitario-adrenal, en consecuencia se elevan las concentraciones plasmáticas de corticoesterona, estos cambios endocrinos causados por el estrés por calor en los pollos de engorde estimulan la acumulación de lípidos a través del aumento de la lipogénesis *de novo*, la reducción de la lipólisis y catabolismo de aminoácidos (Geraert, Padilha, y Guillaumin, 1996).

La corticosterona se asocia con un mayor grado de degradación de las proteínas corporales, lo que afecta el sistema digestivo, la utilización de nutrientes y la digestibilidad. Además, se ha informado que el EC altera la función de la barrera intestinal, aumenta la permeabilidad intestinal a las endotoxinas, conduce a respuestas inflamatorias y compromete el rendimiento, además, favorece el desequilibrio electrolítico en el plasma sanguíneo (Olfati *et al*., 2018).

Las consecuencias comportamentales del ave se pueden diferenciar en tres niveles y resultan mayormente perjudiciales en las etapas de acabado, cuando las temperaturas cercanas y por encima del nivel de confort conllevan consecuencias como un ritmo respiratorio de 80 a 120 insp/min, liberando por evaporación un 75-100 % del y un 0-25% por conducción; sumado a una temperatura cloacal de 41.5 ºC, el ave aumentará su presencia en el área de bebedero y serán más frecuentes actividades como escarbar y enterrarse en la cama humedecida; en un segundo nivel y con temperaturas cercanas a los 30 ºC, la temperatura cloacal aumenta a 42.5 ºC y se inicia la hiperventilación con ritmos

bajos de 140 a 170 insp/min, el 40 % del calor se disipa por evaporación y el 60 % por conducción; en el tercer nivel las temperaturas se establecen por encima de los 30 ºC, en este nivel el ave permanece casi inmóvil, su ritmo respiratorio aumenta a 200 o 250 insp/min en una primera fase, luego lo disminuye a medida que el ave se acuesta con el cuello estirado en la cama y finalmente muere con temperaturas cloacales de 46-47 °C (De Basilio, 2019).

Estrés calórico y el desempeño productivo

Las condiciones de EC afectan la productividad de las aves de corral y las temperaturas excesivamente altas pueden derivar en un inminente aumento de la tasa de mortalidad, considerando que las aves alcanzan sus picos máximos de productividad si son criadas en condiciones de confort, el aumento progresivo del calor y la humedad relativa sobre la zona termoneutral disminuye drásticamente su capacidad de dispersión de calor repercutiendo en su normal desarrollo. Una exposición prolongada a la temperatura de estrés puede provocar un deterioro de la piel del animal durante el proceso de desplumado. Además pueden surgir otro tipo de problemas como la rigidez muscular y una pigmentación oscura de la carne debido a la exposición a altas temperaturas (Kang y Shim, 2021)

El estrés por calor tiene efectos perjudiciales a través de la reducción del consumo de alimento y la tasa de crecimiento, afectando negativamente la eficiencia alimenticia así como la salud en general de las aves. Además, los períodos prolongados a temperaturas ambientales elevadas aumentan el tiempo necesario para alcanzar el peso de mercado, afectan el balance lipídico y la calidad de la carne en pollos de engorde al modificarse su composición química (Lara y Rostagno, 2013).

Estrés calórico sobre la integridad intestinal

La mucosa intestinal de las aves de corral en la fase de crecimiento a menudo presenta inmadurez en cuanto a su anatomía y función respecta, un ambiente de temperaturas elevadas pueden afectar directamente el desarrollo intestinal y provocar la mala absorción de nutrientes en las siguientes etapas de vida. La mucosa intestinal actúa como una interfaz que media la comunicación entre el interior del cuerpo y el entorno externo. Entre

sus principales funciones no solo se encuentran la digestión y absorción de nutrientes, sino que también actúa como una barrera importante frente a la invasión de bacterias, virus, parásitos y algunas macromoléculas alergénicas (Burkholder *et al.*, 2008).

Tanto el estrés por calor crónico como el agudo se asocian con un aumento de endotoxinas en el torrente sanguíneo, lo que sugiere que el estrés por calor ocasiona la pérdida de la integridad intestinal y daño en la barrera mucosa, como lo revela el aumento de la permeabilidad de la mucosa descrito por Abdelqader *et al*. (2017), posiblemente esto sea debido a que la hipertermia aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno, conllevando un mayor daño tisular (Hall *et al*., 2001), también se ha demostrado que el estrés por calor puede inducir a la isquemia del tejido intestinal y enteritis aguda (Quinteiro-Filho *et al*., 2010).

El daño a la barrera de la mucosa intestinal o la inhibición de la función inmune causada por el estrés por calor pueden inducir la invasión de microbios o endotoxinas en la cavidad intestinal, detrimento de células epiteliales intestinales y desequilibra la función de proteínas de unión estrecha en la membrana citoplasmática, resultando en permeabilidad intestinal a las endotoxinas. Este proceso está encadenado a la aparición sérica de citoquinas proinflamatorias asociadas a una infección sistémica (Alhenaky *et al*., 2017; Deng *et al*., 2012).

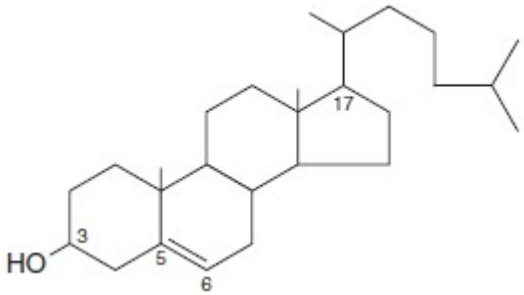
Las lesiones graves están involucradas principalmente en el desprendimiento de la capa mucosa y las células epiteliales de la mucosa, el edema de la lámina propia y la fractura de las vellosidades intestinales. Los cambios morfológicos inducidos por el estrés por calor en el intestino delgado de las aves de corral consisten principalmente en una menor altura de las vellosidades, una menor profundidad de las criptas y una relación Vellosidad/Cripta reducida, lo que inevitablemente conducirá a una reducción significativa del área de digestión y absorción intestinal, una función y una eficiencia drásticamente reducidas en la digestión y absorción, reduciendo significativamente el aumento de peso diario promedio (Liu *et al*., 2016).

Perfil lipídico y estrés calórico

El colesterol se encuentra en los animales y está ampliamente distribuido en todas las células del organismo, especialmente del tejido nervioso. A menudo se encuentra como

ésteres de colesterol, donde el grupo hidroxilo en la posición 3 está esterificado con un ácido graso de cadena larga (Figura 5), además, es un componente estructural importante de la membrana y lipoproteínas plasmáticas (Murray *et al*., 2012). Varios autores describen que en pollos de engorde en condiciones de EC ambiental las concentraciones séricas de colesterol aumenten y se establezcan en rangos de 178-280 mg/dL (Al-Sultan *et al*., 2018; Xie *et al*., 2015).

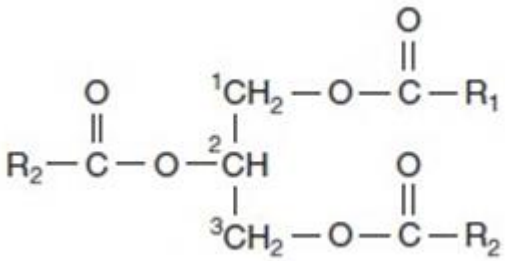
Figura 5. Colesterol, 3-hidroxi-5,6-colesteno



Fuente: Murray *et al*., (2012). Harper, Bioquímica Ilustrada.

Los triacilgliceroles (Figura 6) son ésteres de alcohol trihídrico glicerol y ácidos grasos; los monoacilgliceroles y los diacilgliceroles también se encuentran en los tejidos (Murray *et al*., 2012). Distintos estudios han establecido las concentraciones referenciales de triglicéridos en el suero de pollos de engorde sometidos a condiciones de estrés calórico, reportando un aumento de las concentraciones con valores entre los 60 y 90 mg/dL (He *et al.*, 2020; Mirzaie *et al.*, 2018).

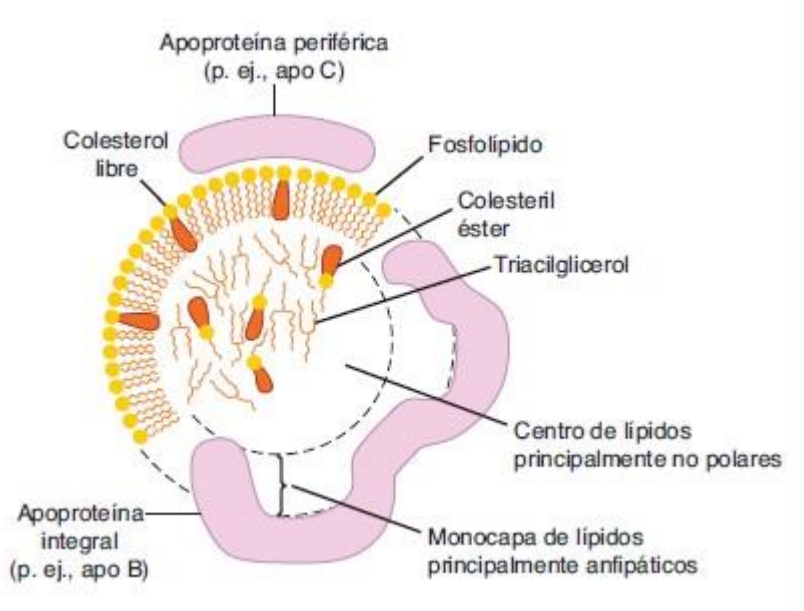
Figura 6. Triacilglicerol



Fuente: Fuente: Murray *et al*., (2012). Harper, Bioquímica Ilustrada.

La dificultad de transporte de lípidos, insolubles en agua, se resuelve al asociar lípidos no polares con lípidos y proteínas anfipáticas para generar lipoproteínas (Figura 7) que pueden ser transportados en el plasma sanguíneo al ser estas miscibles en medios acuosos. La LDL-c se metaboliza en el hígado (70%) y diversos tejidos extrahepáticos (30%) mediante los receptores de LDL-c presentes en ellos, sus remanentes dan lugar a la formación de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL-c) que pueden volver a su forma LDL-c o ser captados de modo directo por el hígado. Por su parte, las HDL-c intervienen en el metabolismo tanto de triacilgliceroles y colesterol, se sintetiza en hígado e intestino (Murray *et al*., 2012).

Figura 7. Estructura generalizada de una lipoproteína plasmática



Fuente: Fuente: Murray *et al.*, (2012). Harper, Bioquímica Ilustrada.

En condiciones de EC se han reportado valores que oscilan entre 110-140 mg/dL para LDL y 25-45 mg/dL para HDL, He *et al*. (2020) sometieron a estrés calórico crónico durante periodos limitados de tiempo a pollos de engorde machos y hembras, describiendo un aumento significativo de las concentraciones séricas de estos analitos respecto al grupo control.

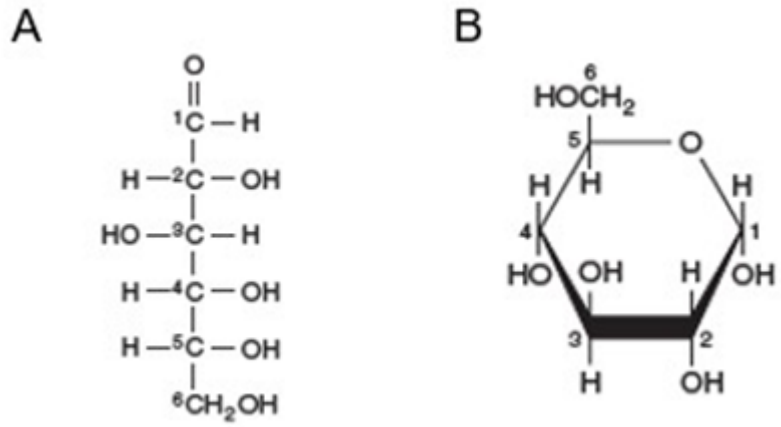
El colesterol es un importante componente de las membranas celulares al regular el tránsito a través de bicapa lipídica, así como la señalización de las proteínas activas en

condiciones de estrés por calor. Las células expuestas a temperaturas elevadas tienden a captar mayores cantidades de lípidos en su membrana, efectuando una acción protectora ante daños térmicos al aumentar la expresión de genes afines a la producción de proteínas, reduciendo así el impacto ante un posible shock térmico y acarreando como consecuencia una dislipidemia en el organismo (Gogoi *et al*., 2020; Wen *et al*., 2019; Shim *et al*, 2006).

Glicemia y estrés calórico

Los carbohidratos tienen importantes funciones tanto estructurales como metabólicas y se encuentran ampliamente distribuidos en animales y vegetales. La mayoría de carbohidratos suministrados en la dieta se absorbe hacia el torrente sanguíneo como glucosa (Figura 8) formada mediante hidrólisis del almidón y los disacáridos de la dieta, y otros azúcares se absorben en el hígado (Murray *et al*., 2012). En pollos sometidos a estrés calórico, se ha descrito que los valores de glucemia varían entre 180-320 mg/dL; Xie *et al*., (2015) describen que en condiciones de estrés calórico agudo las concentraciones plasmáticas de glucosa varían significativamente y tienden al aumento.

Figura 8. Glucosa, A) Forma de cadena recta. B) α-D-glucosa; proyección de Haworth.



Fuente: Fuente: Murray *et al*., (2012). Harper, Bioquímica Ilustrada.

En condiciones de EC los pollos de engorde ven reducida su eficiencia productiva y debido a las fluctuaciones térmicas características en explotaciones poco tecnificadas, las

aves realizan un dispendio energético mayor con la finalidad de estabilizar su temperatura corporal mediante los mecanismos involucrados en la termorregulación (radiación, conducción convección y evaporación). Además, la activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenales mediante la producción de hormonas: liberadora de corticotropina-adrenocorticotropa-cortisol respectivamente, acarrea la aparición del síndrome metabólico incluyendo la hiperglicemia, que buscan mejorar la adaptabilidad del organismo e incrementan sus oportunidades de supervivencia (Puvadolpirod y Thaxton, 2000).

Metodología

Ubicación

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.

Tipo de estudio

El estudio se realizó bajo la modalidad investigativa de tipo experimental, se evaluaron los efectos de la inclusión dietaria de harina de tomate sobre parámetros productivos como el peso, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso al sacrificio, peso y rendimiento en canal, peso relativo de grasa abdominal y órganos, perfil lipídico y glucosa en sangre, y morfometría intestinal de pollos parrilleros de la línea Cobb 500.

Alojamiento

Cinco días previos al arribo de las aves, se procedió con la limpieza del galpón, mediante el rociado de agua y detergente sobre todas las áreas internas y externas, incluyendo techos y terminales eléctricas utilizando una bomba de mochila. Cuatro días previos al arribo de las aves, se realizó la primera desinfección por rociado con amonio cuaternarios en concentraciones del 1% sobre todas las superficies internas del área, incluyendo techos y terminales eléctricas; tres días previo al arribo de las aves, se realizó una segunda desinfección por rociado con amonio cuaternarios enfatizando sobre el terreno donde posteriormente se ubicaría la cama. Adicionalmente, se colocaron pediluvios con hidróxido de calcio en las áreas de ingreso al galpón.

Dos días previos al arribo de las aves, se preparó la cama; para ello, una manto de 0.2 mm aproximadamente de hidróxido de calcio fue aplicada sobre el área seleccionada; seguidamente, se colocó una capa de viruta gruesa y seca con una altura de entre 5-10 cm; finalmente, se adecuaron planchas metálicas de 60 cm de altura que circundaron el recinto destinado a los pollos en la etapa inicial. La cama se sustituyó, en promedio, cada

5 días a lo largo de toda la crianza o cuando la humedad y el apelmazamiento de la misma así lo requiriese.

Un día previo a la llegada de las aves, se adecuó la instalación eléctrica que permitiría ubicar tres focos incandescentes en distintas áreas de la zona destinada al recibimiento de los pollitos, los focos se mantuvieron encendidos desde ese momento con la finalidad de alcanzar una temperatura ideal en la cama al arribo de las aves; la criadora se instaló en la zona central del área de recibimiento manteniendo una temperatura constante entre los 32-34 ºC. Además, se adecuaron cortinas al interior del galpón, rodeando al área de recibimiento, asimismo, se instalaron cortinas que rodearon todo el galpón en su parte externa con la finalidad de evitar corrientes de aire al interior del área de recibimiento.

Todos los equipos y materiales empleados durante la crianza de las aves fueron desinfectados inicialmente con detergentes y posteriormente rociados con amonio cuaternarios previo a su ingreso y uso en el galpón.

Manejo de las aves

Se utilizaron 300 pollitos, de un día de edad con un peso promedio de 48,8 ± 2,6 g (línea Cobb 500) de Genética Nacional bajo el nombre comercial de "Don Broiler" provenientes de Montecristi-Manabí. 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 (18h30-19h30). Al cabo de 28 días las aves fueron divididas en cuartones (6 aves/m^2) y distribuidas en los diferentes tratamientos en función del sexo.

Selección y procesamiento del tomate

El tomate fue adquirido en el comercio local, para su selección se respetaron los siguientes criterios: i) El tomate se debía encontrar en un estado avanzado de maduración; ii) El tomate debe poseer una pigmentación roja intensa.

Los tomates fueron cortados en porciones similares y sometidos a desecación (65°C); consecutivamente, atravesaron el proceso de molienda descrito por Isik (2016) en un molino IKA MF10 B con cuchillas de 2mm. Se realizaron lotes para procesar el tomate, como se resumen en el anexo 3. 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 4.

Tabla 4. 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

Alimentación

Los balanceados, tanto el control como los experimentales (HT) se elaboraron respetando una condición isocalórica e isoprotéica, además de poseer una composición a base de maíz molido y pasta de soya; la formulación empleada se encuentra descrita en la tabla 5 y en la tabla 6 se detalla la composición nutricional a partir de la información obtenida de las tablas FEDNA. Además, en el anexo 2 se encuentran puntualizados los insumos utilizados para la formulación del balanceado. Todos los individuos recibieron el mismo alimento balanceado hasta los 28 días de edad. Posteriormente, fueron distribuidos aleatoriamente, generándose los tratamientos correspondientes en función del sexo de las aves (Machos-Hembras) y las dosis de harina de tomate (HT, 0%, 1% y 2%) a incluirse en la dieta.

Tabla 5. 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%: tratamientos T2 y T5; HT al 2% tratamientos T3 y T6

Tabla 6. 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

Profilaxis

En los días seis, siete y nueve de la crianza se procedió con el plan de vacunación descrito en la tabla 7, se dividió el área de alojamiento en proporciones adecuadas para separar las aves no vacunadas de aquellas vacunadas, los procedimientos de vacunación se realizaron en las primeras horas de la mañana aprovechando las temperaturas más bajas que ofreció el medio.

Tabla 7. Plan de vacunación

Biológico aplicado	Vía de aplicación	Día de aplicación	Número de lote	Casa farmacéutica	Descripción
Gumboro	Intraocular	6	B2005053	Farbio P.	Anexo 5
NC-Bron	Intraocular	7	B2012003	Farbio P.	Anexo 6
New Castle	Intraocular	9	B2009006	Farbio P.	Anexo 7

Durante dos días sucesivos a cada vacunación, se suministraron vitaminas en el agua de bebida. Además, se suministraron vitaminas en el agua de bebida durante los tres primeros días de la crianza. A razón de la aparición de un complejo respiratorio, las aves fueron tratadas con antibióticos durante los días 27 a 31 de la crianza y durante los días 31 a 35 de la crianza se suministraron vitaminas en el agua de bebida. Los productos empleados y días de aplicación se encuentran detallados en los anexos 8, 9, 12 y 13.

Tratamientos experimentales

Se emplearon seis tratamientos, provenientes de dos factores: harina de tomate (HT) con tres niveles 0%, 1% y 2%, el segundo factor correspondiente al sexo de las aves (hembras y machos). La combinación de ambos factores y sus niveles determinan 6 tratamientos (T) que se describen en la tabla 8.

Tabla 8. Tratamientos

Tratamiento	Sexo	% HT
T1	Machos	0
T2	Machos	1
T3	Machos	2
T4	Hembras	0
T5	Hembras	1
T6	Hembras	2

Diseño experimental

Para valorar los resultados, se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x3. Las aves fueron distribuidas en tres tratamientos para cada sexo resultando en un total de 6 tratamientos, cada tratamiento incluyó 50 aves, con 10 pollos de engorde por repetición, como se detalla en la tabla 9.

Tabla 9. Distribución de los tratamientos

MACHOS			HEMBRAS		
C	HT: 1%	HT: 2%	C	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

Al cabo de seis semanas, dos individuos fueron seleccionados al azar por cada repetición, para evaluar así a un total de diez individuos por tratamiento. Para el sacrificio se adecuó un área apartada de la zona de crianza, con la ayuda de un bisturí se realizó la exanguinación mediante un corte transversal de la vena yugular y posteriormente se recolectaron las muestras sanguíneas seguido de la rotulación y escaldado de las aves.

Temperatura y humedad

Se procedió con los registros manuales de la temperatura y humedad cada dos horas durante la crianza de las aves (día 1 a 42) utilizando un termómetro y medidor de temperatura digital; los datos fueron expresados como promedios díarios.

Indicadores del desempeño productivo

Parámetros evaluados previo al sacrificio sobre la totalidad de las aves:

1. Peso inicial, semanal y final: utilizando una balanza digital con capacidad para 5000 g, sensibilidad ± 1 g, Se registró el peso de las aves semanalmente.

2. Ganancia de peso semanal y final: utilizando una balanza digital con capacidad para 5000 g, sensibilidad ± 1 g, Se registró el peso de las aves semanalmente.

   (peso semana x) – (peso semana y)

3. Consumo de alimento semanal: el cálculo del alimento consumido se realizó semanalmente, al restar la cantidad de alimento sobrante del ofrecido:

   (alimento ofrecido) – (alimento sobrante)

4. Conversión alimenticia semanal: se calculó en función del consumo de alimento y la ganancia de peso de las aves de las distintas repeticiones y tratamientos en estudio durante cada semana.

$$\frac{\text{(consumo de alimento)}}{\text{(ganancia de peso)}}$$

Parámetros evaluados posterior al sacrificio sobre un total de 10 individuos por tratamiento:

5. Peso en canal: utilizando una balanza digital con capacidad para 5000 g, sensibilidad ± 1 g, se registró el peso de la canal de las aves descartando el plumaje, patas, cabeza y vísceras.

   (peso vivo) – (peso plumaje, patas, cabeza y visceras)

6. Rendimiento en canal: se registró el peso de las aves antes del sacrificio (peso vivo) y posterior al mismo, descartando vísceras y plumaje (peso a la canal). La diferencia entre estos valores, expresada en porcentaje, se consideró como el rendimiento a la canal.

$$\frac{\textit{(peso a la canal)}}{\textit{(peso vivo)}} \times 100$$

7. Peso relativo de órganos: los órganos fueron extraídos posterior al sacrificio y se seccionaron para su pesaje utilizando una balanza analítica con capacidad para 100 g, con sensibilidad de ± 0.01 g.

8. Grasa abdominal: la grasa abdominal se retiró de los depósitos de grasa, como lo ha indicado previamente Crespo *et al*, (2001), utilizando una balanza analítica con capacidad para 100 g, con sensibilidad de ±0.01 g.

Bioquímica sérica

Aproximadamente 25 ml de sangre fueron distribuidos en 3 tubos con gel separador de 8ml previamente rotulados. Consecutivamente, las muestras fueron centrifugadas a una velocidad de 3000 rpm durante 15 minutos. La concentración sérica de glucosa (GLU), colesterol total (CT) triacilglicerol (TG), lipoproteínas de alta densidad (HDL-c) y lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) se determinaron acorde a lo declarado por Navidshad *et al.*, (2010), para ello se adquirieron reactivos de la casa comercial SPINREACT y se analizaron mediante espectrofotometría a través de un analizador químico modelo PKL PPC-115 instalado en área de Bioquímica y Nutrición de los Laboratorios Agropecuarios, los kits reactivos cumplieron con la normativa ISO13485; ISO9001; ISO14001. Parte de los aspectos a considerar previo a la ejecución de las determinaciones bioquímicas se resumen en el anexo 15, mientras que en los anexos 16-17 se detallan los procedimientos.

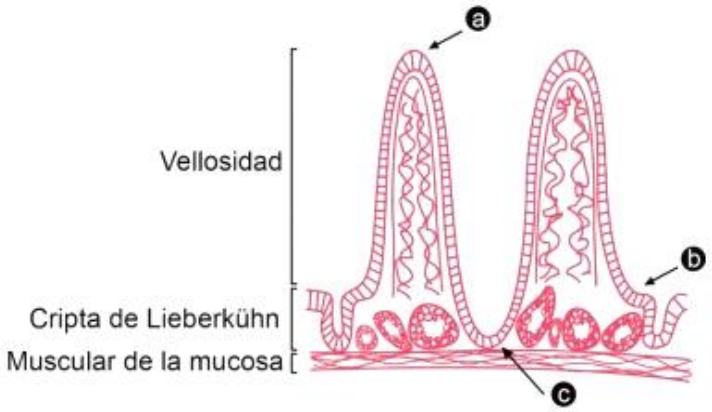
Calibración

Previo a cada ensayo, se procedió con la calibración como descrito en los insertos de cada analito. Se establecieron hasta dos puntos de tolerancia (Ej: ±2,0 mg/dL) para validar el ensayo, este procedimiento se repitió cada 15 determinaciones por analito.

Histopatología del intestino

Se seccionó un segmento de 2 a 3 cm aproximadamente del duodeno, yeyuno, íleon y ciego (duodeno: a partir de 3 cm después del píloro y en dirección la porción distal del asa duodenal; yeyuno: a partir de 3 cm de la porción distal del giro duodenal en dirección al divertículo de Meckel; íleon: a partir de 3 cm del divertículo de Meckel en dirección al ciego; ciego: a partir de 2cm de inicio del mismo) como lo detalla Lópes *et al.*, (2008). Consecutivamente, las muestras fueron fijadas en solución para preservar cadáveres "Liriex", se procesaron para el estudio histopatológico por la técnica clásica de inclusión y corte en bloques de parafina, las mismas fueron coloreadas con la tinción rutinaria de hematoxilina y eosina como descrito por Fengler *et al*., (2016). La histomorfometría se realizó conforme lo refieren Corredor-Matus *et al*., (2019); la altura de las vellosidades se midió desde el ápice de la vellosidad hasta el inicio del área basal coincidente con la porción superior de la cripta; la profundidad de la cripta se midió desde el epitelio luminal de la cripta hasta el inicio de la capa muscular de la mucosa; el espesor se midió a mitad de la altura total de la vellosidad; para ello, se seleccionaron 10 vellosidades íntegras por sección de intestino de un total de 6 individuos por tratamientos en un microscopio óptico OPTIKA modelo B-380Pli con el que se digitalizaron las imágenes para la obtención de las fotos y mediciones correspondientes utilizando el programa AmScope 3.7; para ellos se consideraron las siguientes variables: altura de vellosidades intestinales (µm), ancho de vellosidades intestinales (µm), profundidad de criptas de Lieberkühn (µm) (figura 9).

Figura 9. Estructura de las vellosidades intestinales



a) Ápice de la vellosidad; b) Base de la vellosidad; c) Base de la cripta (Corredor-Matus *et al*., 2019).

Análisis estadístico

Los datos se representaron como promedios, 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. La evaluación estadística consistió en un análisis de varianza (ANOVA) con arreglo factorial y las diferencias entre medias se calcularon utilizando el test de comparación múltiple de Tukey. En los casos donde no se cumplió el supuesto de normalidad, los datos se analizaron mediante la transformación de Box Cox; mientras los datos que no cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianza, se procesaron mediante el ajuste de Welch y la comparación de Games-Howell. Se recurrió a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis cuando los datos no cumplieron el supuesto de normalidad bajo ninguno de los criterior mencioados anteriormente y la comparación entre medianas se efectuó a través del test de Dunn, este último se realizó entre los tratamientos experimentales respecto a un grupo control (T1). El nivel de diferencias estadísticas se estableció en un valor de $P<0,05$ en todas las evaluaciones. El análisis estadístico se efectuará utilizando los paquetes estadísticos Minitab (Versión 18, State Callege, PA; USA) y GraphPad Prism 6, La Jolla, USA.

Aspectos bioéticos

El presente estudio cuenta con la aprobación del Comité de Bioética Institucional de la Universidad Técnica de Manabí (Anexo 20).

Resultados

Temperatura y humedad

La temperatura y humedad se describen como promedios diarios a lo largo la duración de la crianza de las aves (día 1 a 42); la temperatura varía durante la etapa experimental expresando menores promedios durante la sexta semana (días 35 a 42); los promedios para el porcentaje de humedad exhiben una tendencia al alza durante toda la crianza de als aves. La temperatura y humedad se encuentran graficadas en las figuras 10 y 11.

Figura 10. Gráfica de temperaturas

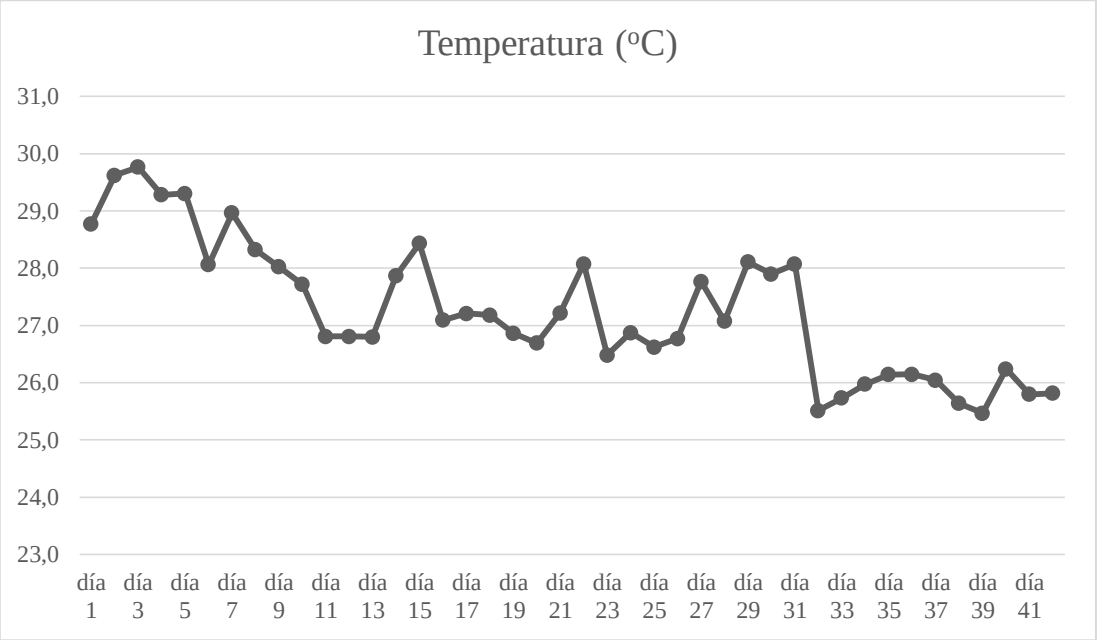
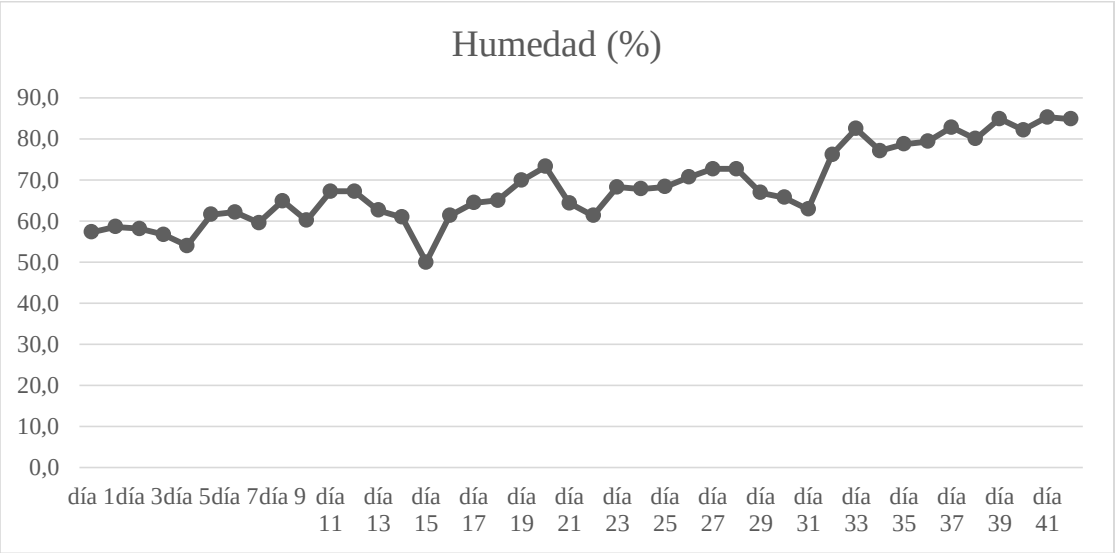


Figura 11. Gráfica de humedad



Desempeño productivo previo al sacrificio

Peso

Como parte del trabajo experimental, se evaluó el desempeño productivo de la totalidad de los pollos de engorde. Al inicio de la etapa experimental (día 28) el peso de las aves fue diferente entre machos y hembras (P<0,001), posteriormente se reportó el efecto de los factores sexo (S), y dosis de HT: Al día 35 se mantuvo la diferencia entre machos y hembras (P<0,001) exhibiendo los machos mayor peso, mientas que al día 42, estas diferencias se atribuyeron al sexo (P<0.001) y la dosis de HT (P=0.0017), siendo mayor el peso de los machos y de las aves suplementadas con 1% de HT. También se observó interacción entre los factores S*HT (P=0,015), estableciéndose que el peso medio de los pollos machos suplementados con 1% (T2) fue superior al de los machos no suplementados y suplementados con 2% de HT, no diferentes entre sí, y cuyo peso a su vez fue superior las de las hembras, en las que no se reportaron diferencias entre tratamientos.

Ganancia de peso

La ganancia de peso entre los días 28 a 35 fue mayor en machos que en hembras (P<0,001) y en la segunda evaluación de los días 35 a 42 se observó interacción entre los factores en estudio (P=0,046), siendo el incremento de peso de T2 (pollos machos suplementados con 1% de HT) mayor al de los tratamientos restantes, que no presentaron diferencias entre ellos. Al evaluarse la ganancia de peso desde el día 28 al 42, esta fue mayor en machos (P<0,001) al suplementar con 1% de HT (P=0,031), y la interacción S*HT, determinó mayor ganancia de peso en el T2 que las aves de los tratamientos T1 y T3 y estos, que los tratamientos T4, T5 y T6 (P=0,014).

Consumo de alimento y conversión alimenticia

El consumo de alimento fue mayor en pollos machos durante los días 28 a 35 y 35 a 42, y al considerar el periodo entre los días 28 a 42 (P<0,001), sin observarse efecto de la dosis de HT ni reportarse interacciones entre los factores sexo y dosis de HT (P>0,05). Así mismo, los factores sexo y dosis de harina de tomate no influyeron sobre la CA a los días 35 y 42, aunque en esta última evaluación la CA tendió a ser menor al suplementar con 1% de HT y mayor cuando la inclusión de HT alcanzó el 2% (P=0,077); al considerar la totalidad del periodo experimental, la CA fue menor en pollos a los que se suministró

1% de HT, en comparación con pollos suplementados con 2% de HT (*P*=0,006) sin que ambas dosificaciones se diferencien del grupo no suplementado; si bien no se alcanzan niveles de significancia, al evaluar la interacción entre ambos factores, el tratamiento 2 (Machos 1%HT) se destaca por una menor CA. Los resultados de los parámetros productivos previo al sacrificio de las aves se aprecian en las tablas 10-11.

Tabla 10. Parámetros productivos evaluados previo al sacrificio

FACTORES		PARÁMETROS (g)								
		Peso día 28	Peso día 35	Peso día 42	Ganancia peso 28-35	Ganancia peso 35-42	Ganancia peso 28-42	Consumo alimento 28-35	Consumo alimento 35-42	Consumo alimento 28-42
SEXO										
Machos		1773,7 (a)	2424,80 (a)	2998,13 (a)	654,1 (a)	570,4 (a)	1224,4 (a)	1107,5 (a)	1281,75 (a)	2409,11 (a)
Hembras		1523,0 (b)	2068,76 (b)	2538,25 (b)	547,4 (b)	467,9 (b)	1015,2 (b)	937,8 (b)	1053,78 (b)	1991,62 (b)
P-valor		0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,001	0,00
NIVEL HT (%)										
0			2209,56	2733,27 (b)	594,4	508,1	1102,5 (ab)	1017,0	1118,3	2148,24
1			2261,26	2835,63 (a)	611,9	554,0	1165,9 (a)	1015,6	1155,4	2171,08
2			2227,82	2735.68 (b)	595,8	495,3	1091,1 (b)	1035,4	1229,5	2281,78
P-valor			0,283	0,0017	0,638	0,161	0,031	0,77	0,293	0,335
INTERACCIÓN										
Sexo	HT (%)									
Machos	0		2405,29	2931,4 (b)	650,2	525,8 (ab)	1176,0 (b)	1096,7	1231,7	2354,27
	1		2477,49	3134,4 (a)	671,3	651,4 (a)	1322,6 (a)	1112,1	1291,6	2403,76
	2		2393,32	2928,6 (b)	640,7	534,0 (ab)	1174,7 (b)	1113,7	1321,8	2469,29
Hembras	0		2043,30	2535,2 (c)	538,6	490,4 (b)	1028,9 (c)	937,2	1004,9	1942,20
	1		2079,74	2536,8 (c)	552,5	456,7 (b)	1009,2 (c)	919,2	1019,2	1938,41
	2		2083,73	2542,7 (c)	550,9	456,6 (b)	1007,5 (c)	957,1	1137,1	2094,26
P-valor			0,480	0.015	0,762	0,046	0,014	0,80	0,835	0,891

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

Tabla 11. Parámetros productivos evaluados previo al sacrificio

FACTORES		PARÁMETROS		
		CA 28-35	CA 35-42	CA 28-42
SEXO				
Machos		1,7	1,70	1,97
Hembras		1,7	1,72	1,96
P-valor		0,697	0,621	0,836
NIVEL HT (%)				
0		1,7	1,71	1,94 (ab)
1		1,7	1,66	1,86 (b)
2		1,8	1,75	2,09 (a)
P-valor		0,471	0,410	0,006
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	1,7	1,68	2,00
	1	1,7	1,66	1,81
	2	1,7	1,74	2,10
Hembras	0	1,7	1,74	1,88
	1	1,7	1,66	1,91
	2	1,8	1,75	2,08
P-valor		0,889	0,883	0,244

CA: conversión alimenticia. Letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P<0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Indicadores productivos evaluados posterior al sacrificio

Peso al sacrificio y características de la canal

Una vez culminada la fase experimental (día 42), se evaluó el desempeño productivo de las aves mediante la selección aleatoria de 10 individuos por tratamiento. El peso al sacrificio fue mayor en machos que en hembras (*P*=0,000) y al suplementar con 1% de HT en relación al grupo no suplementado (*P*=0,042). También el peso de la canal fue diferente entre sexos (*P*=0,000), siendo mayor en machos (2353,15g) respecto a las hembras (2018,23g). Adicionalmente, el rendimiento en la canal, evaluado mediante la prueba de Welch, no fue distinto entre los tratamientos (*P*=0,062). El peso al sacrificio y características de la canal se describen en la tabla 12.

Peso relativo de grasa abdominal y órganos

Se observó que el peso relativo de la grasa abdominal fue diferente (*P*=0,006), las hembras exhibieron mayor deposición de grasa (3,67%) respecto a los machos (2,96%); el peso relativo de los intestinos resultó distinto para el factor sexo (*P*=0,035), siendo de 4,06% en machos y 3,77% para las hembras, en ambas evaluaciones se no se observó influencia del factor dosis de HT.

El menor peso relativo del proventrículo se atribuyó a la dosis de HT, de modo que al suplementar con 1% (0,34%) y al 2% (0,33%) fue menor (*P*<0,008) respecto al de pollos no suplementados (0,41%). El peso relativo de la molleja, mayor en machos que en hembras (*P*=0,032), mostró también diferencias para el factor dosis de HT (*P*<0,001) atribuyéndose un mayor peso a las aves no suplementadas con HT.

El peso relativo de la sumatoria proventrículo molleja fue distinto entre los tratamientos al evaluarse el factor dosis de HT (*P*<0,001), siendo mayor en aves no suplementadas y sin mostrar diferencias entre las aves suplementadas con el 1 y 2% de HT. Los resultados del peso relativo de grasa abdominal y órganos se describen en la tabla 13.

Tabla 12. Parámetros productivos evaluados posterior al sacrificio

FACTORES		PARÁMETROS		
		Peso al sacrificio (g)	Peso canal (g)	Rendimiento Canal* (%)
SEXO				
Machos		2984,13 (a)	2353,15 (a)	
Hembras		2506,33 (b)	2018,23 (b)	
P-valor		0,00	0,000	
NIVEL HT (%)				
0		2671,1 (b)	2134,62	
1		2849,5 (a)	2241,93	
2		2715,1 (ab)	2180,52	
P-valor		0,042	0,179	
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	2827,0	2242,83	79,50
	1	3120,4	2432,24	77,88
	2	3005,0	2384,37	79,37
Hembras	0	2515,2	2026,41	79,80
	1	2578,6	2051,61	79,69
	2	2425,2	1976,68	80,56
P-valor		0,1400	0,206	0,062

* Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P<0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Tabla 13. Peso relativo de grasa abdominal y órganos

FACTORES		PARÁMETROS (%)				
		PR grasa Abdominal	PR intestinos	PR proventrículo	PR de molleja	Sumatoria proventrículo-molleja
SEXO						
Machos		2,96244 (b)	4,06472 (a)	0,365114	1,15210 (a)	1,43182
Hembras		3,67283 (a)	3,76666 (b)	0,356127	1,04806 (b)	1,33485
P-valor		0,006	0,035	0,669	0,032	0,099
NIVEL HT (%)						
0		3,52704	4,12635	0,408823 (a)	1,26995 (a)	1,59281 (a)
1		3,21187	3,81294	0,341536 (b)	1,02885 (b)	1,29517 (b)
2		3,21399	3,80778	0,331502 (b)	1,02148 (b)	1,28891 (b)
P-valor		0,509	0,111	0,008	0,000	0,000
INTERACCIÓN						
Sexo	HT (%)					
Machos	0	3,32650	4,33006	0,441033	1,42935	1,76810
	1	2,98363	4,03127	0,325357	1,08664	1,33748
	2	2,57719	3,83283	0,328951	1,00155	1,26134
Hembras	0	3,72758	3,92264	0,376613	1,13579	1,44235
	1	3,44011	3,59462	0,357715	0,97555	1,25483
	2	3,85080	3,78273	0,334054	1,04201	1,31740
P-valor		0,280	0,446	0,164	0,061	0,083

PR: Peso Relativo. Letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P<0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Bioquímica sanguínea

No se encontraron diferencias para los niveles séricos de GLU, CT, HDL-c y LDL-c (P>0,05); por su parte, las concentraciones de TG entre los tratamientos fueron distintas, la adición al 1% de HT se relaciona con mayores niveles séricos del analito (P=0,044) respecto a las aves que no fueron suplementadas con HT, también se observó interacción S*HT (P=0,015), estableciéndose que la concentración media de TG en el T5 (pollos hembras suplementados al 1% HT) fue mayor respecto a los machos suplementados al 1% de HT. La relación LDL-c/HDL-c, evaluada mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, no mostró diferencias entre los tratamientos (P>0,05), mientras que la relación CT/c-HDL fue diferente entre machos y hembras (P<0,001) siendo el cociente CT/HDL-c mayor en machos los pollos machos. Los resultados correspondientes a la concentración sérica de glucosa y el perfil lipídico se detallan en la tabla 14.

Tabla 14. Bioquímica sanguínea

FACTORES		ANALITO (mg/dL)						
		Glucosa	Colesterol T	Triglicéridos	LDL-c	HDL-c	Relación CT/c-HDL	Relación c-LDL/c-HDL*
SEXO								
Machos		193,4	112,4	34,9	48,2	108,6	1,0339 (a)	
Hembras		188,2	109,8	37,9	50,0	112,7	0,9680 (b)	
P-valor		0,515	0,598	0,102	0,381	0,381	0,000	
NIVEL HT (%)								
0		196,3	114,2	33,5(b)	49,3	111,2	1,0227	
1		185,4	115,3	39,1(a)	51,6	116,6	0,9862	
2		190,8	103,7	36,6(ab)	46,4	104,3	1,0227	
P-valor		0,541	0,122	0,044	0,110	0,110	0,139	
INTERACCIÓN								
Sexo	HT (%)							
Machos	0	202,6	118,0	35,0 (ab)	50,4	113,7	1,0330	0,4437
	1	182,5	113,8	34,1 (b)	48,8	109,8	1,0346	0,4434
	2	195,1	105,5	35,7 (ab)	45,5	102,3	1,0324	0,4457
Hembras	0	189,9	110,4	32,0 (b)	48,2	108,6	1,0126	0,4435
	1	188,3	116,8	44,2 (a)	54,5	123,3	0,9414	0,4420
	2	186,5	102,0	37,5 (ab)	47,3	106,3	0,9521	0,4447
P-valor		0,606	0,684	0,015	0,276	0,275	0,129	0,30

* Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción ($P<0,05$; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Evaluación morfométrica de intestinos

En la evaluación de la altura de vellosidades duodenales estableció diferencias para el factor dosis HT (*P*<0,001), las aves suplementadas con dosis al 1% de HT exhibieron una mayor altura de vellosidades (2698,94 µm) respecto a las no suplementadas (2220,67 µm) y suplementadas al 2% de HT (1988,80 µm). Adicionalmente, para la interacción entre ambos factores (S*HT) se establecen diferencias entre los tratamientos (*P*<0,001), destacándose el T5 (Hembras 1%HT) y T2 (Machos 1%HT) distintos entre sí y respecto a los demás tratamientos. La profundidad de las criptas, evaluadas mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, no determinó diferencias entre los tratamientos y la estimación sobre el espesor de las vellosidades no demostró influencia entre los factores ni su interacción. Los resultados de la evaluación duodenal se describen en la tabla 15.

Tabla 15. Evaluación morfométrica de duodeno

FACTORES		DUODENO (µm)		
		Altura vellosidad	Profundidad cripta*	Espesor vellosidad
SEXO				
Machos		2298,83		192,049
Hembras		2306,78		192,282
P-valor		0,833		0,975
NIVEL HT (%)				
0		2220,67 (b)		196,030
1		2698,94 (a)		189,469
2		1988,80 (c)		190,998
P-valor		0,000		0,745
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	2187,68 (c)	432,095	198,066
	1	2516,82 (b)	425,670	189,110
	2	2191,97 (c)	420,959	188,972
Hembras	0	2253,66 (c)	420,182	193,994
	1	2881,06 (a)	414,450	189,829
	2	1785,62 (d)	428,189	193,024
P-valor		0,000	0,635	0,901

* Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis; letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción (*P*<0,05; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

La longitud, profundidad de criptas y espesor de las vellosidades yeyunales de aves suplementadas con HT, no alcanzó diferencias significativas respecto a las aves no suplementadas. La evalución del íleon no estableció diferencias en los parámetros morfométricos. En la tabla 16 se detallan las evaluaciones correspondientes al yeyuno y los resultados de la evaluación ileal se describen en la tabla 17.

Tabla 16. Evaluación morfométrica de yeyuno

FACTORES		YEYUNO (µm) Altura vellosidad	Profundidad cripta	Espesor vellosidad
SEXO				
Machos		1696,78	229,626	146,066
Hembras		1723,75	303,793	146,426
P-valor		0,542	0,657	0,907
NIVEL HT (%)				
0		1651,30	310,993	143,080
1		1723,70	300,420	144,852
2		1752,93	293,715	150,806
P-valor		0,173	0,323	0,114
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	1646,58	305,423	142,937
	1	1706,29	298,199	144,766
	2	1735,08	295,256	150,494
Hembras	0	1655,99	316,563	143,224
	1	1740,76	302,642	144,938
	2	1770,43	292,175	151,117
P-valor		0,958	0,823	0,998

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

Tabla 17. Evaluación morfométrica de íleon

FACTORES		ÍLEON (µm) Altura vellosidad	Profundidad cripta	Espesor vellosidad
SEXO				
Machos		843,561	221,957	140,369
Hembras		841,252	223,365	141,689
P-valor		0,943	0,863	0,733
NIVEL HT (%)				
0		847,480	223,853	143,365
1		820,675	218,192	138,566
2		857,773	225,938	141,365
P-valor		0,632	0,724	0,621
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	838,509	222,249	141,943
	1	820,124	217,436	137,962
	2	869,796	226,185	141,201
Hembras	0	856,175	225,457	144,368
	1	821,224	218,947	139,171
	2	845,222	225,690	141,528
P-valor		0,853	0,983	0,975

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

La relación altura vellosidades: profundidad de criptas duodenales fue distinta entre los tratamientos suplementados con HT y no suplementados (*P*<0,000), dosificaciones con el 1% de HT exhibieron una mayor relación (6,49) diferenciándose de las aves no suplementadas (5,20) y suplementadas al 2% (4,70); al evaluar la interacción entre los factores (S*HT) las hembras y machos que recibieron dosificaciones al 1% de HT (T2 y T5) se diferencian entre si y sobre los demás tratamientos al exhibir un mayor cociente. La morfometría de la sección yeyunal mostró diferencias para el factor HT, la adjunta al 2% de harina de tomate exhibió una mayor relación (5,96) respecto a las aves no suplementadas (5,31) sin diferenciarse de las aves suplementadas al 1% (5,75). No se establecieron diferencias para la evaluación morfométrica de la sección íleal. En la tabla 18 se detallan las evaluaciones correspondientes a la relación altura de vellosidades: profundidad de las criptas.

Tabla 18. Evaluación de la relación altura de vellosidades: profundidad de las criptas en los intestinos

		RELACIÓN: ALTURA/PROFUNDIDA (µm)		
FACTORES		Duodeno	Yeyuno	Íleon
SEXO				
Machos		5,44439	5,66728	3,71811
Hembras		5,39678	5,68241	3,70722
P-valor		0,721	0,941	0,949
NIVEL HT (%)				
0		5,20389 (b)	5,31085 (b)	3,65213
1		6,49799 (a)	5,75039 (ab)	3,73232
2		4,70997 (c)	5,96329 (a)	3,75355
P-valor		0,000	0,038	0,874
INTERACCIÓN				
Sexo	HT (%)			
Machos	0	5,05520 (c)	5,38548	3,63611
	1	6,01961 (b)	5,73598	3,73498
	2	5,30323 (bc)	5,88037	3,78323
Hembras	0	5,35696 (bc)	5,23623	3,66815
	1	7,01438 (a)	5,76481	3,72966
	2	4,18308 (d)	6,04620	3,72387
P-valor		0,000	0,816	0,975

Letras distintas entre paréntesis indican diferencias significativas entre los factores o su interacción (*P*<0,05; ANOVA con arreglo factorial 2x3 y prueba de Tukey).

Discusión

Respecto al peso de las aves, mayor en machos que en hembras, concuerda con los resultados de varios estudios (Maniatis *et al*., 2013; Molenaar *et al*., 2008; Mukhtar *et al*., 2013). La mayor velocidad de crecimiento en machos, se ve reflejada en el desarrollo de sus muslos y patas, a diferencia de las hembras que concentran mayor tejido muscular en la pechuga (Maniatis *et al*., 2013; Nogueira *et al*., 2019), razón por la cual se considera al dimorfismo sexual como la causa principal sobre la pérdida de uniformidad en lotes mixtos, sugiriéndose crianzas por sexos separados buscando cubrir las necesidades nutricionales de cada género, reduciendo así la variabilidad del producto final gracias a una mayor eficiencia alimenticia (Da Costa *et al*., 2017). Adicionalmente, en los genotipos de pollos modernos, con altas tasas metabólicas, existe una mayor afectación en el desempeño productivo cuando las condiciones ambientales inducen a estrés calórico (Lara y Rostagno, 2013; Deeb y Cahaner, 2002).

El mayor peso de las aves suplementadas con HT en dosis del 1% probablemente se deba al efecto citoprotector que ejercen los bioactivos presentes en el tomate y sus derivados, entre ellos los carotenoides como el licopeno (Wang *et al*., 2020), que puede contribuir positivamente ante el daño tisular en las células ocasionado por el estrés oxidativo de las aves en sistemas de crianzas bajo condiciones ambientales del trópico (Arain *et al*., 2018). No obstante existe una limitación en el presente estudio para determinar la cantidad exacta de licopeno u otros bioactivos suministrado a través de la inclusión de HT en las dietas de las aves, distintos estudios describen al tomate y los productos derivados del tomate como la principal fuente dietética de licopeno (Viuda-Martos *et al*., 2014; Peiretti *et al*., 2013; Sahin *et al*., 2008). En efecto, se ha determinado que en los tomates frescos la concentración de licopeno bordea los 3000 µg; 9000 µg en la pasta de tomate y supera concentraciones de 10000 µg en el jugo de tomate por cada 100 g de producto (Arain *et al*., 2018; Beecher 1998); para el tomate en polvo las concentraciones de licopeno varían entre 0,8 y 1,4 mg por cada 100 g de producto según distintos autores (Srivstava y Kulshrestha, 2013; Sahin *et al*., 2008).

En codornices japonesas la adición dietaria de 300 mg de licopeno por cada kg de alimento aumentó el peso corporal, la tasa de crecimiento e incrementó significativamente el estado antioxidante (Amer *et al*., 2020); en otro estudio que evaluó el impacto de la suplementación con licopeno en el rendimiento productivo de pollos previo a la eclosión,

se observó que 40 mg de licopeno/kg de alimento mejoró el peso corporal de los pollos, su respuesta antioxidante y la función inmunológica (Sun *et al*., 2015).

Por otra parte, la reducción de peso en machos al suministrar 2% de HT hasta niveles similares al peso de las aves no suplementadas, son similares a lo reportado por Lira *et al*. (2010), quienes describen como dosis superiores al 5% de residuos de tomate afecta el peso vivo de las aves; por su parte, Hosseini-Vashan *et al*. (2016) observan una mejora en el peso de pollos de engorde sometidos a estrés calórico cuya dieta contenía 5% de orujo de tomate (420 mg de licopeno/kg de alimento). La merma desde el punto de vista productivo en las aves criadas bajo condiciones ambientales con altas temperaturas es un efecto del estrés oxidativo que acarrea afecciones estructurales en las células (Altan *et al*., 2003); el constante jadeo, y consecuente hiperventilación, por parte de las aves es una medida compensatoria ante la necesidad de disminuir la temperatura comporal que aumenta la tensión de oxigeno en la sangre (De Basilio, 2019); sumado a ello, una elevada ingesta de licopeno crea condiciones bajo las cuales las propiedades pro-oxidantes dominan a las propiedades antioxidantes del β-caroteno (Shin *et al*., 2020).

La ganancia de peso resultó mayor en aves suplementadas al 1% de HT y resulta interesante notar como todos los tratamientos vieron afectada su ganancia de peso durante los días 35-42 en comparación a lo ocurrido durante los días 28-35, cuando las aves obtuvieron un ligero repunte sobre los promedios de ganancia de peso establecidos por el manual de crianza Cobb 2018 ($\bar{x}$=650g), esta disminución en la ganancia de peso posiblemente se deba la necesidad de temperaturas ambientas bajas durante la última semana de la crianza. Dosificaciones al 1% de HT en machos (T2) sufrieron un menor impacto en la reducción de la ganancia de peso durante la última semana del trabajo experimental, perdiendo 2,9% del peso ganado mientras los demás tratamientos redujeron entre 9 y 20% de su ganancia de peso respecto al a los días 28-35.

Relacionado con mayor peso y ganancia de peso; las diferencias estadísticas para el consumo de alimento guarda relación con el dimorfismo sexual al diferir la velocidad de crecimiento y requerimientos nutricionales entre los sexos (Da Costa *et al*., 2017; Molenaar *et al*., 2008), las hembras del presente estudio consumieron aproximadamente 18% menos alimento respecto a los machos, posiblemente, una mayor tasa metabólica indujo a las aves machos a consumir una mayor cantidad de alimento con la finalidad de cubrir sus necesidades energéticas (Deeb y Cahaner, 2002).

La reducción de la conversión alimenticia (CA) en los pollos de engorde suplementados con 1% de HT, respecto a los no suplementados y suplementados con 2% de HT, se tribuyen al mayor peso alcanzado al consumir estas dosis de HT, Salajegheh *et al*. (2012) narran como niveles de inclusión de orujo de tomate entre el 15-19% no mejoran la conversión alimenticia.

El licopeno puede modular al alza la expresión génica de especies antioxidantes que protegen a las células de las especies reactivas al oxígeno (ROS) y otras moléculas electrofílicas (Nabi *et al*., 2020); el estrés oxidativo resultante de un aumento de ROS es una condición presente durante el estrés por calor y se ha descrito como el licopeno, gracias a la presencia sus dobles enlaces, sea muy reactivo frente a ROS y compuestos inestables producidos en respuesta al estrés ambiental (Ni *et al*., 2020) al aumentar la producción de enzimas citoprotectoras a nivel del citosol como superóxido dismutasa (SOD), hemo oxigenasa-1 (HO-1) o glutatión peroxidasa (GSH-Px) (Saini *et al*., 2015). Además, el licopeno funciona principalmente como un agente antioxidante, activando la vía de transcripción para el factor nuclear 2 derivado del eritroide 2 (Nrf2) aliviando el estrés oxidativo y promoviendo la salud de las aves de corral (Sahin *et al*., 2011). Probablemente, los efectos antioxidantes resultaron beneficiosos para las aves suplementadas con 1% de HT, y posiblemente, en las condiciones del presente experimento, al duplicar la adición de HT (2%) se favoreció la respuesta pro-oxidante del licopeno.

Si bien la interacción entre ambos factores para el peso en la canal no fue significativa entre los tratamientos, resulta interesante notar como en machos el incremento de peso en la canal al suplementar con 1% y 2% de HT, es superior al de pollos no suplementados con HT en 189 y 149g, o de 8 y 6% aproximadamente. Un nivel moderado de fibra dietética en la dieta de las aves de corral puede aumentar el tiempo de retención del quimo en la parte superior del tracto gastrointestinal, estimulando la producción de enzimas endógenas mejorando la digestibilidad del almidón, los lípidos y otros componentes dietéticos, adicionalmente, al estimular la producción de ácido clorhídrico en el proventrículo a través de mecanorreceptores, y disminuyendo el pH, favorece la actividad de la pepsina, hecho que beneficia el crecimiento y rendimiento en pollos de engorde (Jha y Mishra, 2021). Es conocido que en condiciones ambientales de estrés calórico el rendimiento de los pollos de engorde se vea afectado (Sun *et al*., 2015), en este sentido, las desregulaciones sobre las hormonas tiroideas impactan negativamente la regulación

del calcio esquelético presente en las miofibrillas musculares afectando el rendimiento de la carcasa (Habashy *et al*., 2017).

La grasa abdominal fue menor en los tratamientos a los cuales se suministró HT; esto podría sugerir un efecto regulador de la HT sobre los niveles de lípidos al inhibir la actividad de la enzima limitante de la velocidad de síntesis de colestero 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA reductasa (HMGCR) especialmente en machos (Wan *et al*., 2021). Considerando además, que el sexo influye en los parámetros físico-químicos de la grasa abdominal del pollo confiriendo un mayor porcentaje de grasa andominal a las hembras respecto a machos (Marx *et al*., 2016); en el presente estudio los tratamientos con dosis de 1% y 2% de HT redujeron en un 20% aproximadamente su concentración de grasa abdominal respecto al grupo control sin alcanzar niveles de significancia; no obstante, podría resultar de interés económico para la industria avícola la crianza de animales con menores tenores de grasa abdominal y un mayor peso en la canal. En este sentido, los resultados del presente trabajo coinciden con los de Hosseini-Vashan *et al*. (2016) que al suministrar orujo de tomate (OT) al 3 y 5% en la dieta de pollos describen un descenso de 20 a 40% en el peso de la grasa abdominal, evidenciando una relación inversa entre la dosis de carotenos presentes en el OT y la concentración de grasa abdominal; similar a lo descrito por Wan *et al*., (2021) quienes observaron una disminución significativa de la grasa abdominal al suministrar 100 mg de licopeno por cada kg de alimento en la dieta de pollos de engorde. Aunque el licopeno es conocido por su actividad antioxidante, los estudios en ratas, ratones o seres humanos han demostrado que el tomate y dietas enriquecidas con licopeno podrían reducir el riesgo de obesidad y enfermedades cardiovasculares al regular el metabolismo de los lípidos (Sun *et al*., 2015). Los fitoquímicos de origen vegetal son activadores indirectos de proteín quinasa activada por monofosfato de adenina (AMPK) que juega un papel crucial en la regulación del metabolismo de los lípidos al actuar sobre la proteína de unión al elemento regulador del esterol (SREBP-1), un factor de transcripción que participa preferentemente en la regulación o inhibición de genes asociados a la síntesis de ácidos grasos y lipogénesis mediante la regulación a la baja de la expresión de ARNm de SREBP-1 (Khesht y Hassanabadi, 2012; Angin *et al*., 2016, Wan *et al*., 2021).

El desarrollo de órganos involucrados en los proceso de absorción y digestión como el proventrículo, ventrículo y los intestinos guarda relación con el dimorfismo sexual y el tipo de alimentación suministrada en pollos de engorde (Svihus, 2014). En el presente

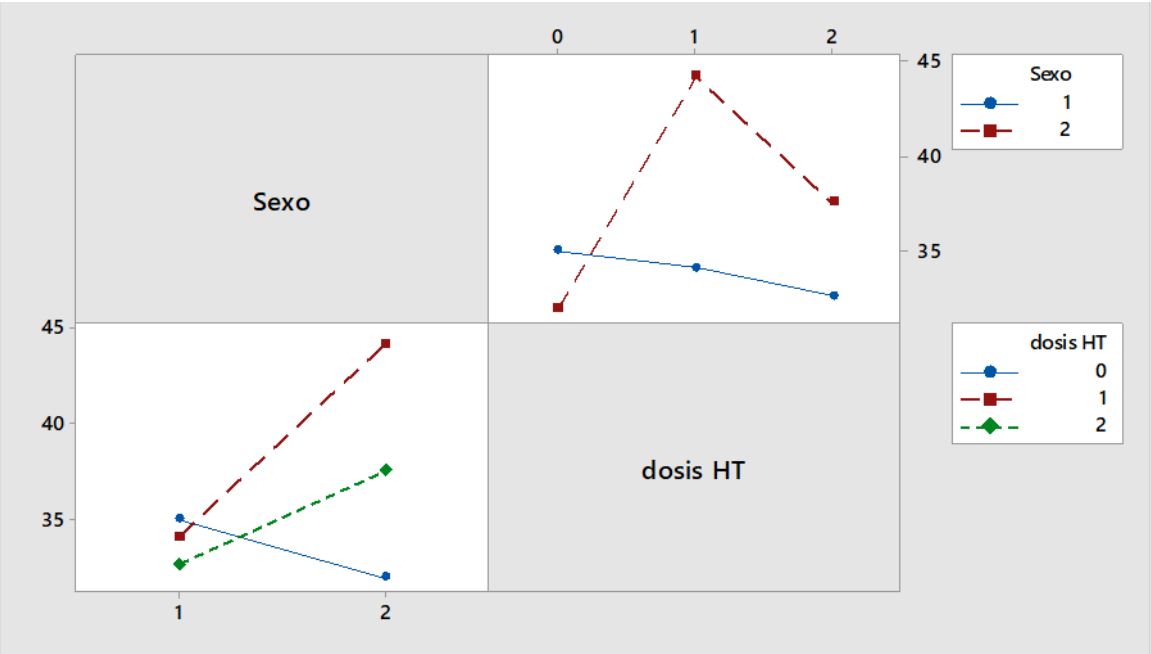
estudio los machos exhibieron un incremento significativo para el peso relativo de intestinos y ventrículo respecto a las hembras, esta diferencia es atribuida al sexo ya que en pollos de engorde se ha ilustrado como las hembras presentan mayor predisposición a trastornos intestinales afectando su desarrollo (Caekebeke *et al*., 2020), además de poseer un tracto gastrointestinal más corto y con menor desarrollo de vellosidades duodenales (Miles *et al*., 2006); sumado a esto, se ha descrito una marcada diferencia entre la microbiota intestinal de aves macho y hembra, asociando esta condición con una respuesta inmunológica distinta para los sexos (Lumpkins *et al*., 2008), y considerando el mayor consumo de alimento en machos, permitiría explicar, al menos parcialmente, la diferencia entre los sexos. Adicionalmente, las capacidades de retención de agua y de agrandamiento de la fibra de la fruta generalmente disminuyen al acortar el tamaño de las partículas, principalmente porque el triturado hace que la matriz colapse y reduzca el espacio disponible para el agua libre. Aparte del tamaño de las partículas, la trituración también cambia la estructura física de la matriz que afecta la unión con el agua (Struck y Rohm, 2020), de esta manera, es posible que el tamaño de la partícula de la HT empleada en el presente estudio haya influenciado el desarrollo del proventrículo y ventrículo. Por otra parte, se ha planteado que los intestinos sean más eficientes cuando poseen un menor peso relativo, esto indica que por cada Kg de peso vivo del animal, es menor el porcentaje de vísceras y de consecuencia, mayor sea el volumen de carcasa (Puente *et al*., 2019).

Si bien no se alcancen niveles de significancia, las concentraciones de GLU se redujeron en los tratamientos suplementados con HT de ambos sexos en un 3% y 10% para las hembras y machos respectivamente; en ratas inducidas a diabetes mellitus tipo 2 el suministro de licopeno en dosis de 10 o 20 mg/kg mejoró la sensibilidad a la insulina reduciendo la GLU en sangre (Yin *et al*., 2019), resultados similares reportan Duzguner *et al*, (2008) al suministrar 10g/gk de licopeno en ratas diabéticas, describiendo una reducción del 25% en los niveles séricos de glucosa respecto al grupo control. En el presente estudio, la adjunta de HT exhibió tendencias a la baja para las concentraciones séricas de GLU y se ha reportado como las aves carezcan intrínsecamente del gen del transportador de glucosa (GLUT4) asociado con variaciones en la distribución tisular y metabólica de otras isoformas de glucosa, concediendo un papel refractario respecto a dietas hipoglicémicas en pollos de engorde (Kono *et al*., 2005).

Se ha descrito como la inclusión dietaria de licopeno en la alimentación de pollos de engorde interfiera en el perfil lipídico; Wan *et al*. (2021) reporta que los niveles de HDL-

c no sufrieron modificaciones mientras que las concentraciones de triglicéridos fue significativamente menor en pollos machos suplementados con 100, 200 y 400 mg de licopeno/ kg de alimento; esta información muestra una analogía parcial con lo descrito por Hosseini-Vashan *et al*. (2016) quienes relatan como la suplementación con OT al 5% disminuyó significativamente las concentraciones de triglicéridos en sangre y mejoró la concentración de colesterol de lipoproteínas de alta densidad HDL-c en pollos parrilleros. Los estudios mencionados en relación al perfíl lipídico han sido realizados en lotes de aves machos mientras que los resultados obtenidos en el presente estudio denotan un comportamiento diferente al evaluar triglicéridos; en machos los niveles de este analito son similares entre aves suplementadas y no suplementadas con HT, distinto a lo que ocurre en hembras donde las aves no suplementadas con licopeno exhiben concentraciones séricas de triglicéridos menores que en machos, sugiriendo un efecto diferenciado por el sexo como se describe en la figura 9.

Figura 12. Gráfico de interacción para triglicéridos



El licopeno genera una hipocolesterolemia como resultado de la inhibición enzimática de Hidroximetilglutaril-CoA reductasa (HMG-CoA), la modulación en los receptores para el LDL-c e inhibición de la actividad de acetil coenzima A (CoA) y colesterol aciltransferasas (CAT) (Mezbani *et al*., 2019). En contraste, Salajegheh *et al*. (2012) y

Seidavi *et al*. (2018) describen como el suministro al 15, 17 y 19% de OT no presentó diferencias significativas sobre el perfil lipídico entre los tratamientos, estos resultados asemejan parcialmente a los del presente estudio, exceptuando a los niveles séricos de triglicéridos que fueron mayores en los tratamientos suplementados con HT. Se ha empleado al licopeno en la prevención de dislipidemias al afectar la acumulación de lípidos desencadenada por palmitato, especialmente sobre los hepatocitos, promoviendo la lipólisis y favoreciendo la función mitocondrial mediante la estimulación de la expresión de receptores activados por proliferadores peroxisomales (PPARα) (Wang *et al*., 2020). El riesgo aterosclerótico evaluado mediante el índice de Castelli (CT:HDL-c) alcanzó niveles de significancia y fue distinta entre los tratamientos T5-T6 respecto a los tratamientos T1-T2, los tratamientos con la adición de 1% y 2% de HT exhibieron tendencias a la baja respecto a los tratamientos con 0% de HT, sugiriendo un efecto protector especialmente en hembras.

Los resultados morfométricos del duodeno, yeyuno e íleon en los pollos de engorde al día 42 revelaron que el tratamiento con 1% de HT mejora la salud del tracto digestivo al mejorar la altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas. La absorción de nutrientes es favorecida por vellosidades más largas y criptas menos profundas con mayor superficie, lo que activa la maduración de las células intestinales y la actividad de las enzimas digestivas. La cripta es un sitio de producción donde ocurren las divisiones de células madre para permitir la renovación de las vellosidades (Adeleye *et al*., 2018).

El tracto gastrointestinal del pollo alberga diversas poblaciones de microorganismos presentes en relaciones simbióticas que, en última instancia, afectan la nutrición, el metabolismo y la inmunidad en el huésped (Sohail *et al*., 2012). Aditivos alimentarios vegetales ejercen efectos positivos sobre el metabolismo, la altura de las vellosidades, profundidad de cripta, secreciones de enzimas digestivas y la eficiencia alimenticia al mejorar absorción de nutrientes (Jamroz *et al*., 2006). Las vellosidades intestinales se consideran como una barrera natural de protección que evita la entrada de material tóxico y bacterias patógenas en la luz intestinal, la alteración de esta barrera reduce las actividades de absorción y digestión, y de consecuencia su renovación entérica mermada influye en el desarrollo intestinal (Song *et al*., 2019).

La suplementación de fitobióticos en la dieta de los pollos de engorde ha sido evaluada en distintos estudios al aumentar la población de *Lactobacillus spp*. y reducir con éxito la proliferación de microorganismos tolerantes a los ácidos como *E. coli*, *Salmonella* y

Campylobacter spp. en el intestino del huésped (Liu *et al*., 2014). De este modo, dietas suplementadas con 10 mg/kg de oleorresina de pimiento u oleorresina de cúrcuma regularon al alza la expresión de genes benéficos en la mucosa ileal promoviendo la salud intestinal en cerdos (Liu *et al*., 2014); en otro estudio, la adición de fitobióticos (3 kg/t) en el alimento de pollos de engorde mejoró significativamente la altura de las vellosidades y la relación entre la altura de las vellosidades/profundidad de las criptas en íleon, yeyuno y duodeno (Gilani *et al*., 2021). En el presente estudio, las dietas suplementadas con el 1% de HT se relacionaron con una mayor altura de vellosidades duodenales y una mejor relación altura de vellosidades/profundidad de criptas como se describe en las figuras 12 y 13.

Figura 13. Gráfica de interacción para la longitud de vellosidades duodenales

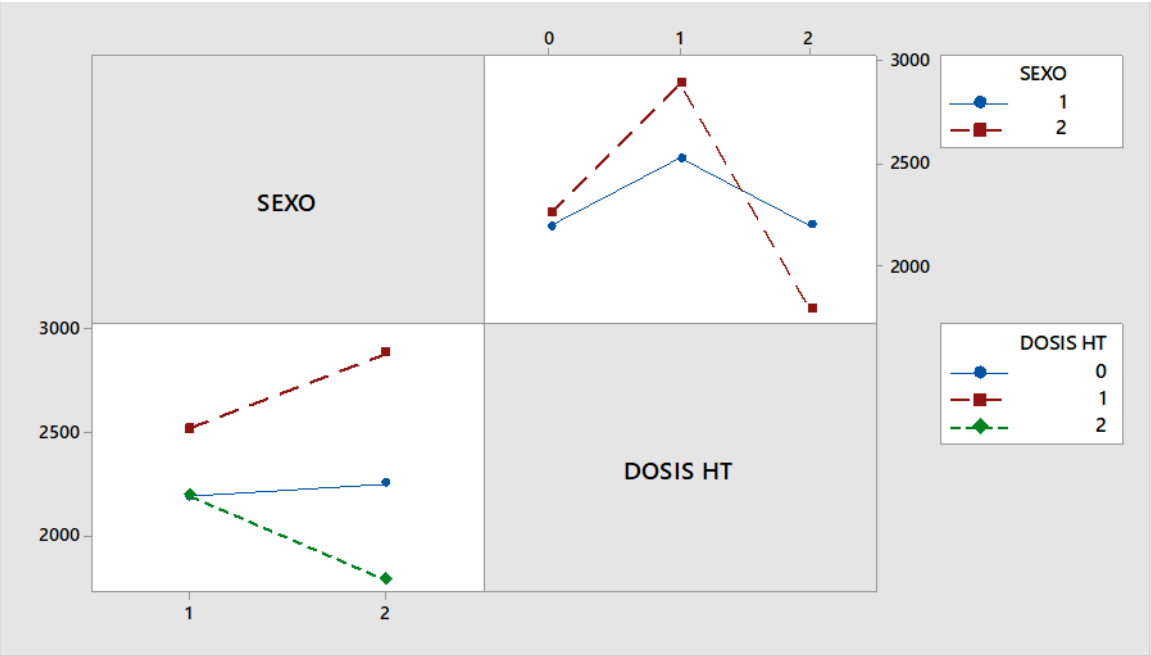
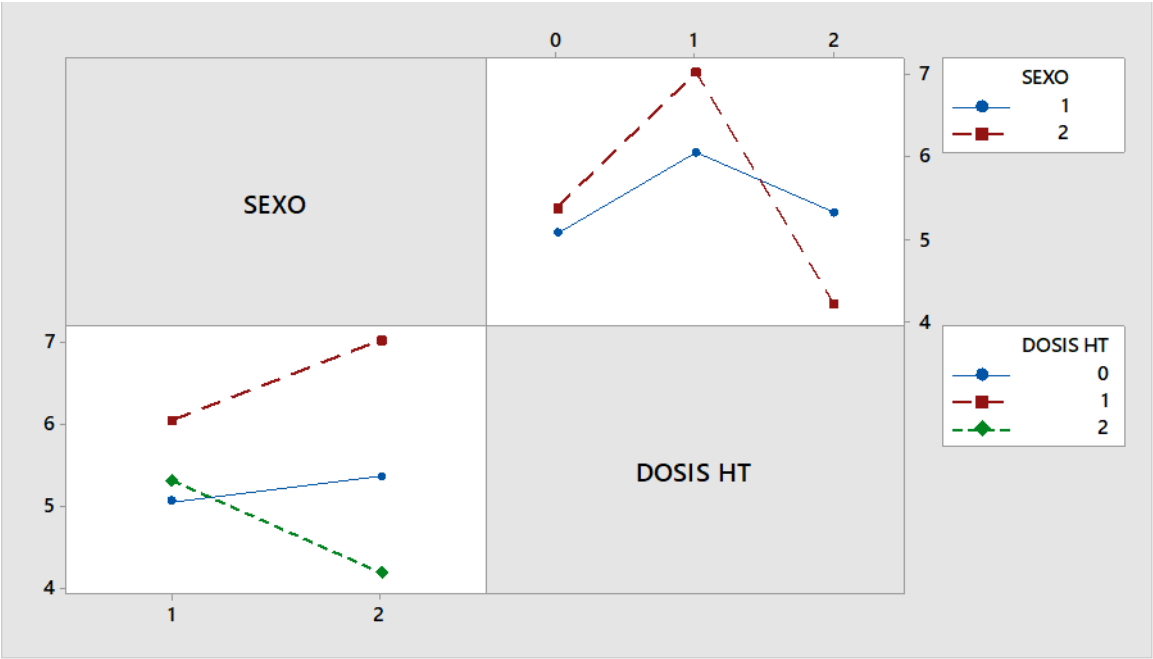


Figura 14. Gráfica de interacción para la relación altura de vellosidades/profundidad de criptas duodenales



Conclusiones

Una vez concluida la fase experimental y después de haber discutido los resultados se ha concluido lo siguiente:

La suplementación con HT al 1% mejoró parcialmente la respuesta productiva al aumentar el peso final, la ganancia de peso, el peso sacrificio y al disminuir la conversión alimenticia de las aves macho.

Las dosificaciones con HT en el alimento de las aves se relacionaron con un menor peso relativo de proventrículo y ventrículo.

La adición de HT no modificó la glicemia ni el perfil lipídico de las aves, exceptuando a los triglicéridos en las hembras.

La suplementación con HT mejoró la altura de las vellosidades duodenales al igual que exhibieron una mayor relación altura de vellosidades/profundidad de criptas en el duodeno y yeyuno.

Recomendaciones

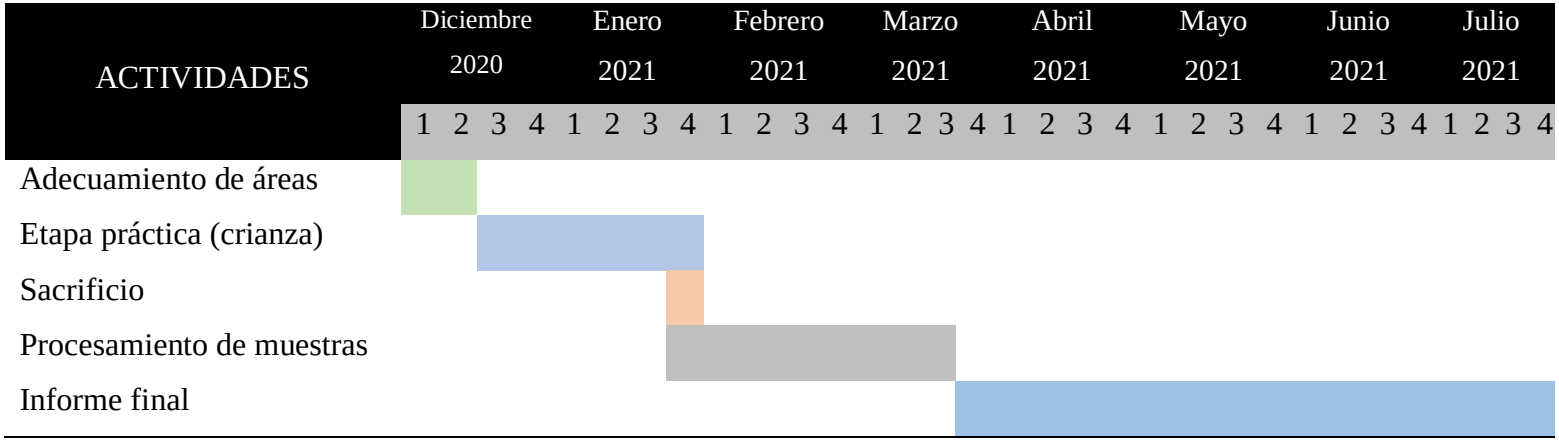
De la mano a las conclusiones planteadas, se realizan las siguientes recomendaciones:

Dilucidar los factores que determinan una respuesta diferenciada entre hembras y machos ante la suplementación con bioactivos en las dietas de los pollos de engorde.

Valorar el beneficio económico de la suplementación con HT en la dieta de pollos de engorde.

Evaluar distintos subproductos de origen vegetal estimados como descarte por la agroindustria con la finalidad de incorporarlos en la alimentación de pollos de engorde.

Cronograma


ACTIVIDADES
Diciembre 2020
Enero 2021
Febrero 2021
Marzo 2021
Abril 2021
Mayo 2021
Junio 2021
Julio 2021
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 1 2 3 4
Adecuamiento de áreas
Etapa práctica (crianza)
Sacrificio
Procesamiento de muestras
Informe final

Presupuesto

Concepto	Descripción	Valor ($)
Viáticos	Transporte, alimentación	150,00
Preparativos	Adecuamiento de áreas	120,00
Alimentación	Balanceado	300,00
Medicamentos	Vacunas, vitaminas y antibióticos	50,00
Reactivos	Kit espectrofotometría	250,00
Análisis histológico	Placas histológicas	220,00
Total		1090,00

Bibliografía

Abdelqader, A. M., Abuajamieh, M., Hammad, H. M., y Al-Fataftah, A.-R. A. (2017). Effects of dietary butyrate supplementation on intestinal integrity of heat-stressed cockerels. 101(6), 1115-1121. Doi: https://doi.org/10.1111/jpn.12622

Abdelqader, A., y Al-Fataftah, A.-R. (2014). Thermal acclimation of broiler birds by intermittent heat exposure. *Journal of Thermal Biology*, 39, 1-5. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.11.001

Adeleye, O. O., Otakoya, I. O., Fafiolu, A. O., Alabi, J. O., Egbeyale, L. T., y Idowu, O. M. O. (2018). Serum chemistry and gut morphology of two strains of broiler chickens to varying interval of post hatch feeding. Vet Anim Sci, 5, 20-25. doi:10.1016/j.vas.2017.12.001

Alhenaky, A., Abdelqader, A., Abuajamieh, M., y Al-Fataftah, A.-R. (2017). The effect of heat stress on intestinal integrity and Salmonella invasion in broiler birds. *Journal of Thermal Biology*, 70, 9-14. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.10.015

Al-Nasser, A., Al-Khalaifah, H., al Saffar, O., Abdullah, F., Albahouh, M., Ragheb, G., Mashaly, M. (2007). Overview of chicken taxonomy and domestication. *World's Poultry Science Journal*, 63, 285-300. Doi: 10.1017/S004393390700147X

Al-Sultan, S., Abdel-Raheem, S., Abd-Allah, S., Edris, A. (2019). Alleviation of chronic heat stress in broilers by dietary supplementation of novel feed additive combinations. *Slov Vet Res*. 56(22), 269-79. Doi: 10.26873/SVR-766-2019

Altan, Ö., Pabuçcuoğlu, A., Altan, A., Konyalioğlu, S., y Bayraktar, H. (2003). Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. British poultry science, 44(4), 545-550. doi:10.1080/00071660310001618334

Amer, S. A., Kishawy, A. T. Y., Osman, A., Mahrose, K. M., Hassanine, E.-S. I., y Rehman, Z. U. (2020). Influence of dietary graded levels of lycopene on the growth performance, muscle cholesterol level and oxidative status of Japanese quail fed high-fat diet %. *J Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 92. Doi: 10.1590/0001-3765202020190065

Angin Y., Beauloye C., Horman S., Bertrand L. (2016) Regulation of Carbohydrate Metabolism, Lipid Metabolism, and Protein Metabolism by AMPK. In: Cordero M., Viollet B. (eds) AMP-activated Protein Kinase. Experientia Supplementum, vol 107. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43589-3_2

Arain, M. A., Mei, Z., Hassan, F. U., Saeed, M., Alagawany, M., Shar, A. H., y Rajput, I. R. (2018). Lycopene: a natural antioxidant for prevention of heat-induced oxidative stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 74(1), 89-100. Doi: 10.1017/S0043933917001040

Azizi, M., Seidavi, A. R., Ragni, M., Laudadio, V., y Tufarelli, V. (2018). 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*, 74(3), 489-498. Doi: 10.1017/S0043933918000478

Beecher, G. R. (1998). Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Proc Soc Exp Biol Med*, 218(2), 98-100. Doi: 10.3181/00379727-218-44282a

Burkholder, K. M., Thompson, K. L., Einstein, M. E., Applegate, T. J., y Patterson, J. A. (2008). Influence of stressors on normal intestinal microbiota, intestinal morphology, and susceptibility to Salmonella enteritidis colonization in broilers. *Poult Sci*, 87(9), 1734-1741. Doi: 10.3382/ps.2008-00107

Caekebeke, N., Ringenier, M., De Meyer, F., Ducatelle, R., Ongena, N., Van Immerseel, F., y Dewulf, J. (2020). A study on risk factors for macroscopic gut abnormalities in intensively reared broiler chickens. Avian Pathol, 49(2), 193-201. doi:10.1080/03079457.2019.1711019

Chiou, P. W. S., Bi, Y., y Chang, L. (1994). Effect of different components of dietary fiber on the intestinal morphology of domestic rabbits. Comparative Biochemistry and Physiology Part A. *Physiology*, 108(4), 629-638. Doi: https://doi.org/10.1016/0300-9629(94)90349-2

Cobb-Vantress. (2018). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Disponible en: https://bit.ly/3vfPqrf

Conrad, Z., Niles, M. T., Neher, D. A., Roy, E. D., Tichenor, N. E., y Jahns, L. (2018). Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability. *PLoS One*, 13(4), e0195405. Doi: 10.1371/journal.pone.0195405

Corredor Matus, J., Ochoa, J., Rico, B., Pulecio Santos, S., González-Paya, G., y Vega, M. (2019). Relación entre parámetros productivos y de morfometría intestinal en pollos de engorde suplementados con probióticos. Universidad La Salle. Disponible en: https://bit.ly/3gkzXSK

Crespo, N., y Esteve-Garcia, E. (2001). Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poult Sci*, 80(1), 71-78. Doi: https://doi.org/10.1093/ps/80.1.71

Da Costa, M. J., Zaragoza-Santacruz, S., Frost, T. J., Halley, J., y Pesti, G. M. (2017). Straight-run vs. sex separate rearing for 2 broiler genetic lines Part 1: Live production parameters, carcass yield, and feeding behavior. *Poult Sci*, 96(8), 2641-2661. Doi: https://doi.org/10.3382/ps/pex035

De Basilio, V. (2019). Strategies to combat the heat stress in broilers. part I. Rev. Fac. Cs. Vets, 60(1), 22-39. Disponible en: https://bit.ly/2Ts5FUN

Deeb, N., y Cahaner, A. (2002). Genotype-by-Environment Interaction with Broiler Genotypes Differing in Growth Rate. 3. Growth Rate and Water Consumption of

Broiler Progeny from Weight-Selected Versus Nonselected Parents Under Normal and High Ambient Temperatures. Poult Sci, 81(3), 293-301. doi:https://doi.org/10.1093/ps/81.3.293

Deng, W., Dong, X. F., Tong, J. M., y Zhang, Q. (2012). The probiotic Bacillus licheniformis ameliorates heat stress-induced impairment of egg production, gut morphology, and intestinal mucosal immunity in laying hens. *Poult Sci*, 91(3), 575-582. Doi: 10.3382/ps.2010-01293

Duzguner, V., Kucukgul, A., Erdogan, S., Celik, S., y Sahin, K. (2008). Effect of lycopene administration on plasma glucose, oxidative stress and body weight in streptozotocin diabetic rats. *Journal of Applied Animal Research*, 33(1), 17-20. Doi: 10.1080/09712119.2008.9706888

Englmaierová, M., Bubancovà, I., Vit, T., y Skøivan, M. (2011). The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat. Czech Journal of Animal Science, 56, 536-543. Doi: 10.17221/4416-CJAS

Fărcaş, A., Socaci, S., Michiu, D., Biris-Dorhoi, S., y Tofana, M. (2019). Tomato waste as a source of biologically active compounds. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Food Science and Technology*, 76, 85. Doi: 10.15835/buasvmcn-fst:2019.0014

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

Fitroh, B., Wihandoyo, W., y Supadmo, S. (2018). The use 3 of banana peel meal (musa paradisiaca) as substitution of corn in the diets on performance and carcass production of hybrid ducks. *Buletin Peternakan*, 42. Doi: 10.21059/buletinpeternak.v42i3.31998

Fondo Nacional Avícola. (2019). Estadísticas. Disponible en: https://bit.ly/3wlbzG6

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). The role of poultry in human nutrition. Rome. Disponible en: https://bit.ly/3zieMYZ

Fouad, A., y El-Senousey, H. (2014). Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27, 1057-1068. Doi: 10.5713/ajas.2013.13702

Geraert, P. A., Padilha, J. C., y Guillaumin, S. (1996). Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. *Br J Nutr*, 75(2), 205-216. Doi: 10.1079/bjn19960125

Gilani, S. M. H., Rashid, Z., Galani, S., Ilyas, S., Sahar, S., Zahoor ul, H., . . . Mahboob, S. (2021). Growth performance, intestinal histomorphology, gut microflora and ghrelin gene expression analysis of broiler by supplementing natural growth promoters: A

Gogoi, S., Kolluri, G., Tyagi, J. S., Marappan, G., Manickam, K., y Narayan, R. (2021). Impact of heat stress on broilers with varying body weights: Elucidating their interactive role through physiological signatures. *Journal of Thermal Biology*, 97, 102840. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102840

González, C. (2018). Frutas y verduras perdidas y desperdiciadas, una oportunidad para mejorar el consumo. *Revista chilena de nutrición*, 45(3), 198. Doi: https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400198

Gregory, N. G. (2010). How climatic changes could affect meat quality. *Food Research International*, 43(7), 1866-1873. Doi: https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.05.018

Habashy, W. S., Milfort, M. C., Fuller, A. L., Attia, Y. A., Rekaya, R., y Aggrey, S. E. (2017). Effect of heat stress on protein utilization and nutrient transporters in meat-type chickens. *International Journal of Biometeorology*, 61(12), 2111-2118. Doi: 10.1007/s00484-017-1414-1

Hall, D. M., Buettner, G. R., Oberley, L. W., Xu, L., Matthes, R. D., y Gisolfi, C. V. (2001). Mechanisms of circulatory and intestinal barrier dysfunction during whole body hyperthermia. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 280(2), H509-521. Doi: 10.1152/ajpheart.2001.280.2.H509

He, S., Yin, Q., Xiong, Y., Li, J., y Liu, D. (2020). Characterization of heat stress affecting the growth performance, blood biochemical profile, and redox status in male and female broilers at market age. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3833-3841. Doi: 10.1007/s11250-020-02422-3

Heber, D., y Lu, Q. Y. (2002). Overview of mechanisms of action of lycopene. *Exp Biol Med (Maywood)*, 227(10), 920-923. Doi: 10.1177/153537020222701013

Heuvelink, E. (2018). Tomatoes, 2o edición. CAB International

Hingston, S. T., y Noseworthy, T. J. (2020). On the epidemic of food waste: Idealized prototypes and the aversion to misshapen fruits and vegetables. *Food Quality and Preference*, 86, 103999. Doi: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.103999

Hosseini-Vashan, S. J., Golian, A., y Yaghobfar, A. (2016). Growth, immune, antioxidant, and bone responses of heat stress-exposed broilers fed diets supplemented with tomato pomace. *International Journal of Biometeorology*, 60(8), 1183-1192. Doi: 10.1007/s00484-015-1112-9

Instituto Latinoamericano del Pollo. (2019). Producción Regional de Carne de Pollo. Disponible en: https://bit.ly/3vnwbfj

Isik, F. (2016). Effects of tomato pomace supplementation on chemical and nutritional properties of crackers. *Italian Journal of Food Science*, 28, 525-535. Doi: 10.14674/1120-1770%2Fijfs.v510136

Jamroz, D., Wertelecki, T., Houszka, M., y Kamel, C. (2006). Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chicken. 90(5-6), 255-268. doi:https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00603.x

Jha, R., y Mishra, P. (2021). Dietary fiber in poultry nutrition and their effects on nutrient utilization, performance, gut health, and on the environment: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 12(1), 51. Doi: 10.1186/s40104-021-00576-0

Joshi, V., Kumar, A., y Kumar, V. (2012). Antimicrobial, antioxidant and phyto-chemicals from fruit and vegetable wastes: A review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*, 2, 123-136. Disponible en: https://bit.ly/2RTYrZC

Kang, D., y Shim, K. (2021). Early heat exposure effect on the heat shock proteins in broilers under acute heat stress. *Poult Sci*, 100(3), 100964. Doi: https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.061

Kheravii, S. K., Morgan, N. K., Swick, R. A., Choct, M., y Wu, S. B. (2018). Roles of dietary fibre and ingredient particle size in broiler nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 74(2), 301-316. Doi: 10.1017/S0043933918000259

Khesht, F. A., y Hassanabadi, A. (2012). Effects of sterol regulatory element-binding protein (SREBP) in chickens. Lipids Health Dis, 11, 20. doi:10.1186/1476-511x-11-20

Kono, T., Nishida, M., Nishiki, Y., Seki, Y., Sato, K., y Akiba, Y. (2005). Characterisation of glucose transporter (GLUT) gene expression in broiler chickens. British poultry science, 46(4), 510-515. doi:10.1080/00071660500181289

Kummu, M., de Moel, H., Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., y Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Sci Total Environ*, 438, 477-489. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.08.092

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). FAOSTAT. Disponible en: https://bit.ly/3cF42Kt

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Revisión del desarrollo avícola, Roma. Disponible en: https://bit.ly/3zkWWED

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Moving forward on food loss and waste reduction, Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponible en: https://bit.ly/3cBx6m7

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, Roma. Disponible en: https://bit.ly/3zlYeit

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Iniciativa mundial para la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, Roma. Disponible en: https://bit.ly/3gtq2Jk

Lara, L. J., y Rostagno, M. H. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals (Basel)*, 3(2), 356-369. Doi: 10.3390/ani3020356

Li, Y. F., Chang, Y. Y., Huang, H. C., Wu, Y. C., Yang, M. D., y Chao, P. M. (2015). Tomato juice supplementation in young women reduces inflammatory adipokine levels independently of body fat reduction. Nutrition, 31(5), 691-696. Doi: 10.1016/j.nut.2014.11.008

Lin, H., Decuypere, E., y Buyse, J. (2006). Acute heat stress induces oxidative stress in broiler chickens. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular y Integrative *Physiology*, 144(1), 11-17. Doi: https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2006.01.032

Lin, H., Jiao, H. C., Buyse, J., y Decuypere, E. (2006). Strategies for preventing heat stress in poultry. World's Poultry Science Journal, 62(1), 71-86. Doi: 10.1079/WPS200585

Lira, R. C., Rabello, C. B.-V., Ludke, M. d. C. M. M., Ferreira, P. V., Lana, G. R. Q., y Lana, S. R. V. (2010). Productive performance of broiler chickens fed tomato waste %J *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39, 1074-1081. Doi: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000500018

Liu, L., Fu, C., Yan, M., Xie, H., Li, S., Yu, Q., He, J. (2016). Resveratrol modulates intestinal morphology and HSP70/90, NF-κB and EGF expression in the jejunal mucosa of black-boned chickens on exposure to circular heat stress. *Food Funct*, 7(3), 1329-1338. Doi: 10.1039/c5fo01338k

Liu, L., Ren, M., Ren, K., Jin, Y., y Yan, M. (2020). Heat stress impacts on broiler performance: a systematic review and meta-analysis. *Poult Sci*, 99(11), 6205-6211. Doi: https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.019

Liu, Y., Song, M., Che, T. M., Bravo, D., Maddox, C. W., y Pettigrew, J. E. (2014). Effects of capsicum oleoresin, garlic botanical, and turmeric oleoresin on gene expression profile of ileal mucosa in weaned pigs1. J Anim Sci, 92(8), 3426-3440. doi:10.2527/jas.2013-6496 %J Journal of Animal Science

Lópes, N., y Afanador, G., y Ariza, CJ. (2008). Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades intestinales y productos de la microflora en pollos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 55 (II), 63-76. Disponible en: https://bit.ly/35gLUlO

López, F. (2020). El pollo nuestro de cada día: los impactos de la industria de la carne en el Ecuador. Plan V. disponible en: https://bit.ly/3gudH7B

Lu, Z., Wang, J., Gao, R., Ye, F., y Zhao, G. (2019). Sustainable valorisation of tomato pomace: A comprehensive review. *Trends in Food Science y Technology*, 86. Doi: 10.1016/j.tifs.2019.02.020

Lumpkins, B. S., Batal, A. B., y Lee, M. (2008). The effect of gender on the bacterial community in the gastrointestinal tract of broilers. Poult Sci, 87(5), 964-967. doi:10.3382/ps.2007-00287

Maniatis, G., Demiris, N., Kranis, A., Banos, G., y Kominakis, A. (2013). Genetic analysis of sexual dimorphism of body weight in broilers. *J Appl Genet*, 54(1), 61-70. Doi: 10.1007/s13353-012-0116-y

Marounek, M., y Pebriansyah, A. (2018). Use of carotenoids in feed mixtures for poultry: a review. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 51, 107-111. Doi: 10.1515/ats-2018-0011

Marx, D., Soares, J., Prestes, R., Schnitzler, E., Oliveira, C., Demiate, I., Backes, G. y Steffens, J. (2016). Influence of Sex on the Physical-chemical Characteristics of Abdominal Chicken Fat. Rev. Bras. Cienc. Avic. 18 (02). Doi: 10.1590/1806-9061-2015-0072

Mateos, G. G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M. P., y Lázaro, R. P. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics1 1Papers from the Informal Nutrition Symposium. *Journal of Applied Poultry Research*, 21(1), 156-174. Doi: https://doi.org/10.3382/japr.2011-00477

McKay, J. C., Barton, N. F., Koerhuis, A. N. M., y McAdam, J. (2000). The challenge of genetic change in the broiler chicken. *BSAP Occasional Publication*, 27, 1-7. Doi: 10.1017/S1463981500040486

Mezbani A, Kavan B P, Kiani A y Masouri B (2019). Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, blood parameters and antioxidant enzymes status in broiler chickens. *Livestock Research for Rural Development*, 31(12) Disponible en: https://bit.ly/3vgSFik

Miles, R. D., Butcher, G. D., Henry, P. R., y Littell, R. C. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. Poult Sci, 85(3), 476-485. doi:10.1093/ps/85.3.476

Mirzaie, S., Zirak-Khattab, F., Hosseini, S. A., y Donyaei-Darian, H. (2018). Effects of dietary Spirulina on antioxidant status, lipid profile, immune response and performance characteristics of broiler chickens reared under high ambient temperature. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 31(4), 556-563. Doi: 10.5713/ajas.17.0483

Molenaar, R., Reijrink, I. A. M., Meijerhof, R., y Van Den Brand, H. (2008). Relationship between hatchling length and weight on later productive performance in broilers. *World's Poultry Science Journal*, 64(4), 599-604. Doi: 10.1017/S0043933908000226

Moon, Y. S. (2018). Lipid metabolism and fatty liver in poultry. *Korean Journal of Poultry Science*, 45(2), 109–118. Doi: https://doi.org/10.5536/kjps.2018.45.2.109

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. (2014). Tablas de composición de los alimentos. Ediciones Pirámides. Disponible en: https://bit.ly/3gigP7R

Mottet, A., y Tempio, G. (2017). Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal*, 73(2), 245-256. Doi: 10.1017/S0043933917000071

Mujahid, A., Akiba, Y., y Toyomizu, M. (2007). acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by downregulation of avian uncoupling protein. *Poult Sci*, 86(2), 364-371. Doi: https://doi.org/10.1093/ps/86.2.364

Mukhtar, N., Khan, S. H., y Anjum, M. S. (2013). Hatchling length is a potential chick quality parameter in meat type chickens. *World's Poultry Science Journal*, 69(4), 889-896. Doi: 10.1017/S0043933913000883

Murray, R., Bender, D., Botham, K., Kennelly, P., Rodwell, V., Weil, P. (2012). Harper Bioquímica Ilustrada, 29º edición. México D.F.

Nabi, F., Arain, M. A., Rajput, N., Alagawany, M., Soomro, J., Umer, M., Liu, J. (2020). Health benefits of carotenoids and potential application in poultry industry: A review. 104(6), 1809-1818. Doi: https://doi.org/10.1111/jpn.13375

Navidshad, B., Deldar, H., y Pourrahimi, G. (2010). Correlation between serum lipoproteins and abdominal fat pad in broiler chickens. *African journal of biotechnology*, 9(35). Disponible en: https://bit.ly/2RR1QIA

Ni, Y., Zhuge, F., Nagashimada, M., Nagata, N., Xu, L., Yamamoto, S., Ota, T. (2020). Lycopene prevents the progression of lipotoxicity-induced nonalcoholic steatohepatitis by decreasing oxidative stress in mice. *Free Radical Biology and Medicine*, 152, 571-582. Doi: https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.11.036

Nogueira, B., Reis, M., Carvalho, A., Mendoza, E., Oliveira, B., Silva, V., y Bertechini, A. (2019). Performance, Growth Curves and Carcass Yield of Four Strains of

Broiler Chicken, *J Brazilian Journal of Poultry Science*. 21(4). Doi: 0.1590/1806-9061-2018-0866

Oke, O. E., Emeshili, U., Iyasere, O., Abioja, M. O., Daramola, J., Ladokun, A., Adewale, E. (2017). Physiological responses and performance of broiler chickens offered olive leaf extract under a hot humid tropical climate. *The Journal of Applied Poultry Research*, 26. Doi: 10.3382/japr/pfx005

Olfati, A., Mojtahedin, A., Sadeghi, T., Akbari, M., Martínez-Pastor, 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). Disponible en: https://bit.ly/3zoYLAs

Palozza, P., Catalano, A., Simone, R. E., Mele, M. C., y Cittadini, A. (2012). Effect of lycopene and tomato products on cholesterol metabolism. *Ann Nutr Metab*, 61(2), 126-134. Doi: 10.1159/000342077

Peiretti, P. G., Gai, F., Rotolo, L., Brugiapaglia, A., y Gasco, L. (2013). Effects of tomato pomace supplementation on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. Meat Science, 95(2), 345-351. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.011

Periago, M. J., Martínez-Valverde, I., Ros, G., Martínez, C., y Martínez, G. (2001). Propiedades químicas, biológicas y valor nutritivo del licopeno. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 17, 51-66. Disponible en: https://bit.ly/3cA3mGg

Pomboza-Tamaquisa, P., Guerrero-López, R., Guevara-Freire, D. y Rivera, V. (2018). Granjas avícolas y autosuficiencia de maíz y soya: caso Tungurahua-Ecuador. *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo*: 51(28), 2-25. Doi: 10.24836/es.v28i51.511

Puente V, J., Carcelén C, F., Ara G, M., Bezada Q, S., Huamán C, A., Santillán, G., Asencios M, A. (2019). Efecto de la suplementación con niveles crecientes de probióticos sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (Cavia porcellus) %J Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 30, 624-633.

Puvadolpirod, S., y Thaxton, J. P. (2000). Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters. *Poult Sci*, 79(3), 363-369. Doi: 10.1093/ps/79.3.363

Quinteiro-Filho, W. M., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paula, V., Pinheiro, M. L., Sakai, M., Sá, L. R., Palermo-Neto, J. (2010). Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poult Sci*, 89(9), 1905-1914. Doi: 10.3382/ps.2010-00812

Ramos, I. (2014). Crianza, producción y comercialización de pollos de engorde. Editorial Macro, Perú. Pag: 20-24.

Raza, A., Hussain, J., Hussnain, F., Zahra, F., Mehmood, S., Mahmud, A., 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. *J Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(1). Doi: 10.1590/1806-9061-2018-0723

Ruiz, B. (2013). En 60 años de genética: menos alimento y más producción. Industria Avícola. p. 54- 60.

Ruiz, B. (2019). Fuerte crecimiento de la avicultura latinoamericana en 2019. Industria Avicola.net. disponible en: https://bit.ly/3wwCy1D

Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Gursu, M. F., Khachik, F., y Kucuk, O. (2006). Effects of lycopene supplementation on antioxidant status, oxidative stress, performance and carcass characteristics in heat-stressed Japanese quail. *Journal of Thermal Biology*, 31(4), 307-312. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2005.12.006

Sahin, N., Orhan, C., Tuzcu, M., Sahin, K., y Kucuk, O. (2008). The Effects of Tomato Powder Supplementation on Performance and Lipid Peroxidation in Quail. Poult Sci, 87(2), 276-283. doi:https://doi.org/10.3382/ps.2007-00207

Sahin, K., Orhan, C., Akdemir, F., Tuzcu, M., Ali, S., y Sahin, N. (2011). Tomato powder supplementation activates Nrf-2 via ERK/Akt signaling pathway and attenuates heat stress-related responses in quails. *Animal Feed Science and Technology*, 165(3), 230-237. Doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.003

Sahin, K., Orhan, C., Tuzcu, M., Sahin, N., Hayirli, A., Bilgili, S., y Kucuk, O. (2016). Lycopene activates antioxidant enzymes and nuclear transcription factor systems in heat-stressed broilers. *Poult Sci*, 95(5), 1088-1095. Doi: https://doi.org/10.3382/ps/pew012

Saini, R. K., Nile, S. H., y Park, S. W. (2015). Carotenoids from fruits and vegetables: Chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. *Food Res Int*, 76(3), 735-750. Doi: 10.1016/j.foodres.2015.07.047

Salajegheh, M., Ghazi, S., Mahdavi, R., y Mozafari, O. (2012). Effects of different levels of dried tomato pomace on performance, egg quality and serum metabolites of laying hens. *African Journal of Biotechnology*. 11(87). Disponible en: https://bit.ly/3pMN7uE

Sánchez-Roque, Y., Pérez-Luna, Y. D. C., Pérez-Luna, E., Hernández, R. B., y Saldaña-Trinidad, 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

Scanes, C. (2015). Avian Physiology, 6.o edición. Elsevier, Londres. Pag: 337-366.

Schanes, K., Dobernig, K., y Gözet, B. (2018). Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *Journal of Cleaner Production*, 182, 978-991. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030

Seidavi, A. R., Azizi, M., Ragni, M., Laudadio, V., y Tufarelli, V. (2018). Practical applications of agricultural wastes in poultry feeding in Mediterranean and Middle East regions. Part 2: tomato, olive, date, sunflower wastes. *World's Poultry Science Journal*, 74(3), 443-452. Doi: 10.1017/S004393391800051X

Sheng, D., Xu, L., Zhao, Y., Yang, H., Wang, X., y Wang, Z. (2018). Chitosan: regulation of lipid metabolism in poultry. *Chinese Journal of Animal Nutrition*, 30(1), 1-6. Disponible en: https://bit.ly/35ca7Kh

Shim, K. S., Hwang, K. T., Son, M. W., y Park, G. H. (2006). Lipid Metabolism and Peroxidation in Broiler Chicks under Chronic Heat Stress*. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 19(8), 1206-1211. Doi: 10.5713/ajas.2006.1206

Shin, J., Song, M.-H., Oh, J.-W., Keum, Y.-S., y Saini, R. K. (2020). Pro-Oxidant Actions of Carotenoids in Triggering Apoptosis of Cancer Cells: A Review of Emerging Evidence. Antioxidants (Basel, Switzerland), 9(6), 532. doi:10.3390/antiox9060532

Sisson, S., Grossman, J., y Getty, R. (2001) Anatomía de los animales domésticos. 5.o Edición. Editorial Elsevier, Barcelona. Pag: 2035-2063.

Sklan, D., Smirnov, A., y Plavnik, I. (2004). The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *British poultry science*, 44, 735-740. Doi: 10.1080/00071660310001643750

Sohail, M. U., Hume, M. E., Byrd, J. A., Nisbet, D. J., Ijaz, A., Sohail, A., y Rehman, H. (2012). Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress. Poult Sci, 91(9), 2235-2240. doi:https://doi.org/10.3382/ps.2012-02182

Song, X., Jiao, H., Zhao, J., Wang, X., y Lin, H. (2019). Ghrelin serves as a signal of energy utilization and is involved in maintaining energy homeostasis in broilers. General and Comparative Endocrinology, 272, 76-82. doi:https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2018.11.017

Srivstava, S., y Kulshrestha, K. (2013). Nutritional Content and Significance of Tomato Powder. Annals of Arid Zone 52(2): 121-124, 2013, 52, 121-124.

Struck, S., y Rohm, H. (2020). Chapter 1 - Fruit processing by-products as food ingredients. In C. M. Galanakis (Ed.), Valorization of Fruit Processing By-products, 1-16.

Sun, B., Chen, C., Wang, W., Ma, J., Xie, Q., Gao, Y., Bi, Y. (2015). Effects of lycopene supplementation in both maternal and offspring diets on growth performance, antioxidant capacity and biochemical parameters in chicks. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 99(1), 42-49. Doi: 10.1111/jpn.12196

Sun, X., Zhang, H., Sheikhahmadi, A., Wang, Y., Jiao, H., Lin, H., y Song, Z. (2015). Effects of heat stress on the gene expression of nutrient transporters in the jejunum

of broiler chickens (Gallus gallus domesticus). *International Journal of Biometeorology*, 59(2), 127-135. Doi:10.1007/s00484-014-0829-1

Svihus, B. (2014). Function of the digestive system presented as a part of the Informal Nutrition Symposium “From Research Measurements to Application: Bridging the Gap” at the Poultry Science Association's annual meeting in San Diego, California, July 22–25, 2013. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(2), 306-314. Doi: https://doi.org/10.3382/japr.2014-00937

Tanaka, T., Shnimizu, M., y Moriwaki, H. (2012). Cancer chemoprevention by carotenoids. *Molecules*, 17(3), 3202-3242. Doi: 10.3390/molecules17033202

Thirumalaisamy, G., Muralidharan, J., Senthilkumar, s., Sayee R, H., y Priyadharsini, M. (2019). Cost-effective feeding of poultry. *International journal of Environmental Science and Technology*, 5(6), 3997-4005. Disponible en: https://bit.ly/2RNHi3A

Vilaplana, M. (2001). Aspectos nutricionales y terapéuticos de la fibra dietética. Offarm, 20(2), 96-101.

Viuda-Martos, M., Sanchez-Zapata, E., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez-Álvarez, J. A., y Fernández-López, J. (2014). Tomato and Tomato Byproducts. Human Health Benefits of Lycopene and Its Application to Meat Products: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 54(8), 1032-1049. doi:10.1080/10408398.2011.623799

Wan X, Yang Z, Ji H, Li N, Yang Z, Xu L, Yang H, Wang Z. (2021). Effects of lycopene on abdominal fat deposition, serum lipids levels and hepatic lipid metabolism-related enzymes in broiler chickens. Anim Biosci. 2021 Mar;34(3):385-392. doi: 10.5713/ajas.20.0432

Wang, J., Geng, T., Zou, Q., Yang, N., Zhao, W., Li, Y., Liu, Z. (2020). Lycopene prevents lipid accumulation in hepatocytes by stimulating PPARα and improving mitochondrial function. *Journal of Functional Foods*, 67, 103857. Doi: https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103857

Wen, X., Wu, W., Fang, W., Tang, S., Xin, H., Xie, J., y Zhang, H. (2019). Effects of long-term heat exposure on cholesterol metabolism and immune responses in growing pigs. *Livestock Science*, 230, 103857. Doi: https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.103857

World WildLife. (2018). Consejos sencillos que pueden ayudar a reducir el impacto ambiental ocasionado por el desperdicio de alimentos, Lucha contra el cambio climático evitando el desperdicio de alimentos. Disponible en: https://wwf.to/3wlkbfF

Xie, J., Tang, L., Lu, L., Zhang, L., Lin, X., Liu, H.-C., Luo, X. (2015). Effects of acute and chronic heat stress on plasma metabolites, hormones and oxidant status in restrictedly fed broiler breeders. *Poult Sci*, 94(7), 1635-1644. Doi: https://doi.org/10.3382/ps/pev105

Yin, Y., Zheng, Z., y Jiang, Z. (2019). Effects of lycopene on metabolism of glycolipid in type 2 diabetic rats. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 109, 2070-2077. Doi: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.07.100

Anexos

Anexo 1. Composición nutricional del tomate

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (150 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	22	31	3.000	2.300
Proteínas (g)	1	1,4	54	41
Lípidos totales (g)	0,11	0,2	100-117	77-89
AG saturados (g)	Tr	Tr	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	Tr	Tr	67	51
AG poliinsaturados (g)	0,11	0,16	17	13
ω-3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	3,5	4,9	375-413	288-316
Fibra (g)	1,4	2,0	>35	>25
Agua (g)	94	133	2.500	2.000
Calcio (mg)	11	15,5	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,6	0,8	10	18
Yodo (µg)	7	9,9	140	110
Magnesio (mg)	10	14,1	350	330
Zinc (mg)	0,22	0,3	15	15
Sodio (mg)	3	4,2	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	290	409	3.500	3.500
Fósforo (mg)	27	38,1	700	700
Selenio (µg)	Tr	Tr	70	55
Tiamina (mg)	0,06	0,08	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,06	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,8	1,1	20	15
Vitamina B_6 (mg)	0,11	0,16	1,8	1,6
Folatos (µg)	28	39,5	400	400
Vitamina B_{12} (µg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	26	36,7	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	82,3	116	1.000	800
Vitamina D (µg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	1,2	1,7	12	12

Anexo 2. 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 3. Lotización para el procesamiento de la harina de tomate

Nº Lote	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Temperatura ºC ($\bar{X}$)
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 4. 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. Ficha técnica vacuna Gumboro

GUMBORO FARBIOVET

VACUNA PARA LA PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD DE GUMBORO

LIOFILIZADO + DILUYENTE
REG. SAN: 4A-11165-AGROCALIDAD

FARBIO PHARMA

FÓRMULA

Cada dosis contiene:
Cepa Lukert intermedia del virus vivo de Gumboro $\geq 10^5$ DIEP 50%

Excipientes c.s.p. 1 dosis

ESPECIES

DOSIS

DOSIFICACIÓN				
ESPECIE	**DOSIS**		**VÍA DE ADMINISTRACIÓN**	
Pollos de engorde Reproductores Ponedoras	1 gota equivalente a 1 dosis (0,05 ml)		Intranasal, Intraocular, Oral o Aerosol	
EN EL AGUA DE BEBIDA				
Semana	**50 Dosis**	**100 Dosis**	**500 Dosis**	**1000 Dosis**
2	1,5 L	2,9 L	14,7 L	29,4 L
3	2,2 L	4,4 L	22,1 L	44,1 L
4	2,9 L	5,9 L	29,4 L	58,8 L

Número de dosis = Número de aves
Se aplica la vacuna en el 50% del agua que se va a consumir en un día.

INDICACIONES DE USO

Vacuna indicada para la prevención de la enfermedad de Gumboro o bursitis infecciosa en aves. GUMBORO FARBIOVET es efectiva para inmunizar las aves aún en presencia moderada de anticuerpos maternos.

VÍA DE ADMINISTRACIÓN: Intranasal, Intraocular, Oral o Aerosol.

DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD

Enfermedad infecto contagiosa de origen viral de curso agudo en pollos jóvenes, causada por un virus del género *Birnavirus*. Afecta a los órganos linfoides, principalmente la bolsa de Fabricio.

Algunas cepas pueden causar hasta 20% de mortalidad en pollos de 3 semanas de edad o más y severa inmunodepresión en aves infectadas en los primeros días de vida que generan secuelas como dermatitis gangrenosa, infección por *E. coli* y fallas en la vacunación.

MECANISMO DE ACCIÓN

Estimula una replicación viral tenue en el animal, pero no provoca una enfermedad clínica, brindado así inmunidad activa y protegiendo a las aves de una exposición natural al virus de Gumboro.

Anexo 6. Ficha técnica de la vacuna NC – Bron

NEWCASTLE-BRONQUITIS FARBIOVET

VACUNA AVIAR
LIOFILIZADO + DILUYENTE
REG. SAN: 4A-10172-AGROCALIDAD

FARBIO PHARMA

FÓRMULA

Cada dosis contiene:
Virus vivo modificado de Newcastle atenuado un 80% con un título mayor a $1X10^7$DIEP 50% por dosis (origen líquido amniótico de pollos SPF)
Virus vivo modificado de Bronquitis atenuado un 80% con un título mayor a $1X10^4$ DIEP 50% POR DOSIS (origen líquido amniótico de pollos SPF)

Excipientes c.s.p. 1 dosis

ESPECIES

DOSIS

DOSIFICACIÓN				
ESPECIE	DOSIS			VÍA DE ADMINISTRACIÓN
Aves	1 gota equivalente a 1 dosis (0,05 ml)			Intranasal, Intraocular, Oral o Aerosol
EN EL AGUA DE BEBIDA				
Semana	50 Dosis	100 Dosis	500 Dosis	1000 Dosis
1	1,0 L	2,0 L	10,0 L	20,0 L
2	1,5 L	2,9 L	14,7 L	29,4 L
3	2,2 L	4,4 L	22,1 L	44,1 L
4	2,9 L	5,9 L	29,4 L	58,8 L
Número de dosis / Número de aves Se aplica la vacuna en el 50% del agua que se va a consumir en un día.				

INDICACIONES DE USO

Vacuna indicada para la prevención de la enfermedad de Newcastle y Bronquitis. Puede ser administrada en aves de diferentes edades de acuerdo a los planes de vacunación.

VÍA DE ADMINISTRACIÓN: Intranasal, Intraocular, Oral o en Aerosol.

DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD

Newcastle: infección altamente contagiosa que afecta a las aves. Se puede presentar en tres formas: lentogénica o leve, mesogénica o moderada, y velogénica o muy virulenta. Algunas cepas del virus atacan el sistema nervioso; otras, el sistema respiratorio o digestivo. Los signos clínicos incluyen: jadeo, tos, estornudos, parálisis de alas y patas, cuello torcido, espasmos, parálisis, diarrea, interrupción parcial o completa de la producción de huevos.

Bronquitis Infecciosa (BI): enfermedad viral que afecta a aves de todas las edades. Es causada por el virus de la Bronquitis Infecciosa (VBI). Afecta al tracto respiratorio y urogenital, provocando signos como tos, descargas nasales, lagrimeo, disminución en la postura de huevos, entre otros.

Anexo 7. Ficha técnica de la vacuna New Castle

NEWCASTLE FARBIOVET

FARBIO PHARMA

VACUNA PARA LA PREVENCIÓN DEL NEWCASTLE
LIOFILIZADO + DILUYENTE
REG. SAN: 4A-9864-AGROCALIDAD

FÓRMULA

Cada dosis contiene:
Virus vivo modificado atenuado de Newcastle cepa La Sota Tipo B1 con título mayor a $>1X10^{5.5}$ DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF.

Excipientes c.s.p. 1 dosis

ESPECIES

DOSIS

DOSIFICACIÓN		
ESPECIE	DOSIS	VÍA DE ADMINISTRACIÓN
Aves	1 gota equivalente a 0 dosis (0.05 ml)	Intranasal, Intraocular, Oral o Aerosol
EN EL AGUA DE BEBIDA		
Semana	50 Dosis	100 Dosis	500 Dosis	1000 Dosis
1	1,0 L.	2,0 L.	10,0 L.	20,0 L.
2	1,6 L.	2,8 L.	14,7 L.	29,4 L.
3	2,2 L.	4,4 L.	22,1 L.	44,1 L.
4	2,9 L.	5,9 L.	29,4 L.	58,8 L.
Número de dosis / Número de aves Se aplica la vacuna en el 50% del agua que se va a consumir en un día				

INDICACIONES DE USO

Vacuna para la prevención de la enfermedad de Newcastle. Puede ser administrada en aves de diferentes edades de acuerdo a los planes de vacunación.

VÍA DE ADMINISTRACIÓN: Intranasal, Intraocular, Oral o en Aerosol.

DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD

La enfermedad de Newcastle es una infección altamente contagiosa que afecta a las aves. Se puede presentar en tres formas: lentogénica o leve, mesogénica o moderada, y velogénica o muy virulenta. Los síntomas aparecen entre dos y doce días después de la exposición y se propaga rápidamente al resto de la parvada.

Algunas cepas del virus atacan el sistema nervioso; otras, el sistema respiratorio o digestivo. Los signos clínicos incluyen: jadeo, tos, estornudos, parálisis de alas y patas, cuello torcido, espasmos, parálisis, diarrea, interrupción parcial o completa de la producción de huevos.

MECANISMO DE ACCIÓN

Estimula una replicación baja del virus en el animal, pero no provoca una enfermedad clínica, brindado así inmunidad activa y protegiendo a las aves de una exposición natural al virus del Newcastle.

Anexo 8. Productos vitamínicos empleados y día de aplicación

Nombre del producto	Días de aplicación	Dosis	Farmacéutica	Composición
Vitavicola	(1-3;6-7) *	1g/4Lt	James Brown	Anexo 10
Supervitex-F	(8-10;32-35)+	2g/1Lt	Farbio P.	Anexo 11

Diciembre 2020							Enero 2021						
	15*	16*	17*	18	19	20*					1	2	3
21*	22+	23+	24+	25	26	27	4	5	6	7	8	9	10
28	29	30	31				11	12	13	14	15+	16+	17+
							18+	19	20	21	22	23	24
							25	26					

*: Vitavicola; +: Supervitex

Anexo 9. Ficha técnica Vitavicola

PRODUCTO:

VITAVICOLA

Multivitaminico

Polvo Soluble.

PARA ESPECIES:

DESCRIPCIÓN:

Es un producto multivitamínico de calidad, que ofrece un adecuado balance como refuerzo en la nutrición de pollitos, pollos de carne y ponedoras; asegurando buen desarrollo, conversión y producción.

COMPOSICIÓN:

Contiene:

Vitamina A	Vitamina H	
Vitamina D3	Nicotinamida	
Vitamina E	Pantotenato de Calcio	
Vitamina C	Ácido Fólico	
Vitamina K	Metionina	
Vitamina B1		
Vitamina B2		
Vitamina B6		
Vitamina B12		

INDICACIONES:

Para evitar el estrés de las aves, luego de los tratamientos preventivos y carencias vitamínicas por alimentación incompleta.

DOSIS:

Disolver 1 g en 4 litros de agua, administrar la cantidad de agua suficiente en relación al número y edad de las aves.

Pollitos y pavipollos: en los primeros 5 días de vida.
Pollos, pollonas, ponedoras, gallos de pelea y pavos en crianza: 5 días cada mes durante el levante.
Aves en postura: 8 días seguidos cada mes.
Tratamientos preventivos: 5 días antes y 5 días después de las vacunaciones, desparasitaciones y despiques.

PRESENTACION:

Caja x 40 sobres de 25 g
Envases x 100 g
Envases x 500 g
Envases x 1000 g
Baldes x 2500 g

ADMINISTRACIÓN:

Vía oral, disuelto en el agua de bebida.

Uso veterinario.

Anexo 10. Ficha técnica Supervitex-F

COMPOSICIÓN

CADA 100 g CONTIENE:

Vitamina A	1'000.000 ui	Vitamina B1	300 mg	Biotina	5 mg
Vitamina D3	250.000 ui	Vitamina B2	150 mg	Ácido Fólico	30 mg
Vitamina E	1.000 ui	Vitamina B6	200 mg	Oxitetraciclina HCl	5.000 mg
Vitamina K3	150 mg	Nicotinamida	2.500 mg	Excipientes C.S.P.	100 g
Vitamina C	3.000 mg	Vitamina B12	3 mg		

INDICACIONES

SUPERVITEX - F es un polivitamínico con la concentración ideal para suplir los desequilibrios nutricionales de las aves. Es una excelente alternativa para combatir los estados de estrés luego de los procesos de vacunación, cortes de pico, subidas a jaulas y estrés por transporte. Además contiene Oxitetraciclina que es un preventivo de enfermedades infecciosas al comienzo de la crianza.

DOSIFICACIÓN Y FORMA DE ADMINISTRACIÓN

ESPECIE DE DESTINO

Aves / Porcinos / Terneros

USO ORAL

Aves: Disolver 2 g de SUPERVITEX - F por litro de agua de bebida. A fin de asegurar una mezcla uniforme se recomienda efectuar una pre-disolución, en un recipiente pequeño y luego que se ha mezclado completamente adicionarlo al restante volumen de agua de bebida.
Porcinos y Terneros: Disolver 2 g de SUPERVITEX - F por 25 kg de peso vivo durante 4 días consecutivos.

PRECAUCIONES

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.

PRESENTACIONES

Sobres: 25 g - 50 g - 100 g - 500 g - 1 kg

No. REGISTRO

10A-14124-AGROCALIDAD

Anexos 11. Productos antibióticos empleados y día de aplicación

Nombre del producto	Días de aplicación	Dosis	Principio activo	Descripción
Cerzona	(26-27) *	1ml/1Lt	Enrofloxacina	Anexo 12
Fullxacina	(28-30) +	1ml/1Lt	Enrofloxacina-Dipirona	Anexo 13
Bromexina	(28-30) -	1ml/1Lt	Eucalipto-Bromexina	Anexo 14

Diciembre 2020							Enero 2021						
	15	16	17	18	19	20					1	2	3
21	22	23	24	25	26	27	4	5	6	7	8	9	10*
28	29	30	31				11*	12±	13±	14±	15	16	17
							18	19	20	21	22	23	24
							25	26					

*: Cerzona; +: Fullxacina; -: Bromexina

Anexo 12. Antibiótico empleado

Anexo 13. Antibiótico empleado

FULLXACINA - 12

ENROFLOXACINA - SOLUCIÓN ORAL

COMPOSICIÓN

CADA 100 ml CONTIENE:

Enrofloxacina ..... 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 Enrofloxacina y Dipirona tiene una gran eficacia en los procesos infecciosos, antiflamatorios y febriles. Posee gran efectividad contra las bacterias (Gram+, Gram-), tales como: Colibacilosis, Salmonellosis, 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, 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.

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

Anexo 14. Expectorante empleado

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
Bromexina 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 tempertura o estados febriles en estos cuadros.

DOSIFICACIÓN Y FORMA DE ADMINISTRACIÓN

ESPECIE DE DESTINO

Aves / Porcinos

USO ORAL

Aves: Por vía oral, diluir 0.5 - 1 ml de BROMEXIN - 12 por litro de agua, por 3-5 días seguidos en el agua de bebida.
Mezclar 250 ml de BROMEXIN - 12 por cada 20 litros de agua, se recomienda realizar aspersiones diarias de 3 a 5 días seguidos.
Cerdos: En adultos disolver 15 ml al día; en lechones 5 ml al día.

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.

PRESENTACIONES

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

No. REGISTRO

6E-13688 AGROCALIDAD

Anexo 15. Consideraciones previo ejecución de determinaciones

Analito en suero	Estabilidad	Rango de medida	Vol. M. (µL)	Método	nm	Lote
Glucosa	3 meses - 20º	1-500 mg/dL	10	GOD-POD. Líquido	505	LIQ232
Colesterol	3 meses - 20º	1-1000 mg/dL	10	CHOD-POD. Líquido	505	LIQ354
Triglicérido	3 meses - 20º	1-1200 mg/dL	10	GPO-POD. Líquido	505	LIQ389
HDL-c	3 meses - 20º	5-151 mg/dL	103	Directo. Enzimático colorimétrico	570	281
LDL-c	3 meses - 20º	7-1000 mg/dL	103	Directo. Enzimático colorimétrico	570	LIQ540

Anexo 16. Determinación de Glucosa, Colesterol Total y Triglicéridos

1. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada
2. Pipetear en una cubeta:

	Blanco	Calibrador	Muestra
Reactivo (mL)	1,0	1,0	1,0
Patrón (µL)	-	10	-
Muestra (µL)	-		10

3. Mezclar e incubar 10 minutos a 37ºC
4. Leer absorbancia (A) del patrón y de la muestra frente al blanco de reactivo

Anexo 17. Determinación de LDL-c y HDL-c

1. Ajustar el espectrofotómetro a cero frente a agua destilada
2. Pipetear en una cubeta:

	Blanco	Calibrador	Muestra
Reactivo 1 (µL)	300	300	300
Patrón (µL)	-	3	-
Muestra (µL)	-	-	3

3. Mezclar e incubar 5 minutos a 37ºC y leer absorbancia (A1) del calibrador y de la muestra
4. Añadir:

	Blanco	Calibrador	Muestra
Reactivo 2 (µL)	100	100	100

5. Mezclar e incubar durante 5 minutos y leer absorbancia (A2) frente al blanco de reactivo

Anexo 18. 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 día13 del mes de enero de 2021 fue declarado:

✓ APROBADO __PENDIENTE __NO APROBADO

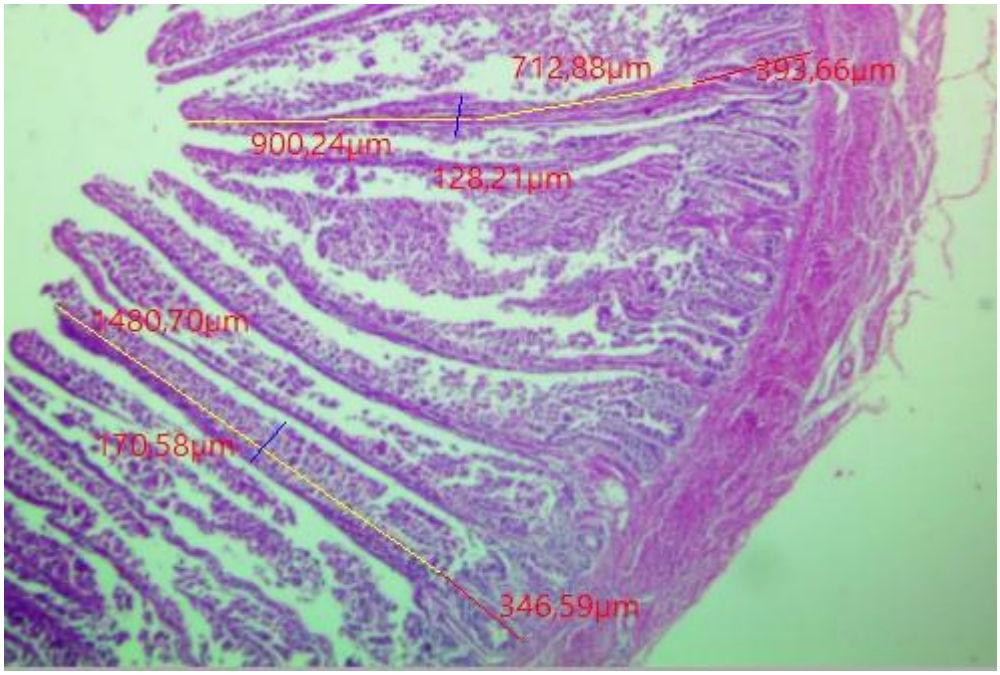
**En caso de no ser APROBADO, revise el Reporte Explicativo emitido por el CBI-UTM que se adjunta a este reporte. Aún en el caso de ser APROBADO el CBI-UTM pudiera hacer alguna sugerencia menor a los autores.*
***En caso de ser APROBADA la Investigación en cuestión, esta debe ser revaluada por el CBI-UTM _____% de ejecución y siempre que sea inminente la introducción de un cambio significativo en el proyecto.*

ALFREDO LAZARO MARIN PEREZ

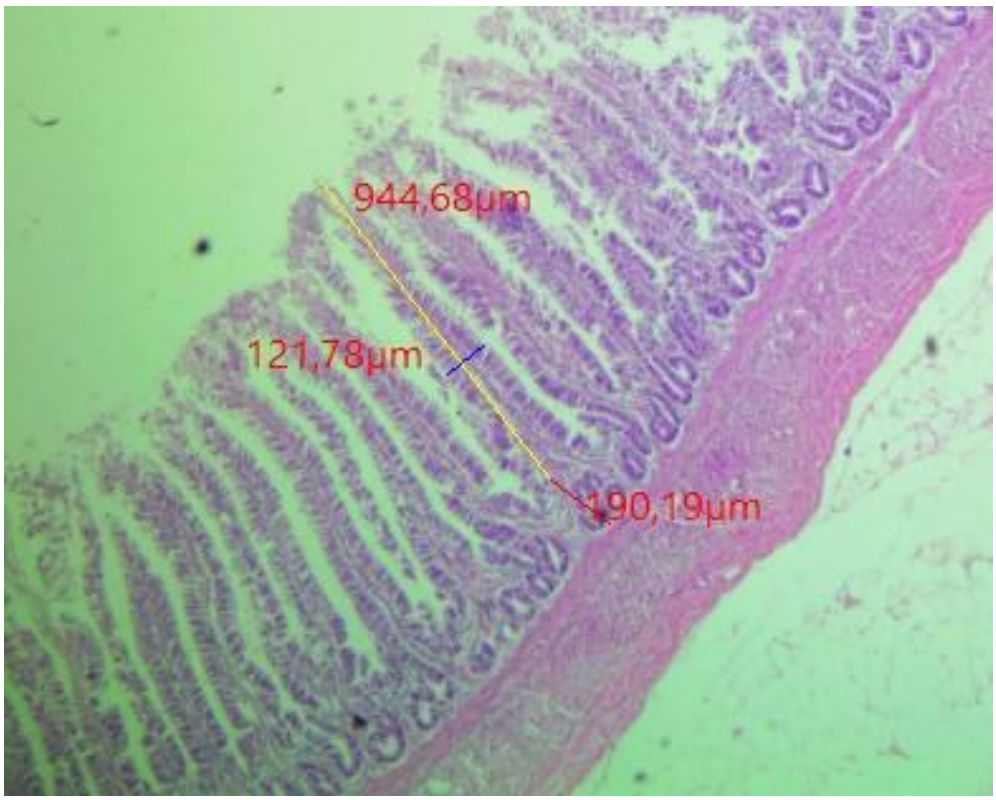
Firma:
Dr. Alfredo Lázaro Marín Pérez
Presidente CBI-UTM
Asentado en: Tomo: 021-1 Folio: 21-1-1 Fecha:

Anexo 19. Medición de vellosidades intestinales, Duodeno

Anexo 20. Medición de vellosidades intestinales, Yeyuno



Anexo 21. Medición de vellosidades intestinales, Íleon



Anexo 22. Preparación del galpón de crianza

Anexo 23. Preparación de la Harina de tomate

Anexo 24. Determinaciones Bioquímicas

Anexo 25. Tallado de muestras

Anexo 26. Mediciones de la histomorfometría intestinal