



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



PREVIO A LA TITULACIÓN COMO
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

TESIS DE GRADO:

“Efecto Anti Adipogénico y Anti Aterosclerótico del Extracto de Maíz Morado (*Zea mays*) como Aditivo en la Alimentación de Pollos Parrilleros”.

AUTORAS:

Sancán Dumes María Gabriela

Saltos Loor Dalisi Roxana

TUTOR DE TESIS:

Sixto Leonardo Reyna Gallegos, PhD.

Santa Ana, Lodana Mayo 2019

TEMA:

“Efecto Anti Adipogénico y Anti Aterosclerótico del Extracto de Maíz Morado (*Zea mays*) como Aditivo en la Alimentación de Pollos Parrilleros”.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada en primer lugar a Dios por habernos permitido llegar hasta este punto habernos brindado salud para lograr nuestros objetivos, a nuestros padres por apoyarnos en todo momento por sus consejos y sus valores, ejemplos de perseverancia y por la motivación constante que nos han permitido ser personas de bien, pero más que nada por su amor incondicional a cada una de las personas (familiares, docentes, amigos y demás) que estuvieron apoyándonos y compartiendo buenos y malos momentos.

Sancán Dumes María Gabriela

Saltos Loor Dalisi Roxa

AGRADECIMIENTO:

A:

Dios por darnos su fortaleza, grandeza, serenidad y la oportunidad de vivir, bendecirnos siempre y por estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestras mentes y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante nuestras vidas y todo el periodo de estudio.

La Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí, por ser una herramienta de enseñanza junto con sus docentes, demás autoridades que permitieron y abrieron sus puertas para brindarnos sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión.

Nuestros padres hermanos y familia:

Sr. Fernando Sancán Tigua y Sra. Rocío Dumes Merelo; Sr. Pedro Saltos Rodríguez y Sra. Dalisi Loor Rodríguez: por habernos dado la vida, por enseñarnos a dar nuestros primeros pasos y seguir caminando, querernos y apoyarnos a través del tiempo, gracias por su amor infinito por educarnos, por guiar nuestras vidas, enseñarnos valores, por darnos el ejemplo de seguir adelante y luchar por lo querido.

Hermanos Freddy Sancán Dumes, Winston Sancán Dumes, Aram Sancán Dumes; Adrián Saltos Loor, Edwin Saltos Loor: no solo por estar con nosotras apoyándonos y queriéndonos siempre, sino por estar presente aportando cosas buenas a nuestras vidas, por los grandes momentos de felicidad, diversas emociones vividas juntos, los queremos muchos.

Mi abuela Sra. Leonor Tigua, mis Tíos, Primos, a mi compañero de vida Rodrigo López Gutiérrez por su amor, apoyo consejos y por estar a mi lado en cada uno de los momentos más tristes y alegres; sobre todo a mí bebé que me impulsa a ser mejor cada día.

A la familia Loor Loor por el apoyo brindado durante este tiempo, a mi sobrina Adriana Saltos, Ashley Saltos, Stefanía Saltos, por ser una gran inspiración en mi vida.

A cada una de las instituciones por las que hemos pasado nuestras vidas estudiantiles, por los conocimientos brindados, bases fundamentales para lograr culminar la vida universitaria y un futuro soñado.

A nuestro tutor al Dr. Sixto Reyna de manera especial, quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, su experiencia, conocimiento, motivación y por su valioso aporte para nuestra investigación y formar parte de este objetivo alcanzado. A los jóvenes Gregorio Arteaga y Antonio Reyna por su colaboración y apoyo brindado en el transcurso que duro la investigación.

A la Ing. Katherine Moreira, Dr. Yandry Macías, Dr. Emir Ponce Ross, en especial al Dr. Carlos Bulnes Goicochea: por su apoyo, aporte y consejo durante toda esta ardua investigación. Y a cada uno de los maestros que hicieron parte de nuestra formación.

DECLARACION SOBRE LOS DERECHOS DEL AUTOR
UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
CARRERA DE MEDINA VETERINARIA

Saltos Loor Dalisi Roxana y María Gabriela Sancan Dumes; nos declaramos totalmente responsables de los resultados obtenidos en el presente proyecto de tesis de graduación “**Efecto Anti Adipogénico y Anti Aterosclerótico del Extracto de Maíz Morado (*Zea mays*) como Aditivo en la Alimentación de Pollos Parrilleros**”. Así como cada una de las ideas conclusiones y recomendaciones, en el presente trabajo modalidad investigativo, son propiedad de los autores antes mencionados.

Saltos Loor Dalisi Roxana

C.I: 1314541028

María Gabriela Sancan Dumes

C.I. 1350493167

CERTIFICACION DEL TUTOR DE TESIS

Medicina Veterinaria

Dr.: Sixto Leonardo Reyna Gallegos PhD.

CERTIFICO

En calidad de director de tesis de grado, modalidad de trabajo investigativo. Titulado **“Efecto Anti Adipogénico y Anti Aterosclerótico del Extracto de Maíz Morado (*Zea mays*) como Aditivo en la Alimentación de Pollos Parrilleros”**. Certifico que este trabajo es original de las egresadas Saltos Loor Dalisi Roxana y María Gabriela Sancan Dumes, y a su vez se realizaron todas las sugerencias y correcciones emitidas por el respectivo tribunal de Revisión y Evaluación, el cual el cual fue realizado bajo mi dirección.

Dr.: Sixto Leonardo Reyna Gallegos PhD.

Tutor del trabajo de Titulación

**CERTIFICACIÓN DE LA COMISIÓN DE REVISIÓN Y
EVALUACIÓN
UNIVERSIDAD TECNICA DE MANABI
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

TEMA:

“EFECTO ANTI ADIPOGENICO Y ANTI ATEROSCLEROTICO DEL EXTRACTO
DE MAIZ MORADO COMO ADITIVO EN LA ALIMENTACION DE POLLOS
PARRILLEROS”.

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración del tribunal de Revisión y Sustentación legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de **MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTAS**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
APROVADO POR EL TRIBUNAL**

Dr. Edis Macías Rodríguez PhD

DECANO FCV

Dr. Sixto Reyna Gallegos, PhD.

TUTOR DE TESIS

Dra. Laura De La Cruz Veliz PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dr. Emir Ponce Ross

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Rolando Romero De Armas PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	11
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	13
II. ANTECEDENTES	16
III. JUSTIFICACIÓN	17
IV. OBJETIVOS	18
IV.1. Objetivo General:	18
IV.2. Objetivos Específicos:	18
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	19
VI. HIPOTESIS:	20
VII. MARCO REFERENCIAL	21
VII.1 Maíz Morado	21
VII.3 Flavonoides	21
VII.4 Grasa Abdominal y Aterosclerosis en Pollos Parrilleros	22
VII.5 Aterosclerosis	22
VII.6 Sustancias Bioactivas	23
VII.7 Efectos de Bioactivos Sobre la Obesidad:	23
VII.8 Aterosclerosis en Pollos	23
VII.9 Factores Asociados con el Desarrollo de las Placas de Ateromas	24
VII.10 Hígado Graso	25
VIII. METODOLOGÍA	27
VIII.1. Métodos a Utilizar	27
VIII.2. Evaluación del Desempeño Productivo <i>In Vivo</i> .	29
VIII.3. Evaluación del Desempeño Productivo <i>Post Mortem</i>	30
VIII.3.1 Análisis de laboratorio:	30
VIII.4 Análisis Estadístico:	31

VIII.5 Materiales, Equipos, Insumos y Reactivos	32
IX. RESULTADOS	35
IX.1 Parámetros Productivos	35
IX.2 Sacrificio y Evaluación de Parámetros Productivos <i>Post Mortem</i> , Grasa Abdominal y Evaluación de la Formación de Ateromas	38
IX.3 Perfil Lipídico Sanguíneo y Glicemia.	39
IX.4 Análisis histopatológico	40
X. DISCUSIÓN	43
XI. CONCLUSIONES	49
XII. RECOMENDACIONES	50
XIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	51
XIV. PRESUPUESTO	52
XV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	53
XVI. ANEXOS	66

RESUMEN

Se evaluó la suplementación de tres niveles un extracto de maíz morado (EMM) sobre el efecto anti adipogénico y anti aterosclerótico y el comportamiento productivo en pollos parrilleros. El experimento se realizó en el Departamento de Producción Animal y Laboratorios Agropecuarios de la Universidad Técnica de Manabí. Doscientos pollos COBB 500, de 28 días de edad, alimentados *ad libitum* con una dieta isocalórica e isoprotéica, fueron distribuidas aleatoriamente, en tratamientos control (T1; 0% EMM) y suplementados con 0.05% (T2); 0.15% (T3) y 0.75% (T4) de EMM. Alcanzados los 56 días de edad, diez pollos macho por tratamiento fueron sacrificados. Se valoró el desempeño productivo de las aves: peso final, peso y rendimiento en canal, peso relativo de grasa abdominal, hígado y corazón. El perfil lipídico se evaluó mediante espectrofotometría; el riesgo aterogénico utilizando la relación CT/HDLc y LDLc/HDLc y TG/HDL y la esteatosis hepática mediante análisis histopatológico. Los resultados se analizaron mediante ANOVA de una vía y prueba de medias de Tukey, excepto esteatosis hepática (prueba de dos proporciones: tratamientos control y suplementados con EMM). El peso final fue superior en los tratamientos T3 y T4 ($p= 0.045$) en comparación T1, mientras el peso en canal, rendimiento en canal y peso relativo de órganos y la concentración sérica de triacilglicerol (TAG), colesterol total (CT), y lipoproteínas de baja y alta densidad (LDLc y HDLc) fue similar entre tratamientos ($p> 0.05$). El índice CT/HDLc fue menor en T3 y T4 ($p= 0.014$), mientras LDLc/HDLc fue mayor en T1 ($p< 0.002$), no se observó diferencias significativa para el índice TAG/CT. La proporción de esteatosis hepática fue menor al suplementar con EMM. El tratamiento T4 presento mayor proporción de extracto etéreo en el tejido muscular. Se concluye que el EMM ejerce un efecto protector frente al riesgo aterogénica y esteatosis hepática sin afectar el desempeño productivo de los pollos de engorde.

Palabras claves: Antocianina, aterosclerosis, esteatosis hepática, extracto de maíz morado, flavonoides, metabolismo lipídico.

ABSTRACT

Was evaluated the supplementation of three levels an extract of purple corn (EMM) on the anti-adipogenic and anti-atherosclerotic effect and the productive behavior in broiler chickens. The experiment was carried out in the Department of Animal Production and Agricultural Laboratories of the Technical University of Manabí. Two hundred 28-day-old COBB 500 chickens, fed ad libitum with an isocaloric and isoproteic diet, were randomly distributed in control treatments (T1, 0% EMM) and supplemented with 0.05% (T2); 0.15% (T3) and 0.75% (T4) of EMM. Reached 56 days of age, ten male chickens per treatment were slaughtered. The productive performance of the birds was evaluated: final weight, weight and yield in carcass, relative weight of abdominal fat, liver and heart. The lipid profile was evaluated by spectrophotometry; the atherogenic risk using the ratio CT / HDLc and LDLc / HDLc and TG / HDL and hepatic steatosis by histopathological analysis. The results were analyzed by means of one-way ANOVA and Tukey's means test, except for hepatic steatosis (two proportions test: control treatments and supplemented with EMM). The final weight was higher in treatments T3 and T4 ($p = 0.045$) compared to T1, while carcass weight, carcass yield and relative weight of organs and the serum concentration of triacylglycerol (TAG), total cholesterol (TC), and low and high density lipoproteins (LDLc and HDLc) were similar between treatments ($p > 0.05$). The CT / HDLc index was lower in T3 and T4 ($p = 0.014$), while LDLc / HDLc was higher in T1 ($p < 0.002$), no significant differences were observed for the TAG / CT index. The proportion of hepatic steatosis was lower when supplemented with EMM. The T4 treatment showed a higher proportion of ether extract in muscle tissue. It is concluded that EMM exerts a protective effect against atherogenic risk and hepatic steatosis without affecting the productive performance of broilers.

Key words: Anthocyanin, atherosclerosis, hepatic steatosis, purple corn extract, flavonoids, lipid metabolism.

I. INTRODUCCIÓN

La carne de pollo es una fuente de proteínas de alta calidad, lípidos, vitaminas y minerales (Marangoni et al., 2015), su producción ha aumentado sostenidamente, alcanzando los 71,76 millones de toneladas en el año 2009 (Friedman y Weil, 2010) y se estimó en 89,5 millones de toneladas para el año 2017 (United States Department of Agriculture, 2017). Este crecimiento es particularmente importante en países en vías de desarrollo (Thornton, 2010), así la industria avícola ecuatoriana incrementó su producción en 400%, de 55 millones de pollos en 1990 a 220 millones en el año 2015 (Ecuadoinmediato, 2015).

El crecimiento de la producción avícola se atribuye, entre otros factores, al mejoramiento del desempeño productivo, que se multiplicó por un factor cercano a 10, desde 1960 hasta el año 2010 (Thornton, 2010). Esto se explica, al menos parcialmente, por el mejoramiento genético enfocado en caracteres como conversión alimenticia, el peso corporal, edad al sacrificio e incremento del rendimiento de la canal y carne de pecho (Hocking, 2014). El consumo per cápita crecerá, incluso en el mundo desarrollado, pero las tasas de crecimiento seguirán siendo ligeramente más altas en las regiones en desarrollo. En nivel mundial, el consumo de carne de aves de corral aumentó con rapidez y superó al de carne de cerdo como la proteína animal preferida en 2016; esta situación se mantendrá durante los siguientes 10 años. De toda la carne adicional consumida durante la próxima década, se espera que la de aves de corral represente casi 45% (FAO, 2017).

Sin embargo, el proceso de selección genética ocasiona que las modernas líneas de pollos broilers exhiban una acumulación de grasa abdominal, de modo que más del 85% de esta no cumple un requerimiento fisiológico en el pollo parrillero (Fouad y El-Senousey, 2014). El exceso de grasa abdominal implica un desperdicio de energía dietaria, influye negativamente en el rendimiento de la canal, el manejo de residuos, y la aceptación del consumidor (Shahin, Abd, y Azeem, 2006) (Fouad y El-Senousey, 2014).

En pollos broilers, altos niveles de glucosa se asocian con incremento de grasa abdominal; esta se correlaciona positivamente con la concentración sérica de triacilglicerol, colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL colesterol) y negativamente con la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol) (Navidshad et al., 2010).

En pollos de engorde, la deposición de grasa abdominal, asociada con el rápido crecimiento, repercute en una sobrecarga de trabajo para determinados órganos y sistemas, ocasionando mortalidad debido a enfermedades cardiovasculares como aterosclerosis (Julian, 2005), una enfermedad inflamatoria caracterizada por la acumulación de lípidos en las paredes de las arterias, que conduce a la formación de placas ateroscleróticas que causan estrechamiento de la luz arterial. Las lipoproteínas LDLc y VLDLc se asocian con la aterosclerosis, mientras HDLc ejerce un rol protector (Getz y Reardon, 2017), la inclusión de maíz morado en la dieta de pollos reduce el peso del corazón y ejerce efectos cardioprotectores y antihipertensivos (Amnueysit,2010).

La severidad de las lesiones en la aterosclerosis es inducida, entre otros factores, por hiperlipidemia e hipercolesterolemia (Julian, 2005). Adicionalmente, el corazón es el órgano con menor concentración de antioxidantes, lo cual favorece los procesos de estrés oxidativo, conduciendo al incremento de especies reactivas (ROS), como factores involucrados en la patogénesis de enfermedades cardiovasculares, al predisponer al daño celular y tisular (Ferreira et al 2016).

Se ha encontrado evidencia de que hay una mayor susceptibilidad a esta enfermedad por parte de los lotes criados en meses invernales, al igual de que los machos son afectados más frecuentemente que las hembras debido a su tasa de crecimiento más acelerada; la mortalidad puede ser de 1,5 a 2% en lotes mixtos y de 4% en machos (Dereser *et al.*, 2015), donde el pico más alto de esta enfermedad oscila entre la tercera y cuarta semana de vida (Stuart, 1991).

Por otra parte, se ha propuesto el uso de fitoquímicos como una alternativa al control de la obesidad, (Balaji *et al.*, 2016), en este sentido el maíz morado es una fuente de flavonoides, principalmente de antocianinas (Pedreschi y Cisneros, 2007), las que actúan sobre el metabolismo lipídico, atenuando la ganancia de peso, disminuyendo la acumulación de triglicéridos en el tejido hepático y reduciendo la hiperglicemia en ratas inducidas a obesidad (Hwang *et al.*, 2011), sugiriendo una potencial aplicación de las antocianinas en el tratamiento de desórdenes metabólicos relacionados con la obesidad (Song *et al.*, 2016)

Las antocianinas son los pigmentos hidrosolubles más abundantes del reino vegetal, reportándose el aislamiento de 539 antocianinas, a partir, de éstos se ha evidenciado su actividad antioxidante y efectos cardiprotectores y anti ateroscleróticos al disminuir los niveles de triacilglicerol sérico y colesterol total e incrementar la concentración de HDLc y apolipoproteína A-I (apo A-I) (Qin, *et la.*,2009;Quispe,*et al.*, 2011;Ramos-Escudero *et al.*, 2012),su ingesta se asocia a la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como cáncer, obesidad y dolencias cardiacas (Petroni, *et al.*,2014).

Sin embargo, la información del uso de antocianinas en pollos parrilleros es escasa, por tanto, se plantea: ¿El uso de un extracto de maíz morado como aditivo en la alimentación de pollos parrilleros tiene un efecto antiadipogénico y antiaterosclerótico, sin afectar el desempeño productivo de las aves?

II. ANTECEDENTES

Las antocianinas, flavonoides hidrosolubles vegetales responsables del color de frutas y vegetales (Mercadante y Bobbio, 2008), influyen en el metabolismo de carbohidratos al atenuar la respuesta post-prandial y la hiperglicemia durante el ayuno (Hanhineva *et al.*, 2010). En ratas, la suplementación con antocianinas, en dosis aproximadas de 8 mg/Kg/día de aronia o maíz morado también ocasiona reducción del índice de adiposidad visceral y de la masa grasa total mientras disminuye la concentración plasmática de triglicéridos y colesterol total (Bhaswant *et al.*, 2017), también en ratas, las antocianinas reducen la concentración de LDLc (lipoproteínas de baja densidad, VLDLc (lipoproteínas de muy baja densidad), incrementan el tenor de HDLc (lipoproteínas de alta densidad) y estimulan la vasodilatación, adicionalmente en ratones reducen las lesiones ateroscleróticas (Reis *et al.*, 2016).

En pollos parrilleros el incremento de flavonoides dietarios (genisteína y hesperidina) disminuye los niveles séricos de triglicéridos, colesterol total y LDLc e incrementa la concentración de HDLc (Kamboh y Zhu, 2013), los polifenoles del té verde reducen la grasa subcutánea y abdominal, la concentración sérica de triglicéridos, colesterol total y de LDLc (Huang *et al.*, 2013). Sin embargo, la información respecto a la acción de flavonoides del maíz morado sobre el metabolismo lipídico de pollos parrilleros y efecto anti aterosclerótico es muy escasa. Sin embargo se ha planteado en función de los efectos benéficos atribuidos a las antocianinas que estos bioactivos podrían incidir favorablemente en la producción avícola (Changxing *et al.*, 2018).

Finalmente, debido a la deposición de grasa abdominal; los pollos parrilleros son considerados “obesos” en relación a líneas salvajes o las destinadas a la producción de huevos, siendo un valioso, aunque sub utilizado modelo del metabolismo de lípidos (Huang *et al.*, 2013); (Ji *et al.*, 2014) y para estudios de aterosclerosis, cuyos resultados, al menos parcialmente, serían de utilidad al extrapolarse a humanos (Ayala, *et al.*, 2005) A partir de estos antecedentes, se plantea la hipótesis de que la suplementación con un extracto de maíz morado, como fuente de flavonoides, en la dieta de pollos parrilleros determina una acción anti adipogénico y anti aterosclerótica sin afectación del desempeño productivo de las aves.

III. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pretende valorar la adición de tres niveles de un extracto de maíz morado (EMM), como fuente de flavonoides, sobre la deposición de grasa abdominal, perfil lipídico, glicemia y formación de ateromas en pollos parrilleros.

La deposición de grasa abdominal en pollos parrilleros se relaciona con elevados niveles de triglicéridos y LDLc, y predispone a la formación de ateromas y mortalidad de las aves. Se ha reportado que polifenoles como las antocianinas tienen efectos hipolemiantes. En este sentido, el extracto de maíz morado (EMM) es fuente de antocianinas. Sin embargo, la información respecto al efecto anti adipogénico del extracto de maíz morado en pollos parrilleros es muy escasa.

Al no disponerse de suficiente información al respecto, y porque estas variables inciden en la mortalidad del pollo parrillero y la calidad del producto final, afectando la economía del productor y la calidad en la dieta humana, el presente estudio se justifica, ya que la carne de pollo es la principal fuente de grasas y ácidos grasos saturados en la dieta humana (Milićević *et al.*, 2014), estos se asocian con riesgo de Enfermedades Cardiovasculares (ECV) (Torrejón y Uauy, 2011), que son la principal causa de mortalidad en la población (Milićević *et al.*, 2014). Así, además de los potenciales beneficios para el productor, se espera que al suplementar con un EMM el consumidor disponga de un producto con menor tenor de grasa. Respecto a las dosis empleadas en el presente estudio tratan de evaluar la esteatosis hepática en aves, en este sentido se ha informado que en roedores el uso de polifenoles como resveratrol, en un rango de 0,04% en la dieta (estimado en 24 mg/kg/día) hasta 400 mg/kg/día (Aguirre *et al.*, 2014) mientras que en avicultura se a informado de la efectividad del uso de flavonoides al suplementarlo en niveles de 0,05%-0,2% (Kamboh *et al.*, 2019).

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo General:

- Evaluar el efecto anti adipogénico, anti aterosclerótico y el comportamiento productivo, con 3 niveles de un extracto de maíz morado (*Zea mays*) como aditivo en la alimentación de pollos de engorde.

IV.2. Objetivos Específicos:

- ✓ Evaluar la deposición de grasa abdominal, y el comportamiento productivo de pollos parrilleros empleando 3 niveles de EMM.
- ✓ Valorar el perfil lipídico, (triglicéridos, colesterol total, LDLc, HDLc) y concentración de glucosa en el suero de pollos parrilleros.
- ✓ Evaluar la deposición de extracto etéreo en el tejido muscular, la formación de ateroma y esteatosis hepática

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La deposición de grasa abdominal en pollos parrilleros se relaciona con elevados niveles de triglicéridos y LDLc, y predispone a la formación de ateromas y mortalidad de las aves, por lo que se pretende añadir un extracto de maíz morado que contiene antocianinas que reducen exceso de grasa abdominal y enfermedades cardiovasculares que afectan el desempeño productivo de las aves, el rendimiento a la canal y sobre todo en la aceptación del consumidor ya que el pollo es una de las principales fuentes de alimento.

VI. HIPOTESIS:

La suplementación de un extracto de maíz morado en la ración reduce la deposición de grasa abdominal, mejora el perfil lipídico (efecto anti adipogénico), reduce los niveles de glicemia y atenúa la formación de ateromas (efecto anti aterosclerótico) en pollos parrilleros.

VII. MARCO REFERENCIAL

VII.1 Maíz Morado

El maíz morado de la variedad *Zea mays L* es originario de Latinoamérica, principalmente de México, Perú y Bolivia. La evaluación proximal de los granos del maíz morado reportan una humedad de 12,20-12,70%; cenizas entre 1,80 -1,90%, grasa de 4,0 hasta 4,3%; carbohidratos, entre 71,60 y 72,40% y proteína entre 9,30 y 10,10% (Quispe, *et al.*,2011). La coloración característica en la semilla (granos) y la tuza (coronta) del maíz morado se debe la presencia de antocianinas pigmentos hidrosolubles pertenecientes al grupo de los flavonoides; (Guillén-Sánchez, *et al.*,2014; Quispe *et al.*, 2011; Ramos-Escudero, *et al.*,2012) presentes en concentraciones de 1.5–6.0%, los cuales se constituyen por presentar características antioxidantes y anticancerígenas adicionalmente mejora la circulación sanguínea y regula la presión arterial (Paucar, 2011). Anexo 1.

VII.2 Flavonoides

En términos generales, los flavonoides son moléculas que tienen dos anillos bencénicos unidos a través de una cadena de tres átomos de carbono, y se clasifican en función de las variaciones en su estructura molecular, los principales grupos de flavonoides son las flavonas, flavanonas, catequinas y antocianinas (Nijveldt, *et al.* 2001).

El perfil de antocianinas de un extracto de maíz morado se describe en la tabla 1.

Tabla 1. **Perfil de antocianinas de un extracto de maíz morado** (Escribano-Bailón, *et al.*, 2004).

Tabla 1: Antocianinas	%
Dímeros	1.8
Cianidina 3-glucósido	54.3
Pelargonidina 3-glucósido	6.1
Peonidina 3-glucósido	14.7
Cianidina -3-(6''-malonilglucósido)	11.6
Pelargonidina -3-(6''malonilglucósido)	3
Peonidina -3-(6''malonilglucósido)	5.5
Cianidina -3-(6'' etilmalonilglucósido)	2.6
Pelargonidina -3-(6''etilmalonilglucósido)	0.2
Peonidina -3-(6''etilmalonilglucósido)	0.1

VII.4 Grasa Abdominal y Aterosclerosis en Pollos Parrilleros

Según (Navidshad *et al.*, 2010). En pollos parrilleros, altos niveles de glucosa se asocian con incremento de grasa abdominal, que a su vez se correlaciona positivamente con la concentración sérica de triacilgliceroles, colesterol total y lipoproteínas de baja densidad (LDL colesterol) y negativamente con la concentración de lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol).

Por otra parte, el proceso de selección genética ocasiona que las líneas de pollos parrilleros exhiban una acumulación de grasa abdominal, más del 85% de la cual no cumple un requerimiento fisiológico (Fouad y El-Senousey, 2014). La deposición de grasa abdominal, asociada con el rápido crecimiento, repercute en una sobrecarga de trabajo para determinados órganos y sistemas, ocasionando mortalidad debido a enfermedades cardiovasculares como aterosclerosis. La severidad de las lesiones en la aterosclerosis son inducidas, entre otros factores, por hiperlipidemia e hipercolesterolemia (Julian, 2005).

VII.5 Aterosclerosis

La aterosclerosis es una enfermedad clínica causada por el engrosamiento de la pared arterial como resultado de materiales grasos, colesterol, macrófagos y productos de desecho celular y otras sustancias, cuyo crecimiento puede reducir significativamente el flujo sanguíneo en la arteria afectada (Li *et al.*, 2011). En la enfermedad cardiovascular arteriosclerótica participan una serie de factores moleculares, genéticos, medioambientales. Las concentraciones plasmáticas elevadas de lipoproteínas de baja densidad son un factor de riesgo para el desarrollo prematuro de la aterosclerosis y cardiopatía isquémica. Las lipoproteínas de baja densidad oxidadas por los radicales libres intervienen en prácticamente todas las etapas del proceso de formación de la placa de ateroma (García *et al.*, 2007).

En aves, se han reportado lesiones ateroscleróticas principalmente en la aorta, en pollos parrilleros, también se han observado en los vasos coronarios del ventrículo izquierdo, afectando principalmente la túnica íntima de las arterias y desarrollándose, en pollos parrilleros, a partir de la cuarta semana de edad. Estas placas inicialmente están formadas de colágeno y tejido conectivo (Julian, 2005).

VII.6 Sustancias Bioactivas

“Son componentes de los alimentos que influyen en la actividad celular y en los mecanismos fisiológicos y con efectos beneficiosos para la salud.” (Moreno, 2013). Aunque no se las consideran sustancias esenciales, ya que no se requieren para el metabolismo, son indispensables para la salud (Palencia, 2002).

VII.7 Efectos de Bioactivo Sobre la Obesidad:

La obesidad es un trastorno metabólico crónico persistente, que resulta de un desequilibrio entre energía ingesta y gasto (Balaji *et al*, 2015), caracterizada por un aumento de la masa grasa y, por lo tanto, del peso corporal, es causada por la interacción de varios factores: genéticos, dietéticos y condiciones ambientales, los cuales favorecen un balance positivo de energía que conlleva un aumento de masa y grasa mantenido en el tiempo (Moreno, 2013).

El exceso y los alimentos no utilizados se convierten en componentes lipídicos, principalmente cédidos, y se almacena en hígado, tejido adiposo y otros tejidos. Los individuos obesos son más propensos a desarrollar diabetes, enfermedades cardiovasculares enfermedades, hipertensión, Síndrome Metabólico, osteoartritis, infertilidad, incontinencia urinaria, y ciertos tipos de cáncer. Según el posible modo de acción para combatir la obesidad, los fito constituyentes se clasifican en seis tipos principales: 1. Inhibidores de lipasa, 2. Supresores del apetito, 3. Reguladores del gasto energético (termogénesis), 4. Reguladores del metabolismo lipídico, 5. Reguladores de diferenciación de adipocitos, 6. Otros: En lipasa sensible a hormonas (HSL) (movilización de grasas almacenadas). (Balaji *et al*, 2015).

VII.8 Aterosclerosis en Pollos

La aterosclerosis es una enfermedad determinada por placas irregulares que se encuentran en la íntima de arterias de grande y mediano calibre (Hernández, 2016), es un proceso inflamatorio crónico que afecta a las arterias de diferentes lechos vasculares y que se caracteriza por el engrosamiento de la capa íntima y media con pérdida de la elasticidad de la misma, su lesión básica es la placa de ateroma compuesta fundamentalmente de lípidos, tejido fibroso y células inflamatorias (Lahoz y Mostaza , 2017)

Las arterias alteradas pueden bloquear el flujo sanguíneo, por disminución de su diámetro, permitiendo el estacionamiento de trombos o coágulos, que pueden resultar en infartos

del músculo cardíaco o derrames cerebrales. Pero también la trombosis se asocia con ruptura o erosión de las placas arterioescleróticas (Puentes, 2015).

El primer evento de una lesión aterosclerótica es la acumulación de LDL en la matriz subendotelial. Continuando con la oxidación de lípidos en la pared vascular, luego ocurre una inflamación, formación de células espumosas y placas fibrosas. Una vez que se daña la pared interna de una arteria, los glóbulos y otras sustancias, generalmente, se aglomeran en el lugar de la lesión y se acumulan en el recubrimiento interno de la arteria; con el tiempo, los depósitos de grasa (placas) hechos de colesterol y otros productos celulares también se acumulan en el lugar de la lesión y se endurecen, lo que hace que se estrechen las arterias. Por esto, los órganos y tejidos conectados a las arterias bloqueadas no reciben suficiente sangre para funcionar correctamente. También es posible que partes de los depósitos de grasa se desprendan e ingresen al torrente sanguíneo (Lahoz y Mostaza, 2017).

VII.9 Factores Asociados con el Desarrollo de las Placas de Ateromas

Existen varios factores que contribuyen al desarrollo de la formación de la placa de ateroma que son: colesterol plasmático, HDL-colesterol disminuido, hipertensión arterial (HTA), diabetes; además existen otros factores no modificables como la edad, sexo, en el caso de otros animales influye sus antecesores con cardiopatía isquémica. El HDL ayuda a eliminar el colesterol de la sangre, lo que evita la acumulación de grasa y la formación de placa en los vasos sanguíneos, mientras que el LDL Puede contribuir a la formación de placa que se acumula en las arterias, lo que se conoce como aterosclerosis (Jano, 2012). La relación del índice HDL y LDL muestra si los niveles de HDL o colesterol bueno son suficientes para "manejar" la carga total de colesterol y directamente y señala la concentración de LDL y VLDL, esto es útil cuando el HDL parece ser el adecuado pero el colesterol total está muy alto (Quesado, 2018).

En humanos, las dislipidemias están dadas por:

- Alta concentración de colesterol total en sangre (mayor a 200 mg/dl).
- Alta concentración de colesterol LDL en sangre (mayor a 100 mg /dl).
- Alta concentración de triglicéridos en sangre (mayor a 150 mg/dl).
- HDL mayor a 35 mg/dL (menos de esta cantidad aumenta el riesgo de desarrolle una enfermedad cardíaca)

Si estos valores alterados de lípidos en sangre se mantienen en el tiempo puede derivar en la formación de placas de ateromas, con todas las consecuencias que esto implica (Cascales, 2010).

Las placas de ateromas se suelen formar en arterias de mediano y gran calibre. Suelen producirse donde hay ramificaciones ya que producen un cambio de flujo; un sitio muy característico de formación de placas es el cayado de la aorta ya que posee bifurcaciones, también se forman muchos ateromas en la porción interna de la pared media de la arteria. Según aumente el grosor se produce rotura de capas, sobre todo de la capa media, estas roturas ponen en contacto esa capa con la sangre, iniciándose el proceso de la coagulación, formándose lo que se denomina trombos murales, que es la mezcla de un trombo de coagulación con el tejido graso (Cascales, 2010).

VII.10 Hígado Graso

Los ácidos grasos libres (FFA) circulantes, derivan principalmente de la lipólisis del tejido adiposo y son el principal sustrato de combustible para todos los tejidos, excepto el cerebro. Sin embargo, en humanos representa la principal fuente de grasa hepática y están involucrados en la patogenia de diferentes trastornos metabólicos asociados con la resistencia a la insulina (Petta *et al*, 2016)

Los ácidos grasos libres (FFA) plasmáticos se reabsorben en diversos órganos donde, si no se oxidan, se acumulan bajo la forma de triglicéridos dentro de las gotitas de lípidos intra citoplasmáticos y algunos lípidos Los intermedios, como los diacilgliceroles (DAG), promueven la lipotoxicidad celular y la mitocondria. Mientras que Los FFA hepáticos se pueden exportar como lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), que puede contribuir a los triglicéridos de alta circulación y a las lipoproteínas de baja densidad (LDL), reducido alto lipoproteínas de densidad (HDL) y un mayor riesgo de aterosclerosis (Petta *et al*, 2016)

La enfermedad del hígado graso no alcohólico (EHGNA) es secundaria a la acumulación de grasa, principalmente triglicéridos (TG), en los hepatocitos, y se pueden presentar lesiones de esteatosis hepática simple (EH), esteatosis con inflamación (esteato hepatitis, EHNA), cirrosis y carcinoma hepatocelular (CHC) (Martín *et al*, 2013).

EH son característicos en la población obesa y en los pacientes con DM-2 (16). Asociado con resistencia periférica a la insulina e intolerancia a la glucosa. La dislipemia, en

especial la hipertrigliceridemia, también con esteatosis. Sin embargo, la EHGNA también puede ocurrir en sujetos con peso normal y constituir en estos un factor de riesgo cardiovascular independiente. El mecanismo patogénico de la EHGNA se asocia con la resistencia a la insulina. La disminución en la capacidad celular de responder a la acción de la insulina produce una hiperinsulinemia compensatoria. En el tejido adiposo actúa sobre la lipasa sensible a hormonas (LSH) favoreciendo la lipólisis con la consecuente liberación de ácidos grasos libres (AGL) al hígado. En el músculo esquelético disminuye la absorción de glucosa, mientras que en el hepatocito la hiperinsulinemia aumenta la gluconeogénesis, disminuye la glucogenosíntesis y aumenta la captación de los AGL, altera el transporte de triglicéridos como VLDL e inhibe su beta-oxidación. Estas alteraciones en el metabolismo de las grasas son la base de la aparición de esteatosis hepática (Martín *et al.*, 2013).

En pollos de engorde, el sistema linfático es rudimentario por lo tanto el hígado es el primer órgano expuesto a los ácidos grasos dietarios (Julián, 2005). Adicionalmente este órgano sintetiza el 95% de los ácidos grasos, que son depositados en el tejido adiposo y el hígado (Huang *et al.*, 2013).

Por otra parte, temperaturas elevadas se asocian con la presencia de hígado graso por factores hormonales y estrés oxidativo (Akbarian *et al.*, 2016). Estos aspectos predisponen al pollo de engorde a esteatosis hepática.

VIII. METODOLOGÍA

VIII.1. Métodos a Utilizar

- **Tipo de estudio:**

Estudio experimental, se evaluó la inclusión de tres niveles de un extracto de maíz morado con dosis de 0,05%; 0,15% y 0,75% de EMM sobre parámetros lipídicos (perfil lipídico sanguíneo, proporción de grasa abdominal), glicemia, esteatosis hepática, formación de ateromas y parámetros productivos de pollos parrilleros de la línea Cobb 500.

- **Ubicación:**

Se desarrolló en las instalaciones avícolas y laboratorios Agropecuarios de la Universidad Técnica de Manabí.

El experimento constó de las siguientes etapas:

- 1) Crianza de las aves y evaluación de desempeño productivo *in vivo*.
- 2) Sacrificio y evaluación de parámetros productivos *post mortem*, grasa abdominal y evaluación de la formación de ateromas.
- 3) Análisis de laboratorio (perfil lipídico sanguíneo, glicemia, evaluación de esteatosis hepática, formación de ateroma, y concentración de extracto etéreo en muslo de las aves).

- **Duración:**

La investigación tuvo una duración aproximada de 343 días, distribuidos del siguiente modo:

Tabla 2: Etapas del proyecto	Días
Adquisición de materiales, equipos e insumos	21
Crianza de las aves	56
Análisis de laboratorio	56
Tabulación de datos	14
Redacción del informe final	84
Sustentación de Tesis/Publicación de resultados	112
Total días	343

- **Instalaciones y Equipamientos Utilizados:**

Las aves se alojaron en un galpón convencional de piso de tierra de 9 metros de ancho por 30 metros de largo, en el cual se hizo un ruedo con 4 planchas metálicas y malla metálicas colocando de 10-15 cm de viruta como cama. El galpón se acondicionó con dos ventiladores, y se instalaron 2 focos infrarrojos dentro del ruedo donde se hizo un toldo con lona hasta los 14 días de edad se les proporcionó calor (aproximadamente 32° C) utilizando una criadora a gas. Durante los primeros 14 días se utilizaron comederos bb, que fueron sustituidos por comederos tubulares metálicos durante el resto de la investigación y bebederos manuales de 4 litros de capacidad

Aves y manejo en general:

Se emplearon 200 pollos de la línea Cobb 500, mixtos (machos y hembras) de un día de edad, con un peso de 44,2g ± 2,16g, adquiridos en el comercio local. Las aves se vacunaron contra Gumboro (7 días), Newcastle (9 días) y Bronquitis (11 días de edad). Se suministró agua y alimento *ad libitum* durante todo el periodo de crianza (desde el día 1 hasta el día 56). Se proporcionó 23 horas de luz y una hora de oscuridad.

- **Raciones:**

En la etapa experimental se utilizó el alimento balanceado acabado, al cual se le incluyo tres niveles de extracto de maíz morado, 0.05%, 0.15%, 0.75%. Para la formulación de las raciones se consideraron los valores nutricionales de los insumos y los requerimientos nutricionales de las aves. Tabla 3.

Tabla 3: Composición del alimento balanceado	KG	%
Maíz Nacional	623,3	62,33
Polvillo De Arroz	50,0	5,00
Aceite Palma	40,0	4,00
Zeolita	0,0	0,00
Hna.Pescado 60/9/20	0,0	0,00
CALCITA MINERAL (Caco3)	20,0	2,00
Fosfato Mono-Bicalcico	6,0	0,60
Hna. Soja 48	250,0	25,00
DI-Metionina 99	1,7	0,17
Premezcla Vitam.	2,0	0,20
Cloruro Sodico	2,0	0,20
Antifungico	2,0	0,20
L-Lisina Hcl (78)	2,8	0,28
Fitasa	0,2	0,02

Tratamientos:

A partir de los 28 días de edad, las aves se distribuyeron aleatoriamente en cuarteles (10 aves/m²) de acuerdo al tratamiento asignado, estos se definieron en función a la adición del EMM en diferentes dosis 0%, 0,05%, 0,15% y 0,75%, en función de antecedentes descritos en la prevención de esteatosis hepática en roedores (Aguirre *et al.*, 2014) y niveles de flavonoides utilizados en avicultura (Kamboh *et al.*, 2019). Cada tratamiento constó de cinco repeticiones, con diez aves por repetición, es decir 50 aves por tratamiento.

Los tratamientos utilizados fueron:

1. Tratamiento 1 (Testigo). Inclusión del EMM (extracto de maíz morado): 0%.
2. Tratamiento 2. Inclusión del EMM (extracto de maíz morado): 0,05%
3. Tratamiento 3. Inclusión del EMM (extracto de maíz morado): 0.15%
4. Tratamiento 4. Inclusión del EMM (extracto de maíz morado): 0.75%

Las dietas fueron isocalóricas e isoproteicas y la composición se basó en maíz y soya.

El extracto de maíz morado se adquirió a Globe Natural Internacional, Alameda San Marcos N° 1455-Lima. Perú

VIII.2. Evaluación del Desempeño Productivo *In Vivo*.

- **Peso de las aves.** Se registró al momento de iniciar el experimento y semanalmente, utilizando una balanza. Se utilizó una balanza digital de 5kg±1.0g, marca CAMRY modelo EK5055. La ganancia semanal de peso de aves, machos y hembras se estimó mediante la diferencia de peso observada entre semanas de 10 aves macho y 10 hembras por tratamiento.
- **Consumo de alimento.** El cálculo del alimento consumido se realizó diariamente, al restar la cantidad de alimento sobrante del suministrado a las aves.
- **Conversión alimenticia.** Se estimó en función del consumo de alimento y la ganancia de peso de las aves (grupo mixto) en los distintos tratamientos.
- **Índice de mortalidad:** Se obtuvo al registrar el número de aves muertas por repetición y tratamiento.
- **Sacrificio de las aves:**

A los 56 días de edad, y posterior a un ayuno nocturno de 12 horas, se sacrificaron 2 aves macho por repetición (10 aves por tratamiento) mediante exanguinación. Se evitó el maltrato y sufrimiento innecesario., Luego de se extrajo una muestra de sangre de

aproximadamente 5 ml de cada ave y se depositó en tubos sin anticoagulante a fin de realizar la pruebas bioquímicas

- **Análisis histológico:**

Por cada repetición (5 por tratamiento) se retiró una porción de 0.5 cm de longitud del cayado aórtico de cada muestra se registró el grosor de la pared aórtica (μm) y a partir de ello se obtuvo una media. Así mismo se obtuvo 5 muestras de tejido cardíaco y 8 muestras de tejido hepático en el que se buscó infiltración grasa. Las muestras se prepararon acorde a los protocolos correspondientes (Sanchez-Polo *et al.*, 2011), utilizando un microscopio marca OPTICA, B383PLi, con una cámara digital, software Amscope.

VIII.3. Evaluación del Comportamiento Productivo *Post Mortem*

- **Rendimiento a la canal:** Se registró el peso de las aves en una balanza digital de $5\text{kg}\pm 1.0\text{g}$, marca CAMRY modelo EK5055 antes del sacrificio (peso vivo) y posterior al mismo, descartando vísceras, cabeza y plumaje (peso de la canal), la diferencia entre estos valores se consideró como el rendimiento a la canal y se expresó en porcentaje.
- **Registro del peso de la grasa visceral, corazón e hígado.** La grasa visceral y de los órganos mencionados se retiró y se pesó en una Balanza Tscale Gramera (Modelo: LB1000 Cap. 1000gr. X 0,1gr., como se indicó previamente (Crespo, 2000). Se determinó la proporción de ésta en relación al peso vivo.

VIII.3.1 Análisis de laboratorio:

- **Bioquímica sanguínea.**
- La concentración sérica de triacilglicerol, colesterol total, lipoproteínas de alta densidad (HDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y glicemia se determinó acorde a lo señalado por (Navidshad *et al.*, 2010). El suero se obtuvo utilizando una centrífuga de marca CLAY ADAMS, modelo 420225 a 3000 rpm por 15 minutos para posteriormente procesarse en un espectrofotómetro: Analizador semi automático de Bioquímica PKL PPC 115 empleando micropipetas accumax FA (5-10-20-50 UL); micropipetas accumax VA (300-600 UL).

VIII.4 Análisis Estadístico:

Los datos se representaron como promedios \pm Desviación estándar (D.E). La distribución normal de los datos y la homogeneidad de varianza se analizaron con las pruebas de Ryan-Joiner (similar a Shapiro-Wilk) y Levene, respectivamente. Se recurrió a la transformación logarítmica de datos cuando no se cumplieron los supuestos estadísticos necesarios para analizar el análisis de varianza (ANOVA) de una vía (Diseño Completamente al Azar, DCA). Las diferencias entre medias se calcularon utilizando el test de comparación múltiple de Tukey. Cuando no se cumplieron los supuestos estadísticos después de realizar la transformación logarítmica de los datos, se recurrió a la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. En todos los casos el nivel de diferencias estadísticas se preestableció en un valor $p < 0.05$. El análisis estadístico se efectuó utilizando los paquetes estadísticos Minitab y con el programa estadístico Compawin .201 test comparación de proporciones múltiples (Versión 16, State College, PA; USA) y GrahPad Prism 6, La Jolla, USA.

VIII.5 Materiales, Equipos, Insumos y Reactivos

Materiales

- Pollos
- Bebederos
- Criadora
- Tachos multiusos (2 unidades)
- Tinas grandes
- Tacho basura
- válvula de gas
- 6 Metros de manguera
- Boquillas (2 unidades)
- 80 Metros de lona
- Ventiladores (2 unidades)
- Bombas manuales (2 unidades)
- Vitrina
- 15 Metros de Cable
- Agujón
- Frascos Recolectores de orina (170 unidades)
- Bomba de baño
- 10 metros de cable 2x12 piat
- Jeringuillas de insulina
- Hielera
- Tubos Vacutainer (50 unidades)
- Amarra Plástica 12cm x 2.5mm
- Malla Antipajaro 1.90 x 21 x 21 (100m)
- Manguera IND. 5/16" Anaranjada 300 PSI (10m)
- Manguera Transp. 1/4" (50m)
- Malla Eléctrica 2" x 1" x 76cm 30m IDEAL (2 unidades: 60m)
- Pila Tekn
- 1 Carpa PAR
- Enchufe Cooper 3 patas 220v (2 unidades)
- Enchufe Cooper 2 patas amarillo (3 unidades)
- Cable I 2x12 (10m)
- Foco Infrarrojo 250w E27 110V (3 unidades)

- 1 Cinta Aislante 3m 20Y negra temfle
- Cable I.Triplex 3x6 (170m)
- 1 Pila Energ. ALK. 3AAA peq.
- 1 Disco Cortante
- 1 Rollo de Algodón 500gr
- 1 Alcohol 1 LT.
- Hoja de Bisturí caja x100 (1 caja)
- Jeringa Luer Lock 5cc 22 Gx1
- Media Luna de Plástico de 25 c (7 unidades)
- Guante de Examinación Medium X (1 caja)
- Tubo Ensayo 80 mm 16x100 CAJA x20
- Punta P/Pipeta Amarilla y Azul FDAX (2 funda)
- 1 Lavavajillas
- Tarros de Pintura (2 unidades: Rojo y Blanco)
- Planchas metálicas (4 unidades)

Equipos

- Analizador semi automático de Bioquímica: PKL PPC 115
- Higrotermómetro
- Gradilla plástica (2 unidades)
- Centrífuga
- Porta Pipetas
- Micropipeta accumax VA-300 VOL UL
- Micropipeta accumax VA -600 VOL UL (2 unidades)
- Micropipeta accumax FA-5 VOL 5 UL
- Micropipeta accumax FA -10 VOL 10 UL
- Micropipeta accumax FA-20 VOL 20 UL
- Micropipeta accumax FA-50 VOL 50 UL
- 1 Balanza Tscale Gramera (Modelo: LB1000 Cap. 1000gr. X 0,1gr. Y 1 Balanza p (normal).
- Detergentes

Insumos

- Alimento balanceado “Robusto”
- Extracto de Maíz Morado

Reactivos

- Formol
- Colesterol HDL Directo Laboratorio Biotécnica
- Colesterol LDL
- Glucosa (2 reactivos)
- Triglicéridos (2 reactivos)
- Colesterol

IX. RESULTADOS

IX.1 Parámetros Productivos

Cumplidos los 28 días de edad, las aves se separaron aleatoriamente en los tratamientos: EMM: 0%; EMM: 0,05%; EMM: 0,15%; EMM: 0,75%, cada tratamiento constó de 5 repeticiones, y estas de diez unidades experimentales. En la tabla 4 se observa el consumo de alimento, peso y conversión alimenticia de las aves, hembras y machos, mientras que la mortalidad registrada no mostro diferencias significativa entre los tratamientos suplementado con EMM y el grupo control, ya que estos llegaron a registra una mortalidad de 7 animales en el experimento al día 56.

Días	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
35	1890± 55.95 (ab)	1808± 113.3 (b)	1983 ± 54.52 (a)	1907 ± 87.24 (ab)	0,029
42	2496 ± 106.5 (a)	2486 ± 120.4 (a)	2565 ± 78.27 (a)	2485 ± 83.89 (a)	0,53
49	2965 ± 149.3 (a)	3011± 145.2 (a)	3128± 77.05 (a)	3018 ± 156.9 (a)	0,314
56	3230± 189.2 (b)	3392± 158 (ab)	3475 ± 102.5 (ab)	3497 ± 118.4 (a)	0,042

Los valores representan la media ± D.E de 10 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos (hembras y machos) (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado; 0,05%, 0,15% y 0,75%: proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

Tabla 5: Consumo de alimento grupo mixto, fase experimental					
Días	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
35	1237± 42.13 (b)	1135± 71.45 (c)	1369 ± 38.84 (a)	1285 ± 51.42 (ab)	0,0001
42	1468± 68.47 (a)	1443 ± 23.03 (a)	1497 ± 104.6 (a)	1614± 144.4 (a)	0,056
49	1535 ± 146.4 (a)	1598± 157.1 (a)	1654± 226 (a)	1642± 171.9 (a)	0,77
56	1403± 173 (a)	1401± 182.3 (a)	1457 ± 169.4 (a)	1509 ± 181.7 (a)	0,79

Los valores representan la media ± D.E. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al consumo de alimento (hembras y machos) (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado; 0,05%, 0,15% y 0,75%: proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

Tabla 6: Conversión alimenticia grupo mixto, fase experimental.					
Días	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
35	1.55± 0.07 (a)	1.57± 0.12 (a)	1.55± 0.05 (a)	1.57±0.09 (a)	0,97
42	1.77± 0.09 (a)	1.72 ± 0.09 (a)	1.79 ±0.08 (a)	1.87± 0.08 (a)	0,12
49	2.03 ± 0.11 (a)	1.95± 0.09 (a)	1.99± 0.11 (a)	2.06± 0.12 (a)	0,42
56	2.26± 0.11 (a)	2.14± 0.06 (a)	2.2 ± 0.08 (a)	2.21 ± 0.13 (a)	0,30

Los valores representan la media ± D.E. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia a conversión alimenticia (hembras y machos) (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado; 0,05%, 0,15% y 0,75%: proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

El peso de las aves aprecia en la tabla 7. Como allí se describe el peso de T3 fue mayor en el día 35 ($p=0.026$), tendió a ser mayor a los tratamientos restantes en el día 49 ($p=0.076$) y junto a T4 mostraron mayor peso al final del experimento (día 56 $p=0.045$)

Tabla 7 : Peso de las aves (macho), fase experimental					
Días	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
28	1322,5 ± 94,2 (a)	1272,8 ± 170 (a)	1400,1 ± 166,0 (a)	1395,6 ± 104,5 (a)	0,135
35	1938,0 ± 102,5 (a)	1906,0 ± 123,7 (a)	2045,5 ± 91,5 (b)	1972,0 ± 83,7 (a)	0,026
42	2712,2 ± 208,5 (a)	2574,0 ± 388,0 (a)	2745,9 ± 147,1 (a)	2677,5 ± 162,3 (a)	0,858
49	3241,8 ± 260,5 (a)	3289,4 ± 188,7 (a)	3477,7 ± 180,3 (a)	3269,1 ± 221,5 (a)	0,076
56	3393,4 ± 288,8 (a)	3549,0 ± 375,0 (a)	3739,1 ± 287,6 (b)	3742,1 ± 228,6 (b)	0,045

Los valores representan la media ± D.E de 10 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos ($P: \leq 0,05$). EMM, Extracto de Maíz Morado. T1 0% EMM; T2 0,05 % EMM; T3 0,15 % EMM; T4 0,75 % EMM: Proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

IX.2 Sacrificio y Evaluación de Parámetros Productivos *Post Mortem*, Grasa Abdominal y Evaluación de la Formación de Ateromas

Los valores de los parámetros productivos *post-mortem* y peso son representados en el tabla 8. Se observa que el peso de la canal, el peso relativo del hígado y grasa abdominal son similares entre tratamientos; aunque el peso relativo del corazón no fue diferente entre tratamientos, tendió a incrementarse al aumentar la dosis de EMM en el alimento (p: 0,0769).

	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
Peso Canal (G)	2704 ± 237,1	2758 ± 292,3	2869 ± 225,5	2904 ± 171,5	0,211
Rendimiento Canal (%)	78,68 ± 2,082	77,71 ± 1,504	76,74 ± 1,728	77,62 ± 1,104	0,101
P. Relativo Hígado/P. Vivo (%)	1,476 ± 0,69	1,470 ± 0,208	1,365 ± 0,185	1,482 ± 0,239	0,533
P. Relativo Corazón /P. Vivo (G)	0,302 ± 0,024	0,322 ± 0,044	0,330 ± 0,043	0,348 ± 0,32	0,076
P. Relativo Grasa Abdominal/P. Vivo (G)	2,400 ± 0,527	2,676 ± 0,511	2,518 ± 0,540	2,600 ± 0,933	0,819

Los valores representan la media ± D.E de 10 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado. T1 0% EMM; T2 0,05 % EMM; T3 0,15 % EMM; T4 0,75 % EMM: Proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

IX.3 Perfil Lipídico Sanguíneo y Glicemia.

En la tabla 9. Se muestran los resultados obtenidos de la bioquímica sanguínea en cuanto a Glucosa, Triglicérido, Colesterol Total, LDL, HDL, los que no presentaron diferencias entre tratamientos. No obstante, el índice Colesterol Total/HDL es menor al incrementar la dosis de EMM (p: 0,02), mientras el índice LDL/HDL es mayor en el tratamiento control, en comparación con los tratamientos que recibieron EMM (p: 0,002), en tanto que el índice Triglicérido/HDL no fue afectado por la adición del EMM en el alimento (p: 0,137).

Tabla 9.					
Bioquímica Sanguínea					
	Control	EMM 0,05	EMM 0,15	EMM 0,75	P
Glucosa	203 ± 6,84 (203,7) (a)	202 ± 10,3 (203,0) (a)	191 ± 19,0 (201,7) (a)	193 ± 11,3 (196,2) (a)	0,120 (kw)
Triglicérido	33,13 ± 6,31 (a)	43,03 ± 15,63 (a)	32,65 ± 12,18 (a)	33,01 ± 4,51 (a)	0,104
Colesterol Total	104,0 ± 7,65 (a)	99,9 ± 10,6 (a)	105,0 ± 14,6 (a)	94,7 ± 15,8 (a)	0,279
LDL	36,28 ± 7,82	31,15 ± 4,91	34,21 ± 3,98	32,27 ± 4,96	0,202
HDL	57,3 ± 10,1 (a)	63,4 ± 8,55 (a)	67,9 ± 11,6 (a)	60,7 ± 10,5 (a)	0,816
Índice Colesterol Total/HDL	1,87 ± 0,446 (1,74) (a)	1,58 ± 0,110 (1,57) (b)	1,553 ± 0,105 (1,54) (b)	1,562 ± 0,086 (1,59) (b)	0,002 (kw)
Índice LDL/HDL	0,64 ± 0,12 (a)	0,50 ± 0,08 (b)	0,51 ± 0,08 (b)	0,53 ± 0,05 (b)	0,002
Triglicérido/HDL	0,509	0,598	0,465	0,551	0,137 kw

Los valores representan la media ± D.E de 10 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado. T1 0% EMM; T2 0,05 % EMM; T3 0,15 % EMM; T4 0,75 % EMM: Proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

IX.4 Análisis histopatológico

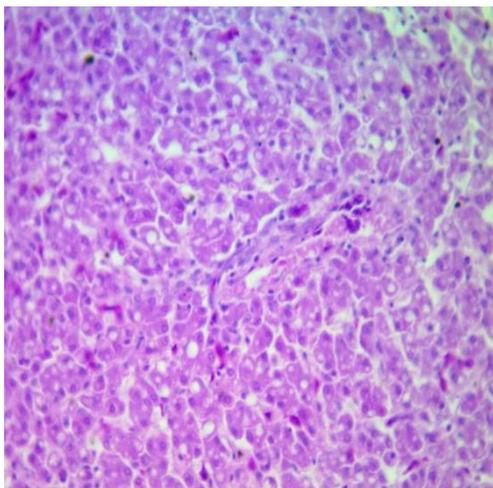
En la tabla 10 y 11 se expresan las alteraciones observadas por tratamientos en el hígado y cayado aórtico, respectivamente: las aves del tratamiento control presentan una proporción significativamente mayor de las alteraciones hepáticas en relación a los tratamientos EMM 0,15% EMM 0,75%, la proporción de las alteraciones hepáticas en el tratamiento EMM 0,05% no fue diferente a los del tratamiento control, EMM 0,15% EMM 0,75%. Por otra no se encontró diferencia en el grosor de la pared aórtica entre los tratamientos objetos de estudio (p: 0,635).

Tabla 10.						
Frecuencia De Esteatosis Hepática En Pollos Parrilleros						
TRA T	Casos de EH	Total de muestras	Proporción	Error	Varianza	Signif.
C	4	5	0,8	0,2	0,16	A
EMM 0.05%	2	5	0,4	0,34641016	0,24	Ab
EMM 0.15%	1	5	0,2	0,4	0,16	B
EMM 0.75%	0	5	0	0	0	B

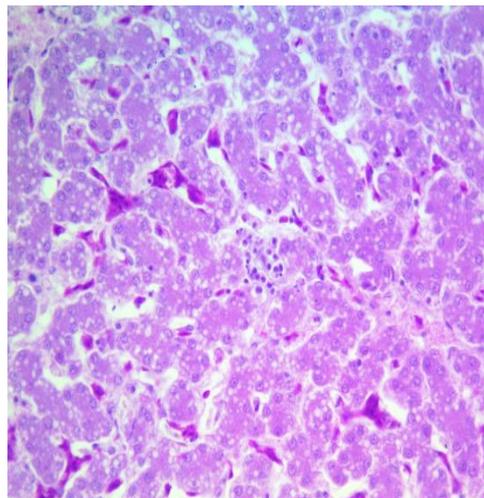
Los valores representan la media \pm D.E de 8 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos (P: $\leq 0,05$). EMM, Extracto de Maíz Morado. T1 0% EMM; T2 0,05 % EMM; T3 0,15 % EMM; T4 0,75 % EMM: Proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

Img.1: Tratamiento Control con Esteatosis severa y Disociación de Cordones Hepáticos, aumentada de tamaño 40x100; **Img.2:** Tratamiento con EMM 0,05% con Esteatosis y Disociación de Cordones Hepáticos, aumentada de tamaño 40x100; **Img.3:** Tratamiento con EMM 0,15% con Esteatosis en menor proporción y Disociación de Cordones Hepáticos, aumentada de tamaño 40x100; **Img.4:** Tratamiento con EMM 0,75% no presenta esteatosis aumentada de tamaño 40x100.

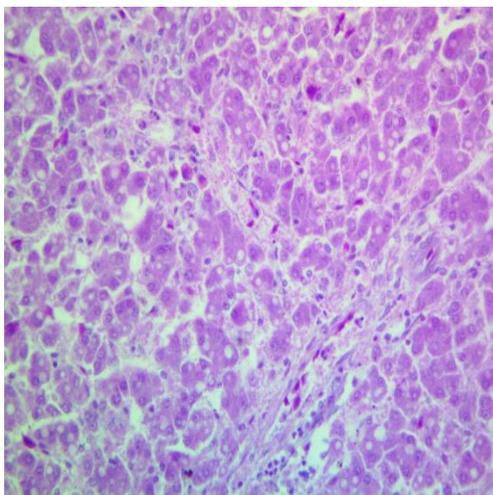
Img.1: T1R4I1



Img.2: T2R1I2



Img.3: T3R1I1



Img.4: T4R3I1

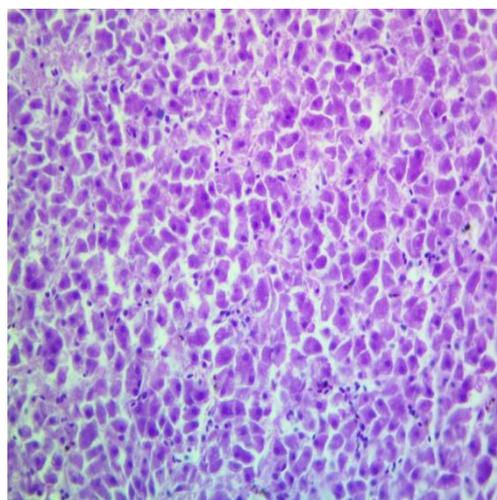


TABLA 11			
Grosor de la Pared Arterial (Cayado Aórtico)			
Tratamientos	N°	Media	Agrupación
EMM 0.0%	5	1100,3 ± 240,67	A
EMM 0.05%	5	1310,3± 148,03	A
EMM 0.15%	5	1410,3± 127,43	A
EMM 0.75%	5	1286,3± 190,11	A
Valor P		0.635	

Los valores representan la media ± D.E de 5 datos. Letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas en referencia al peso de los tratamientos (P: ≤0,05). EMM, Extracto de Maíz Morado. T1 0% EMM; T2 0,05 % EMM; T3 0,15 % EMM; T4 0,75 % EMM: Proporción del EMM adicionado al alimento balanceado.

En la tabla 12. Se muestran los resultados obtenidos del análisis bromatológico del contenido de extracto etéreo de muslo de pollo. En la cual se observa que T4 (EMM 0,75%), tuvo mayor proporción de extracto etéreo en el muslo, en comparación con los de los tratamientos T3 (EMM 0,15%), T2 (EMM 0,05%) y T1, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Anexo 2.

TABLA 12.			
Proporción De Extracto Etéreo En Muslo De Pollos Machos			
Tratamientos	N°	Media	Agrupación
EMM 0.75%	5	0.9460	A
EMM 0.0%	5	0.3600	B
EMM 0.15%	5	0.3520	B
EMM 0.05%	5	0.2580	B
Valor P		0.001	

Intervalos de confianza simultáneos de Tukey del 95%, Nivel de confianza individual = 98.87% y el valor P representan las diferencias significativas entre tratamientos (p≤0,05).

X. DISCUSIÓN

Rendimiento productivo *ante –mortem*

Diversos estudios han reportado efectos benéficos de los flavonoides en la producción animal, y en particular de las antocianinas sobre la salud y producción avícola (Kamboh *et al.*, 2015), (Changxing *et al.*, 2018). Así, en gallinas, la ingesta de polifenoles incrementa el consumo de alimento, debido a que estos componentes tienen propiedades estimulantes del apetito, antibacteriales y antioxidantes (Toalombo *et al.*, 2017), sin embargo, en el presente experimento el consumo de alimento no fue modificado por la suplementación con un EMM.

Por otra parte, la adición de 40, 80 y 160 mg de un extracto de arándanos/kg de alimento (Leusink *et al.*, 2010), 1% de polvo de té verde (Chen *et al.*, 2019) y la ingesta de 36,66 mg de antocianinas obtenidas de trigo morado/Kg de alimento (Stastnik *et al.*, 2016), no modificó el peso final y las características de la carcasa en pollos parrilleros, lo que concuerda parcialmente con los resultados de la presente investigación, al reportarse mayor del peso final pollos parrilleros macho suplementados con 0.15% y 0.75% de un EMM, en relación al grupo control no obstante la adición de un EMM no modificó las características de la canal. En contraste (Abu y Ibrahim., 2017), señalan que la inclusión de 10 g/kg y 20g de semillas de uva /kg de alimento de pollos parrilleros, mejoró el peso final y el rendimiento en canal de las aves en comparación al tratamiento control, atribuyendo dicho efecto a la acción benéfica de los polifenoles sobre la salud de las aves, sin embargo, la adición de 40 g/ Kg de semillas de uva tuvo un efecto negativo sobre estos parámetros-(Abu y Ibrahim., 2017).

Rendimiento productivo *post – mortem*

Similar a los resultados obtenidos en esta investigación, la adición de 1% de un EMM en el alimento no modificó el peso relativo de la grasa abdominal en ratas lactantes (Reyna *et al.*, 2018). Sin embargo, (Chen *et al.*, 2019), señalaron que la supplementation con 1% de polvo de té verde redujo la deposición de grasa abdominal en pollos parrilleros, lo que también se observó al suplementar con semillas de uva (Abu y y Ibrahim., 2017). Así mismo, (Ammueysit *et al.*, 2010) reportaron reducción de la grasa abdominal de pollos parrilleros, al incluir diversos niveles de maíz morado en sustitución de maíz amarillo. Se atribuye a las antocianinas la reducción de la deposición de grasa abdominal en pollos de engorde, al suprimir la síntesis de ácidos grasos y estimular la lipólisis y la oxidación de

grasas (Huang *et al.*, 2014), sin embargo en la presente investigación no se evidenció efecto del EMM sobre la deposición de grasa abdominal.

En la fase experimental, la temperatura fluctuó entre los 17° en horas de la *mañana* hasta 34°C en horas de la tarde, lo probablemente afectó el desempeño productivo de las aves, puesto que temperaturas superiores a 30°C, reducen del consumo de alimento, deprimen la inmunidad innata e incrementan las lesiones en el tejido gastrointestinal, lo que se relaciona con estrés oxidativo y alteraciones en el transporte de glucosa y lípidos, reduciendo la ganancia de peso (Quinteiro *et al.*, 2017). Ya que los polifenoles y particularmente los flavonoides incrementan la capacidad antioxidante en aves (Olteanu *et al.*, 2016), mejoran la función mitocondrial y con ello la síntesis de Trifosfato de Adenosina (ATP), previenen el daño de tejidos por acción de radicales libres (Akbarian *et al.*, 2016), protegen el tracto digestivo durante el estrés calórico e incrementan la absorción de nutrientes al mejorar la morfología de los enterocitos, su consumo impacta positivamente en la salud y producción avícola (Huang *et al.*, 2014) (Fiesel *et al.*, 2014) (Kamboh *et al.*, 2019). Ya que la zona termoneutral de las aves disminuye con el incremento de la edad (Aluwong *et al.*, 2017), esto probablemente explique por qué la suplementación con el EMM influyó sobre el peso de aves al día 56, pero no en individuos más jóvenes.

Puesto que los flavonoides inciden sobre la producción avícola, en función a su estructura molecular y la dosis empleada (Kamboh *et al.*, 2019), probablemente la cuantía de antocianinas adicionadas en los tratamientos en estudio, (22,05, 66.15 y 330.75 mg de antocianinas/kg de alimento) al suplementar con 0.05, 0.15 y 0.75 % de un EMM, la composición de estos bioactivos, la edad de las aves al momento de registrar el comportamiento productivo y factores ambientales como la temperatura, expliquen la divergencia entre estos resultados.

Debido a la deposición de grasa abdominal, los pollos parrilleros son considerados “obesos” en relación a las líneas salvajes y aves destinadas a la producción de huevos, siendo un valioso aunque sub utilizado modelo del metabolismo de lípidos (Huang *et al.*, 2013; Ji *et al.* 2014), y para estudios de esteatosis hepática (Hermier, 1997), y aterosclerosis (Ayala *et al.*, 2005).

Análisis Bioquímico

Los polifenoles tienen el potencial de regular la concentración de lípidos de la sangre (Huang 2014) y los niveles de glucemia en diversos modelos animales (Hanhineva *et al.*, 2010), no obstante en la presente investigación la suplementación con antocianinas de un EMM no modificó el perfil lipídico de las aves y la concentración de glucosa. En concordancia con estos resultados, (Farahat *et al.*, 2016) informaron que la adición de un extracto de té verde no modificó la concentración sérica de colesterol total, HDLc, LDLc y VLDLc en pollos parrilleros. También en esta especie, la suplementación dietaria con harina de romero, no incrementó los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos (Amoli, *et al.*, 2018). En contraste, se ha informado que la activación de proteína quinasa activada por AMP (AMPK) mediada por cianidina 3-glucósido, antocianina presente en el maíz morado, incrementa la oxidación de ácidos grasos y reduce de la síntesis y *concentración* plasmática de triglicéridos (Guo *et al.*, 2012), sin embargo en el presente experimento no se observó que el EMM modifique significativamente el perfil lipídico y la glicemia de las aves.

Altos niveles de LDL y VLDL están asociado con el elevado riesgo de enfermedades cardiovasculares (ECV), mientras que elevadas concentraciones de HDL ejercen un efecto protector frente a estas dolencias (Reis *et al.*, 2016), la infiltración de LDLc, en el endotelio, tendiendo a oxidarse y formar LDLc oxidado (oxLDL), *conduciendo* a la formación de células espumosas y placas de ateroma (Ferreira *et al.*, 2016.) (Gormaz 2016), en tanto que el efecto protector de HDL frente a la aterosclerosis radica en el transporte reverso del colesterol, removiendo el exceso de colesterol de los *macrófagos* en la pared arterial, previniendo la formación de las células espumosas y el desarrollo de aterosclerosis; existe evidencia de que las antocianidinas (agliconas de las *antocianinas*) incrementan la concentración y actividad de HDLc (Huang 2014).

En la presente investigación, la suplementación con antocianinas de un EMM mejoró significativamente los índices CT/HDL y LDLc/HDLc, lo cual podría determinar un efecto protector frente a aterosclerosis y ECV. Así mismo, los polifenoles presentes en la verbena azul (*Stachytarpheta jamaicensis L.*), redujo el índice CT/HDL (ratio de riesgo cardiaco) y, el ratio logarítmico entre la concentración sérica de triglicéridos y nivel HDLc (índice aterogénico) de conejos, efectos atribuidos a los flavonoides presentes en la infusión de verbena azul (Ikewuchi 2009).

Esteatosis Hepática

La esteatosis hepática es definida como la acumulación intrahepática de grasa (Nassir, *et al.*, 2015). La disponibilidad de ácidos grasos para el hígado depende del exceso de lípidos dietarios, lipogénesis *de novo* y principalmente elevada concentración de ácidos grasos libres, debido a la lipólisis de la grasa abdominal, ocasionada por la resistencia a la insulina (Marra *et al.*, 2008)

En este contexto, el pollo parrillero es particularmente susceptible a esteatosis hepática puesto que presenta elevada lipogénesis *de novo* en este tejido; también está expuesto a los ácidos grasos provenientes de su alimentación, debido a su rudimentario sistema linfático (Hermier 1997). Adicionalmente estas aves presentan obesidad abdominal, hiperglicemia y resistencia a la insulina (Wang *et al.*, 2017), desórdenes metabólicos asociados con elevados niveles de lipólisis, que incrementa la concentración de ácidos grasos libres en el tejido hepático, deteriorando la función mitocondrial, lo que se traduce en disminución de β -oxidación y acumulación de lípidos y sus metabolitos, que a su vez altera la señalización de la insulina (Masarone *et al.*, 2018) y conduce a estrés oxidativo (Akbarian *et al.*, 2016). También elevadas temperaturas ocasionan estrés oxidativo, lo que reduce la tasa de β oxidación de ácidos grasos y estimula la lipogénesis (Jastrebski *et al.*, 2017), por tanto, la comprensión de la patogenia de estos desórdenes en las aves es interés para la industria avícola y la investigación biomédica (Wang *et al.*, 2017)

En la presente investigación la proporción de esteatosis hepática se redujo significativamente en pollos parrilleros suplementados con EMM. Se ha sugerido que las antocianinas ejercen un efecto protector frente a la esteatosis hepática (Valenti *et al.*, 2013), al reducir la lipogénesis e incrementar la beta-oxidación, y disminuir el estrés oxidativo y la inflamación (Aguirre *et al.*, 2014)

En pollos parrilleros se ha reportado que los polifenoles del té verde reducen la expresión génica Acetil CoA Carboxilasa (ACC), Ácido Graso Sintasa (FAS), Proteína de unión al elemento regulador de esterol 1c (SREBP-1c) y la actividad enzimática de FAS y ACC, y simultáneamente incrementan la expresión de carnitina palmitoil transferasa-I (CPT-I), Acil CoA oxidasa (ACOX), Receptores activados por el proliferador de peroxisomas alfa (PPAR- α) y la actividad enzimática de CPT-I y de la proteína quinasa dependiente de AMP (AMPK) en el hepatocito, suprimiendo la síntesis de ácidos grasos y estimulando la

lipólisis, lo que se refleja en la reducción significativa de lípidos en el tejido hepático (Huang *et al.*, 2014); (Huang *et al.*, 2013).

(SREBP-1) (Hwang *et al.*, 2011). Así la suplementación con antocianinas contribuiría a incrementar la lipólisis y e inhibir la lipogénesis, explicando, al menos parcialmente, la significativa reducción de esteatosis hepática en pollos suplementados con EMM. Adicionalmente, el consumo de antocianinas atenúa los efectos del estrés oxidativo al incrementar la actividad de las enzimas superóxido dismutasa (SOD) y glutatión peroxidasa (GPx), (Wu, *et al.*, 2016); (Ucar *et al.*, 2013).

En la presente investigación el EMM no tuvo efecto sobre la deposición de la grasa abdominal, un factor predisponente a la esteatosis hepática, sin embargo la proporción de este desorden fue significativamente menor en las aves suplementadas con EMM ,lo que sugiere un efecto antioxidante y protector frente a esteatosis hepática, pero no un efecto anti adipogénico.

Formación de ateromas

El estudio histopatológico del tejido cardiaco no evidenció anomalías o lesiones que caractericen el desarrollo de Enfermedades Cardiovasculares (ECV) en los tratamientos control y suplementados con EMM. Al respecto, se ha asociado la ingesta de flavanonas (103.9 mg/d) con reducción del riesgo de sufrir un accidente cerebrovascular isquémico, al inhibir la formación de ateromas El uso de polifenoles, incluidas las antocianinas inhibien el proceso inflamatorio, la disfunción endotelial y la producción de óxido nítrico (NO) (Cassidy *et al.*, 2016), mientras (Reis,*et al.*, 2016) menciona que los extractos purificados de antocianinas mejoran la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc), la peroxidación de lípidos, la capacidad total de antioxidantes en plasma y la dislipidemia y niveles de biomarcadores moleculares de ECV.

En la presente investigación, la fuente de grasa de las raciones fue aceite de palma, el cual tiene un efecto reductor de la concentración de colesterol, triglicéridos y LDLc, mientras incrementa la concentración de HDLc, además no ocasiona lesiones arteriales en pollos parrilleros, sugiriéndose que el consumo de este aceite reduce la incidencia de aterosclerosis, en virtud de su elevado tenor de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados. (Absalome,*et al.*,2016), además de la presencia de vitamina A y E, que ejercen función antioxidante (Gesteiro, *et al.*,2018) (Ismail, *et al.*,2018), probablemente esto explique los resultados de la presente investigación, en adición al hecho de que la

edad en la que se detecta ateromas o lesiones vasculares en pollos parrilleros es muy variable: desde 4 semanas (Julian 2005) hasta una año de edad (Ayala 2013), y de que la presencia de placas ateroscleróticas se ubican distintas porciones de la aorta: en el cayado aórtico (Cascales 2010) o la aorta abdominal (Ayala 2013).

Concentración de extracto etéreo en el tejido muscular

Aunque se atribuye a las antocianinas un efecto antiadipogénico (Tsuda, *et al.*, 2003), en el presente estudio se reportó una proporción de grasa significativamente mayor en los músculos semimembranoso y semitendinoso de las aves suplementadas con 0.75% de EMM. Esta respuesta probablemente se explique al menos parcialmente por i) la capacidad de metabolitos de flavonoides de incrementar la síntesis de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga (Ounnas, *et al.*, 2017) ii) la activación de la expresión génica del receptor de peroxisoma proliferador activado gamma (PPAR- γ), un factor de transcripción presente principalmente en los tejidos adiposo, muscular, hepático que estimula la diferenciación y captación de glucosa en células 3T3-L1, y el almacenamiento de ácidos grasos favoreciendo la adipogénesis (Reyna y Echeverría, 2019), (Santos,*el at.*,2017).En contraste a lo señalado, se ha reportado que las antocianinas inhiben la diferenciación y contenido de triglicéridos en preadipocitos •3T-L1, mediada AMPK (Ho,*et al.*, 2018).

Por otra parte, la musculatura roja, como es el caso de los muslos de pollo, es rica en ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), susceptibles a la oxidación lipídica (Bañòn, *et al.*, 2004) (Soyer, 2010), proceso de que se incrementa en relación directa con el tiempo de conservación de las muestras en congelación, e independientemente de la temperatura utilizada (-7°C, -12°C y -18°C) (Soyer, 2010) y durante el deshielo (Love y Pearson, 1971); reduciendo la concentración de fosfolípidos en el muslo de las aves (Soyer 2010). En el presente experimento las muestras de tejido muscular se conservaron en congelación a -4°C, durante 6 meses, lo que probablemente incrementó la oxidación lipídica y de colesterol (Bañòn, *et al.*, 2004). Puesto que los polifenoles protegen a los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga de la bicapa lipídica de la acción de los radicales libres (Reyna, *et al.*,2018), inhibirían la oxidación lipídica y conservarían, al menos parcialmente el tenor de AGPI y por tanto de lípidos en el tejido muscular, favoreciendo la calidad de la carne.

XI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos llegamos a las siguientes conclusiones

- La ingesta del extracto de maíz morado no tuvo un efecto positivo en cuanto a la disminución de la grasa abdominal en los pollos suplementados con EMM.
- No se obtuvo resultados favorables para la reducción de los niveles del perfil lipídico y glucosa, mientras que el índice Colesterol Total/HDL es menor al incrementar la dosis del EMM y el índice LDL/HDL es menor en el tratamiento control.
- SE redujo la proporción de esteatosis hepática en aves suplementadas con el Extracto de Maíz Morado.
- La adición de EMM en la dieta no disminuyó la deposición de extractos etéreos en el tejido muscular de los pollos, por el contrario, se observó mayor deposición de grasa muscular en el tratamiento que tenía mayor suplementación de EMM en la dieta.
- No se encontró diferencia en el grosor de la pared aórtica entre los tratamientos con EMM y los grupos control.
- El peso final de las aves fue mayor para las que recibieron EMM en la dieta, mientras que en peso canal registró diferencias entre los tratamientos en comparación con el grupo control.

XII. RECOMENDACIONES

- Evaluar la formación de ateromas en aves de mayor edad (reproductores) y diferentes localizaciones de la aorta (arterias de medianas y gran calibre).
- Tener en cuenta cuales son las condiciones de manejo de las aves, ambiente, y proceso sanitario, que se deben de tener ante el proceso de sacrificio, obtención y procesamiento de muestra.
- Probar otros extractos vegetales disponibles en el medio y evaluarla rentabilidad de su uso.
- Evaluar el efecto del EMM en aves reproductoras y productoras de huevo.
- Evaluar el efecto de estos extractos en la calidad de la carne y probables efectos sobre la salud del consumidor.

XIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 2018-2019												
Actividades	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ag.	Sep.	Oct	Nov.	Dic.
Presentación y aprobación del tema.	X											
Pre ensayo	X											
Adquisición de reactivos	X											
Acondicionamiento de galpón		x										
Adquisición de extracto maíz morado.		x										
Preparación de formularios		x										
Preparación de protocolos		x										
Adquisición de fármacos		x										
Adquisición de material de limpieza y desinfección		x										
Limpieza y desinfección de galpones		x										
Preparación de alimento balanceado		x										
Adquisición pollos		x										
Revisión final de galpones		x										
Ingreso de pollos		x	x	X								
Sacrificio pollos /toma de datos/conservación de muestras				X								
Análisis de laboratorio				X	x							
Tabulación de datos					x	X	x					
Redacción de tesis								x	x	x	x	x
Revisión de informe final (I)	X											
Redacción de informe final (II)	X											
Trámites previos a sustentación	X											
Sustentación		x										

XIV. PRESUPUESTO

Artículos/Servicios	Concepto	Unidad	V. Total
Materiales de laboratorio	Analizador Semi Automático de Bioquímica – Paramedikal. Incluye reactivo	1	2,016.00
	-Reactivos (glucosa, triglicéridos, colesterol HDL, colesterol LDL)	4	913.44
	-Micropipeta Variables y fijas	6	
	Balanza de 5000 g	1	17.99
	Balanza de 1000 g	1	140.00
	Tubos vacuatiner	50	8.47
	Jeringas, hojas de bisturí, frascos de orina, formol, media luna, guantes, tubo ensayo, puntas p/pipetas amarillas, algodón, alcohol		137.99
	Hielera	1	5.69
	Lavavajillas, guantes de lavar, deja, esponja, agujón		8.81
	Gradilla plástica, puntas p/pipetas azules, porta pipeta		56.98
	Vitrina	1	140.00
Acondicionamiento del galpón	Pollos de engorde, bebederos, alimento, criadora, vitaminas, vacunas, medicamentos		1401.00
	Extracto de maíz morado	2 fundas	343.38
	Carpa de campo	1	27.99
	Lata, ventiladores, hidrotensor, tinas grandes, tachos de basura, disco cortante,		156.65
	Materiales eléctricos, materiales de ferretería		347.03
	Lonas, mallas, amarras, mangueras, sacos, yodo, cal, piolas		853.68
Envío de Muestras	Bromatología e histopatología		760
Servicios	Servicios de galponero		800
	TOTAL		8135.1

XV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Absalome, M. A., Claude, L. E., Chantal, G.-G.-A., Massara, C.-C., Isidore, D. M., D. S., & Daniel, S. E. (2016). Relationship Between Lipid Assessment and Arterial Lesions Observed in Farm Chickens Fed on Different Vegetable Oils. *Journal of Food and Nutrition Sciences*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B6g2nEcZvzLUSDZpakhmd0lNamFvbERxY1UwNlJmM3pzenVJ/edit>
2. Abu, S. H., & Ibrahim, S. A. (2017). Effect of dietary polyphenol- rich grape seed on growth performance, antioxidant capacity and ileal microflora in broiler chick. *Animal Physiology and Animal Nutrition*.
3. Aguirre, L, Puy,L, Hijona,E, Bujanda, L (2014). Effects of resveratrol and other polyphenols in hepatic steatosis. DOI: 10.3748/wjg.v20.i23.7366
4. Akbarian, A., Michiels, J., Degroote, J., Majdeddin, M., Golian, A., & Smet, S. D. (2016). Association between heat stress and oxidative stress in poultry; mitochondrial dysfunction and dietary interventions with phytochemical. *Journal of Animal Science and Biotechnology* .
5. Amnueysit, P. (2010). Effects of purple field corn anthocyanins on broiler heart weight . *Asian Journal of*.
6. Ayala, B. G. (2013). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/17021-Texto%20del%20art%C3%ADculo-81211-1-10-20080513%20(1).pdf
7. Ayala, I., Pérez, B. G., Doménech, G., Castells, M. T., & Valdés, M. (2005). Use of the Chicken as an Experimental Animal Model in Atherosclerosis. *Avian and Poultry Biology Reviews*, 16(3), 151–159.

<https://doi.org/10.3184/147020605783437968>

8. Balaji, M., Ganjaji, M. S., Hanuma Kumar, G. E. N., Parim, B. N., Mopuri, R., & Dasari, S. (2016). A review on possible therapeutic targets to contain obesity: The role of phytochemicals. *Obesity Research and Clinical Practice*, 10(4), 363–380. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2015.12.004>
9. Aluwong, T, Sumanu, U, Ayo J, Ocheja B, Zakari, F, Minka, (2017). Daily rhythms of cloacal temperature in broiler chickens of different age groups administered with zinc gluconate and probiotic during the hot-dry season *Physiological Reports* ISSN 2051-817X.
10. Amoli, M, Khorshdidi, K, A, Islamic, (2018). Effect of Different Level of Rosemary Leave Powder in Diet on Blood Metabolites, Carcass Characteristics and Broiler Performance.
11. Bhaswant, M., Shafie, S. R., Mathai, M. L., Mouatt, P., & Brown, L. (2017). Anthocyanins in chokeberry and purple maize attenuate diet-induced metabolic syndrome in rats. *Nutrition*, 41, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.12.009>
12. Bañón S., Laencina J., Garrido M. (2004). Cholesterol oxides in meat and meat products: formation determining factors. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B6g2nEcZvzLUZElaT1JRMjQxNIVNbWw3YWk0aWUxRkY1QUdR/view?ts=5c6d72f6>.
13. Cassidy, A., Bertoia, M., Chiuve, S., Flint, A., Forman, J., & Rimm, E. B. (2016). Habitual intake of anthocyanins and flavanones and risk of. *ASN*.
14. Cascales, F. (30 de Noviembre de 2010). Obtenido de <http://paco zamora.blogia.com/2010/113003-ateromas-y-arteriosclerosis.php>
15. Changxing. M. Chenling, M. Alagawany, L. Jianhuad. Dongfang, W. Gaichao, Z. Wenyin, F. Syed, A. Arain, M. Saeed, U. Hassan, And S. Chao (2018) Health

- benefits and potential applications of anthocyanins in poultry feed industry,
doi:10.1017/S0043933918000053
16. Chen, X, Zhu, W, Liu, X, Li, T, Geng, Z (2019). The growth performance, meat quality, and gut bacteria of broilers raised with or without antibiotics and green tea powder. *Res. 0:1–10*. doi.org/10.3382/japr/pfz023.
 17. Dereser, L., Betancourt, L. (2015). Factores relacionados con la presentación de síndrome ascítico y síndrome de muerte súbita en pollos de engorde. *Revista Ciencia Animal*, (9), 11-28
 18. Ecuadorinmediato, 2015.
http://ecuadorinmediato.com/index.php?module=Noticias&func=news_user_view&id=2818787250&umt=produccion_avicola_incremento_400_en_ecuador_durante_ultimos_20_anos. [En línea]
[Último acceso: 10 Junio 2017].
 19. Escribano-Bailón, M. T., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2004). Anthocyanins in cereals. *Journal of Chromatography A*, 1054(1–2), 129–141.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.152>
 20. FAO.(2017).Perspectivas Agrícolas 2017-2026. <http://www.fao.org/3/a-BT089s.pdf>.
 21. Farahat, M, Abdallah, F, Hamid, A, Santana, H, (2016) Effect of supplementing broiler chicken diets with green tea extract on the growth performance, lipid profile, antioxidant status and immune response
<http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2016.1196339>
 22. Ferreira, J. Silva, V. Souza, R. Moraes, M., Vilhena, G., Cardoso, C. Chagas, M.(2016). Action mechanism and cardiovascular effect of anthocyanins: a

- systematic review of animal and human studies. Reis et al. *J Transl Med* (2016) 14:315. DOI 10.1186/s12967-016-1076-5.
23. Fiesel, A., Gessne, D. K., Most, E., & Eder, K. (2014). Effects of dietary polyphenol-rich plant products. *BioMed Central*.
 24. Fouad, A. M., & El-Senousey, H. K. (2014). Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(7), 1057–1068. <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13702>
 25. Friedman, A. & Weil, B., 2010. *Producción avícola negocio en crecimiento.*, Asunción: Paraguay vende.
 26. García González D, Terrado Quevedo DP, Barthelemy Vidaillet D, Martínez Núñez D, Valls Alvarez L, Armand Lorié D, Mecías Díaz T (2007). Patogenia de la aterosclerosis. *Rev. inf. cient.* <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/1397>
 27. Gesteiro, E, Galera-Gordo J, González-Gross M.(2018). Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para la literatura. DOI:<http://dx.doi.org/10.20960/nh.1970>
 28. Guillén-sánchez, J., Mori-arismendi, S., & Paucar-menacho, L. M. (2014). *Scientia Agropecuaria* ARTÍCULO DE REVISIÓN Características y propiedades funcionales del maíz morado (*Zea mays* L .) var . subnigroviolaceo Characteristics and functional properties of purple corn (*Zea mays* L .) var . subnigroviolaceo, 5, 211–217.
 29. Gormaz, J, Valls, N, Sotomayor, C, Turner, T,Rodrigo, R.(2016).Potential Role of Polyphenols in the Prevention of Cardiovascular Diseases: Molecular Bases *Current Medicinal Chemistry*.

30. Guo, H., Liu, G., Zhong, R., Wang, Y., Wang, D., & Xia, M. (2012). Cyanidin-3-O- β -glucoside regulates fatty acid metabolism via an AMP-activated protein kinase-dependent signaling pathway in human HepG2 cells. *PubMed*. doi:10.1186/1476-511X-11-10
31. Hanhineva, K., Törrönen, R., Bondia-Pons, I., Pekkinen, J., Kolehmainen, M., Mykkänen, H., & Poutanen, K. (2010). Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(4), 1365–1402. <https://doi.org/10.3390/ijms11041365>
32. Hermier, D. (1997). Lipoprotein Metabolism and Fattening in Poultry. *American Society for Nutritional Sciences*.
33. Hernández Y. (2016). Aterosclerosis y sistema aterométrico. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 45(2), 183-194. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S013865572016000200007&lng=es&tlng=es.
34. Hocking, P. M. (2014). Unexpected consequences of genetic selection in broilers and turkeys: problems and solutions. *British Poultry Science*, 55(1), 1–12. <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.877692>
35. Ho, H. Jae, H. Woo, J. Park, C. Woo, B. Choi, Y. (2018). Inhibition of Adipocyte Differentiation by Anthocyanins Isolated from the Fruit of *Vitis coignetiae* Pulliat is Associated with the Activation of AMPK Signaling Pathway. *Toxicol. Res.* Vol. 34, No. 1, pp. 13-21. <https://doi.org/10.5487/TR.2018.34.1.013>
36. Huang, J., Zhang, Y., Zhou, Y., Zhang, Z., Xie, Z., Zhang, J., & Wan, X. (2013). Green tea polyphenols alleviate obesity in broiler chickens through the regulation of lipid-metabolism-related genes and transcription factor expression. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(36), 8565–8572.

<https://doi.org/10.1021/jf402004x>

37. Huang, J., Zhang, Y., Zhou, Y., Zhang, Z., Xie, Z., Zhang, J., & Wa, X. (2014). Effects of epigallocatechin gallate on lipid metabolism and its. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.
38. Hwang, Y. P., Choi, J. H., Han, E. H., Kim, H. G., Wee, J.-H., Jung, K. O., ... Jeong, H. G. (2011). Purple sweet potato anthocyanins attenuate hepatic lipid accumulation through activating adenosine monophosphate-activated protein kinase in human HepG2 cells and obese mice. *Nutrition Research (New York, N.Y.)*, *31*(12), 896–906. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2011.09.026>
39. Ismail SR, Maarof SK, Siedar Ali S, Ali A (2018) Systematic review of palm oil consumption and the risk of cardiovascular disease. *PLoS ONE* *13*(2): e0193533. <https://doi.org/10.1371/journal>.
40. Ikewuchi, C, Ikewuchi, C. (2009). Alteration of Plasma Lipid Profiles and Atherogenic Indices by *Stachytarpheta jamaicensis* L. (Vahl).
41. Ji, B., Middleton, J. L., Ernest, B., Saxton, A. M., Lamont, S. J., Campagna, S. R., & Voy, B. H. (2014). Molecular and metabolic profiles suggest that increased lipid catabolism in adipose tissue contributes to leanness in domestic chickens. *Physiological Genomics*, *46*(9), 315–27. <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00163.2013>
42. Jastrebski, S. F., Lamont, S. J., & Schmidt, C. J. (2017). Chicken hepatic response to chronic heat stress using integrated transcriptome and metabolome analysis. *PLOS ONE*.
43. Jano. (2012). Obtenido de <http://www.jano.es/noticia-un-nivel-bajo-colesterol-hdl-16767>
44. Julian, R. J. (2005). Production and growth related disorders and other metabolic

- diseases of poultry - A review. *Veterinary Journal*, 169(3), 350–369.
<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.04.015>
45. Kamboh, A., & Zhu, W. (2013). Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. *Poultry Science*, 92, 545-461.
46. Kamboh, A, Leghari, R, Khan, M, Kaka, U, Naseer, M.(2019). Flavonoids supplementation - An ideal approach to improve quality of poultry products. doi:10.1017/S0043933918000703.
47. Leusink, G., Rempel, H., Skura, B., Berkyto, M., White, W., Yang, Y., . . . Silversides, F. (2010). Growth performance, meat quality, and gut microflora of broiler chickens fed with cranberry extract. *Poultry Science*. Obtenido de <https://academic.oup.com/ps/article/89/7/1514/1546083>
48. Li, X., Liu, Y., Zhang, H., Ren, L., Li, Q., & Li, N. (2011). Animal models for the atherosclerosis research: A review. *Protein and Cell*, 2(3), 189–201.
<https://doi.org/10.1007/s13238-011-1016-3>
49. Lahoz, C, Mostaza, J. (2007). La aterosclerosis como enfermedad sistémica: Rev Esp Cardiol. 2007;60:184-95 - Vol. 60 Núm.02 DOI: 10.1157/13099465.
50. Love, J. Pearson, M.(1971). Lipid Oxidation in Meat and Meat Products-A Review. Food Science Department, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48823
51. Marangoni, F., Corsello, G., Cricelli, C., Ferrara, N., Ghiselli, A., Lucchin, L., & Poli, A. (2015). Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: An Italian consensus document. *Food and Nutrition Research*, 59, 1–11. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.27606>.

52. Marra, F, Gastaldelli, A, Baroni, G, Tell, G, Tiribelli, G,(2008).Molecular basis and mechanisms of progression of non-alcoholic steatohepatitis.
53. Martín, V. González, R. Mendoza, J. Ridruejo. García, L. Buey. Moreno, R. Otero. (2013). Etiopatogenia, diagnóstico y tratamiento de la enfermedad del hígado graso no alcohólica. *Rev esp enferm dig (Madrid)* Vol. 105, N.º 7, pp. 409-420.
54. Masarone, M, Rosato, V, Dallio, M, Gravina, A, Aglitti, A, Loguercio, C, Federico, A,
55. Persico, M.(2018).Role of Oxidative Stress in Pathophysiology of Nonalcoholic Fatty Liver Disease <https://doi.org/10.1155/2018/9547613>.
56. Moreno, A. (2013). Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/1600>
57. Mercadante, A; Bobbio, F. 2008. Anthocyanins in foods: occurrence and physicochemical properties. In: Socaciu. ed. Food colorants chemical and functional Properties. Cluj-Napoca, RO. Taylor & Francis p. 241-276
58. Milićević, D., Vranić, D., Mašić, Z., Parunović, N., Trbović, D., Nedeljković-Trailović, J., & Petrović, Z. (2014). The role of total fats, saturated/unsaturated fatty acids and cholesterol content in chicken meat as cardiovascular risk factors. *Lipids in Health and Disease*, 13(1), 42. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-42>
59. Navidshad, B., Deldar, H., Pourrahimi, G., & Ava, P. (2010). Correlation between serum lipoproteins and abdominal fat pad in broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*, 9(35), 5779–5783.
60. Nassir, F, Scott, R, Ghassan M. Hammoud, Jamal A. Ibdah,(2015). Pathogenesis And Prevention Of Hepatic Steatosis.

61. Nijveldt, RJ; Nood, E van; Hoorn, DE van; Boelens, PG; Norren, K van; Leeuwen, PA van. 2001. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American Journal of Clinical Nutrition* 74(4): 418-425.
62. Ounnas, F. Lorgeril, M. Salen, R. Laporte, F. Calani, L. Mena, P. Brighenti, F. Rio, D. Demeilliers, C.(2017). Rye polyphenols and the metabolism of n-3 fatty acids in rats: a dose dependent fatty fish-like effect. *Scientific Reports* | 7:40162 | DOI: 10.1038/srep40162.
63. Olteanu M, Criste RI, Panaite T, Bunduc V, Panaite C, Ropota M, Mitoi M.(2016). Study on the Efficiency of Grape Seed Meals Used as Antioxidants in Layer Diets Enriched with Polyunsaturated Fatty Acids Compared with Vitamin E <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0230>.
64. Paucar, M. (2011). Obtenido de <https://www.uns.edu.pe/recursos/investigaciones/62.pdf>.
65. Palencia, Y (2002). Obtenido de http://www.unizar.es/med_naturista/bioactivos%20en%20alimentos.pdf.
66. Puentes, E. (5 de Octubre de 2015). Obtenido de http://letras-uruguay.espaciolatino.com/puentes_edgardo/ateroesclerosis.htm
67. Pedreschi, R., & Cisneros-Zevallos, L. (2007). Phenolic profiles of Andean purple corn (*Zea mays* L.). *Food Chemistry*, 100(3), 956–963. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.004>
68. Petroni, K., Pilu, R., & Tonelli, C. (2014). Anthocyanins in corn: a wealth of genes for human health. *Planta*, 240(5), 901–911. <https://doi.org/10.1007/s00425-014-2131-1>

69. Petta, S, Gastaldelli, A, Rebelos, E, Bugianesi, E, Messa, P, Miele, L, , -Baroni, G, Valenti, L, Bonino, F. (2016) Pathophysiology of Non Alcoholic Fatty Liver Disease. doi: 10.3390/ijms17122082
70. Qin, Y., Xia, M., Ma, J., Hao, Y., & Liu, J. (2009). Anthocyanin supplementation improves serum LDL-and HDL-cholesterol concentrations associated with the inhibition of cholesteryl ester transfer protein in dyslipidemic subjects. *American Journal of Clinical Nutrition*, 90(2), 485–492. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.27814>.It
71. Quesado, A. (2018). Obtenido de https://www.geosalud.com/nutricion/colesterol_pg3.html
72. Quinteiro, W. M., Ribeiro, A., Ferraz-de-Paul, V., Pinheiro, M. L., Sakai, M., Sá, L. R., . . . Palermo, J. (Octubre de 2017). *Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens* . Obtenido de <https://academic.oup.com/ps/article-abstract/89/9/1905/1514549/Heat-stress-impairs-performance-parameters-induces>
73. Quispe Jacobo, F., Arroyo Condorena, K., & Gorriti Gutiérrez, A. (2011). Características Morfológicas y Químicas de 3 Cultivares de Maíz Morado (*Zea mays* L .) en Arequipa-Perú. *Rev. Soc. Quim Perú*, 77(3), 205–217.
74. Ramos-Escudero, F., Muñoz, A. M., Alvarado-Ortíz, C., Alvarado, Á., & Yáñez, J. A. (2012). Purple Corn (*Zea mays* L.) Phenolic Compounds Profile and Its Assessment as an Agent Against Oxidative Stress in Isolated Mouse Organs. *Journal of Medicinal Food*, 15(2), 206–215. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0342>

75. Reis, J. F., Monteiro, V. V. S., de Souza Gomes, R., do Carmo, M. M., da Costa, G. V., Ribera, P. C., & Monteiro, M. C. (2016). Action mechanism and cardiovascular effect of anthocyanins: a systematic review of animal and human studies. *Journal of Translational Medicine*, *14*(1), 315. <https://doi.org/10.1186/s12967-016-1076-5>
76. Reyna, S., Torres, G., Valenzuela, R., Rincón-Cerverac, M. Á., & Villanueva, M. (2018). Adding a purple corn extract in rats supplemented with chia oil decreases gene expression of SREBP-1c and retains $\Delta 5$ and $\Delta 6$ hepatic desaturase activity, unmodified the hepatic lipid profil. *Elsevier*.
77. Reyna. & Echeverria. (2019). Peroxisome proliferator activated receptors (ppars) structure, mechanisms of action and role in health and disease. New York: Complimentary Contributor Copy.
78. Sánchez-Polo, M., Castells, M., Pérez, B. G., Adánez, G., Martín, A., & Ayala, I. (2011). Caracterización del Pollo como Biomodelo Experimental en Aterosclerosis: Lesiones en Troncos Supra-Aorticos. *AN. VET. (MURCIA)*.
79. Shahin, K. A., Abd, F., & Azeem, E. (2006). Effects of breed, sex and diet and their interactions on fat deposition and partitioning among depots of broiler chickens, *49*, 181–193.
80. Santos N, Yoshimura E, MarezeE, Machado E, Agostinho BC, Pereira LM, (2017) Supplementation of cow milk naturally enriched in polyunsaturated fatty acids and polyphenols to growing rats. *PLoS ONE* *12*(3): e0172909. doi:10.1371/journal.pone.0172909
81. Song, H., Wu, T., Xu, D., Chu, Q., Lin, D., & Zheng, X. (2016). Dietary sweet cherry anthocyanins attenuates diet-induced hepatic steatosis by improving hepatic lipid metabolism in mice. *Nutrition*, *32*(7–8), 827–833.

<https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.01.007>

82. Soyer, A. Özalp, B. Dalmıs, U. Bilgin, V.(2010). Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B6g2nEcZvzLUMW53UV94WjR3VGZtV0pfS1pjQzLZVTVTaUE0/view?ts=5c6d7149>.
83. Stuart, J. C. (1991). Síndrome de ascitis-muerte súbita-neumonía. *Selecciones Avícolas*, 540–552.
84. Stastnik, O, Karasek, F, Roztocilova, A, Dolezal, P, Vicova, E, Pavlata, L,(2016)The Influence Of Feeding Wheat With Purple Grain To Performance And Biochemical Parameters Of Broiler Chickens.
85. Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2853–2867. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0134>
86. Toalombo, P., Villafuerte, A., Fiallos, L., Andino, P., Damián, P., Duchi, N., . . . L, H. (2017). Polifenoles Del Tomillo (*Thymus vulgaris*) Y Jengibre (*Zingiber officinale*)En La Alimentación De Gallinas De Campo. *Received*.
87. Torrejón, C, Uauy, R, (2011).Calidad de grasa, arterioesclerosis y enfermedad coronaria: efectos de los ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans *Rev Med Chile* 2011; 139: 924-931
88. Tsuda, M., Shigemoto-Mogami, Y., Koizumi, S., Mizokoshi, A., Kohsaka, S., Salter, M., & Inoue, K. (2003). P2X4 receptors induced in spinal microglia gate tactile allodynia after nerve injury. *PubMedSupport Center*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12917686>

89. Ucar, F., Sezer, S., Erdogan, S., Akyol, S., Armutcu, F., & Akyol, O. (2013). The relationship between oxidative stress and nonalcoholic fatty liver disease: Its effects on the development of nonalcoholic steatohepatitis. *Redox Report Communications in Free Radical Research*.
90. Valenti, L, Riso, P, Mazzocchi, A, Prroni, M, Fargion, S, Agostini, C.(2013). Dietary Antocyanins as Nutritional Therapy for Nonalcoholic Fatty Liver Disease.
91. United States Department of Agriculture,(2017). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*, s.l.: s.n.
92. Wang, G, Kim, W, Mark A, Gilbert, E, (2017). Factors affecting adipose tissue development in chickens.<http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex184>.
93. Wu, T., Yin, J., Zhang, G., Long, H., & Zheng, X. (2016). Mulberry and cherry anthocyanin consumption prevents oxidative stress and inflammation in diet-induced obese mice. *Food Nutrition and Safety*.

XVI. ANEXOS

Anexo 1

SENSIENT

CERTIFICADO DE ANALISIS N° 0097 - 18

1. INFORMACION GENERAL

ORDER No : 000022
PRODUCTO : ANTOCIANINA MS2 4%
LOTE No : 018133
PESO NETO : 3.00 Kg
CLIENTE : SIXTO LEONARDO REYNA GALLEGOS
FECHA DE FABRICACION : 16 de Enero del 2018
FECHA DE VENCIMIENTO : 16 de Enero del 2019

2. INFORMACION TECNICA

DESCRIPCION	ESPECIFICACIONES	RESULTADO
Apariencia	Pova fino	Conforme
Color	Morado rojizo	Conforme
Concentracion	No menor a 4.0% de Antocianina	4.41%
PH 1%	2.0 - 3.5	3.32
Humedad	No mayor a 12%	8.37%
Mercurio (**)	No mayor a 1 mg/kg	Conforme
Arsenico (**)	No mayor a 1 mg/kg	Conforme
Cadmio (**)	No mayor a 1 mg/kg	Conforme
Plomo (**)	No mayor a 2 mg/kg	Conforme
Metales Pesados (**)	No mayor a 40 mg/kg	Conforme
Recuento Total de Microorganismos	No mayor a 1000 ufc/g	100
Hongos	No mayor a 100 ufc/g	40
Levaduras	No mayor a 100 ufc/g	<10
Deteccion Salmonella	Negativo /25g	Negativo

** Corresponde a evaluaciones periódicas, no per item

16 de Marzo del 2018


Ing. Fiorela Janet Paucar Ore
JEFE DE ASESURAMIENTO DE LA CALIDAD
CIP 152718

GLOBENATURAL COLORS S.A.C.
(311) 500-8801 - (311) 500-9577 - (311) 500-9578
Alameda San Mateo 1455 Urb. Los Huertos De Villa, Chorrillos - Lima - Peru

Anexo 2



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA Y CALIDAD

INFORME DE RESULTADOS

Portoviejo, 29 de Octubre del 2018

Señora,

MARÍA GABRIELA SANCÁN DUMES

Portoviejo.

Resultado de análisis de contenido de grasa de muslo de pollo

Muestra	%
T1R1I2	0,79
T1R2I2	0,50
T1R3I2	0,18
T1R4I1	0,16
T1R5I2	0,17
T2R1I2	0,39
T2R1I2	0,31
T2R3I1	0,31
T2R4I2	0,15
T2R5I2	0,13
T3R1I1	0,20
T3R2I1	0,21
T3R3I1	0,42
T3R4I2	0,33
T3R5I2	0,60
T4R1I2	0,62
T4R2I2	0,79
T4R3I2	1,46
T4R4I1	0,80
T4R5I1	1,06

Atentamente;

Ing. Wilmer Force
Responsable



ANÁLISIS DE VARIANZA CONSUMO DE ALIMENTO (MIXTO)

Análisis de varianza día 35, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
trat	3	142940	142940	47647	17.27	0.000	
Error	16	44135	44135	2758			
Total	19	187074					

S = 52.5206 R-cuad. = 76.41% R-cuad.(ajustado) = 71.98%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

trat N Media Agrupación

3 5 1369 A

4 5 1285 A B

1 5 1237 B

2 5 1135 C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza día 42, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
trat	3	86113	86113	28704	3.10	0.056	
Error	16	147969	147969	9248			
Total	19	234082					

S = 96.1669 R-cuad. = 36.79% R-cuad.(ajustado) = 24.94%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

trat N Media Agrupación

4 5 1614 A

3 5 1497 A

1 5 1468 A

2 5 1443 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza día 49, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
trat	3	23197		23197	7732	0.25	0.857
Error	13	396038		396038	30464		
Total	16	419236					

S = 174.541 R-cuad. = 5.53% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

trat N Media Agrupación

4 4 1642 A

3 4 1600 A

2 5 1598 A

1 4 1535 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza día 56, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
trat	3	38813		38813	12938	0.39	0.761
Error	11	362370		362370	32943		
Total	14	401183					

S = 181.501 R-cuad. = 9.67% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

trat N Media Agrupación

4 5 1509 A

2 4 1476 A

3 3 1441 A

1 3 1370 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA POR SEMANAS (MIXTO).

Análisis de varianza para DÍA 35, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRAT	3	0.12697	0.12697	0.04232	0.73	0.547	
Error	15	0.86432	0.86432	0.05762			
Total	18	0.99129					

S = 0.240044 R-cuad. = 12.81% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

TRAT N Media Agrupación

3 5 2.245 A

1 5 2.211 A

2 5 2.079 A

4 4 2.053 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para DÍA 42, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRAT	3	0.7374	0.7374	0.2458	1.71	0.207	
Error	15	2.1514	2.1514	0.1434			
Total	18	2.8888					

S = 0.378714 R-cuad. = 25.53% R-cuad.(ajustado) = 10.63%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

TRAT N Media Agrupación

4 4 2.663 A

3 5 2.643 A

1 5 2.441 A

2 5 2.175 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para DÍA 49, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRAT	3	0.5484	0.5484	0.1828	0.61	0.622
Error	13	3.9166	3.9166	0.3013		
Total	16	4.4650				

S = 0.548888 R-cuad. = 12.28% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

TRAT N Media Agrupación

1 4 3.280 A

2 5 3.095 A

4 4 2.954 A

3 4 2.778 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para DÍA 56, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRAT	3	2.0012	2.0012	0.6671	1.97	0.178
Error	11	3.7332	3.7332	0.3394		
Total	14	5.7344				

S = 0.582562 R-cuad. = 34.90% R-cuad.(ajustado) = 17.14%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

TRAT N Media Agrupación

1 3 4.028 A

3 3 3.297 A

4 5 3.155 A

2 4 3.021 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

PESO SEMANAL, FASE EXPERIMENTAL (MACHOS).

Análisis de varianza para peso día 28, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Trat	3	110775		110775	36925	1.91	0.145
Error	36	695018		695018	19306		
Total	39	805793					

S = 138.946 R-cuad. = 13.75% R-cuad.(ajustado) = 6.56%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

Trat	N	Media	Agrupación
3	10	1400	A
4	10	1396	A
1	10	1327	A
2	10	1273	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso día 35, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Trat	3	107387		107387	35796	3.48	0.026
Error	36	370518		370518	10292		
Total	39	477905					

S = 101.450 R-cuad. = 22.47% R-cuad.(ajustado) = 16.01%

R denota una observación con un residuo estandarizado grande.

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

Trat	N	Media	Agrupación
3	10	2046	A
4	10	1972	A B
1	10	1938	A B
2	10	1906	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso día 42, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Trat	3	55347		55347	18449	0.66	0.585
Error	36	1013071		1013071	28141		
Total	39	1068418					

S = 167.752 R-cuad. = 5.18% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

Trat	N	Media	Agrupación
2	10	2764	A
3	10	2746	A
1	10	2693	A
4	10	2673	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso día 49, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Trat	3	335683		335683	111894	2.41	0.083
Error	36	1668921		1668921	46359		
Total	39	2004604					

S = 215.311 R-cuad. = 16.75% R-cuad.(ajustado) = 9.81%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

Trat	N	Media	Agrupación
3	10	3475	A
2	10	3289	A
4	10	3269	A
1	10	3242	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso día 56, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Trat	3	800252	800252	266751	2.97	0.045	
Error	35	3146593	3146593	89903			
Total	38	3946845					

S = 299.838 R-cuad. = 20.28% R-cuad.(ajustado) = 13.44%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

Trat N Media Agrupación

4 10 3742 A

3 10 3739 A

2 10 3549 A B

1 9 3393 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Parámetros productivos y peso de órganos

Análisis de varianza para peso canal, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRATAMIENTO	3	262910	262910	87637	1,58	0,211	
Error	36	1997532	1997532	55487			
Total	39	2260442					

S = 235,557 R-cuad. = 11,63% R-cuad. (ajustado) = 4,27%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

TRATAMIENTO N Media Agrupación

4 10 2904 A

3 10 2869 A

2 10 2758 A

1 10 2704 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para rendimiento canal, utilizando SC ajustada para pruebas.

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Tratamientos	3	17,841		17,841	5,947	2,24	0,101
Error	35	92,895		92,895	2,654		
Total	38	110,737					

S = 1,62916 R-cuad. = 16,11% R-cuad.(ajustado) = 8,92%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

Tratamientos N Media Agrupación

1 9 78,68 A

2 10 77,71 A

4 10 77,62 A

3 10 76,74 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso hígado:peso vivo, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRATAMIENTOS	3	0,09237		0,09237	0,03079	0,74	0,533
Error	35	1,44828		1,44828	0,04138		
Total	38	1,54065					

S = 0,203419 R-cuad. = 6,00% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

TRATAMIENTOS N Media Agrupación

4 10 1,482 A

1 9 1,476 A

2 10 1,470 A

3 10 1,365 A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso corazón: peso vivo, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
TRATAMIENTOS	3	0,010410	0,010410	0,003470	2,48	0,077
Error	35	0,048908	0,048908	0,001397		
Total	38	0,059318				

S = 0,0373814 R-cuad. = 17,55% R-cuad.(ajustado) = 10,48%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

TRATAMIENTOS	N	Media	Agrupación
4	10	0,3488	A
3	10	0,3307	A
2	10	0,3223	A
1	9	0,3027	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para peso relativo grasa abdominal, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Tratamientos	3	0,3961	0,3961	0,1320	0,31	0,820
Error	35	15,0388	15,0388	0,4297		
Total	38	15,4349				

S = 0,655500 R-cuad. = 2,57% R-cuad.(ajustado) = 0,00%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

Tratamientos	N	Media	Agrupación
2	10	2,676	A
4	10	2,600	A
3	10	2,518	A
1	9	2,400	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

BIOQUÍMICA SANGUÍNEA

Análisis de varianza para glucosa, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	1002.9		1002.9	334.3	2.09	0.119
Error	36	5757.7		5757.7	159.9		
Total	39	6760.5					

S = 12.6465 R-cuad. = 14.83% R-cuad.(ajustado) = 7.74%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
1	10	202.6	A
2	10	201.5	A
4	10	192.8	A
3	10	191.5	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para Triglicéridos, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	760.7		760.7	253.6	2.21	0.104
Error	36	4134.3		4134.3	114.8		
Total	39	4895.0					

S = 10.7165 R-cuad. = 15.54% R-cuad.(ajustado) = 8.50%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
2	10	43.03	A
1	10	33.13	A
4	10	33.01	A
3	10	32.75	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para Colesterol total, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	632.1		632.1	210.7	1.33	0.280
Error	36	5700.9		5700.9	158.4		
Total	39	6333.1					

S = 12.5841 R-cuad. = 9.98% R-cuad.(ajustado) = 2.48%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
3	10	104.87	A
1	10	103.64	A
2	10	99.88	A
4	10	94.66	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para HDL, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	600.6		600.6	200.2	1.90	0.147
Error	36	3787.0		3787.0	105.2		
Total	39	4387.6					

S = 10.2564 R-cuad. = 13.69% R-cuad.(ajustado) = 6.50%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
3	10	67.89	A
2	10	63.41	A
4	10	60.69	A
1	10	57.30	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para LDL, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	152.66	152.66	50.89	1.62	0.202
Error	36	1131.67	1131.67	31.44		
Total	39	1284.33				

S = 5.60672 R-cuad. = 11.89% R-cuad.(ajustado) = 4.54%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
1	10	36.28	A
3	10	34.21	A
4	10	32.27	A
2	10	31.15	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para Colesterol Total/ HDL, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	0.70125	0.70125	0.23375	4.07	0.014
Error	36	2.06675	2.06675	0.05741		
Total	39	2.76801				

S = 0.239603 R-cuad. = 25.33% R-cuad.(ajustado) = 19.11%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento	N	Media	Agrupación
1	10	1.872	A
2	10	1.584	A B
4	10	1.563	B
3	10	1.554	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Análisis de varianza para HDL/LDL, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec. SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
tratamiento	3	1.22632	1.22632	0.40877	4.95	0.006
Error	36	2.97254	2.97254	0.08257		
Total	39	4.19887				

S = 0.287351 R-cuad. = 29.21% R-cuad.(ajustado) = 23.31%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95.0%

tratamiento N Media Agrupación

2	10	2.067	A
3	10	1.995	A
4	10	1.882	A B
1	10	1.607	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis en Índice triglicéridos/HDL

tratamiento	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
1	10	0,5091	19,9	-0,19
2	10	0,5989	27,1	2,06
3	10	0,4652	14,9	-1,75
4	10	0,5519	20,1	-0,12
General	40		20,5	

H = 5,52 GL = 3 P = 0,137

Bromatología del músculo

Análisis de varianza para proporción grasa en muslos de pollo, utilizando SC ajustada para pruebas.

Análisis de varianza para % grasa muslos pollos, utilizando SC ajustada para pruebas

Fuente	GL	SC	Sec. SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
Tratamientos	3	1,48610	1,48610	0,49537	8,78	0,001
Error	16	0,90288	0,90288	0,05643		
Total	19	2,38898				

S = 0,237550 R-cuad. = 62,21% R-cuad.(ajustado) = 55,12%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95,0%

Tratamientos N Media Agrupación

4 5 0,9460 A

1 5 0,3600 B

3 5 0,3520 B

2 5 0,2580 B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.



Área de estudio experimental:
galpones de FCV.



Pollitos bb ya colocados en el
ruedo



Adaptación de los pollitos con
sus comederos y bebederos



Control de temperatura



Alzado de bebederos e implementación de
comederos metálicos



Peso de pollos en las primeras semanas de vida



Jaulas para el inicio del experimento



EMM utilizado para el experimento



Pollos colocados en los tratamientos escogidos al azar



Comedores con sus respectivos tratamientos y repeticiones



Preparación del alimento por tratamiento



Alimento preparado colocado en su respectivo tratamiento



Peso del alimento sobrante de cada tratamiento con su retención



Preparación de alimento con EMM



Pesado de alimento para los tratamientos



Aplicación de alimento con sus respectivos tratamientos



Peso de pollos en las en la fase experimental



Aplicación de agua en cada tratamiento



Desinfección del área de estudio



Pollos en sus respectivos tratamientos



Pollos en ayuna antes de ser sacrificados



Pesado de pollos machos para ser sacrificados por exanguinación



Exanguinación de dos pollos por tratamiento



Exanguinación de pollos machos



Proceso de extracción de suero sanguíneo



Pipetas utilizadas para análisis



Incubadora utilizada para análisis



Analizador de bioquímica



Proceso de eviscerado



Eviscerado de cada pollo



Peso de la grasa obtenida de cada uno de los pollos



Muestras para estudio histopatológico



Cortes de las muestras de hígado para estudio histopatológico



Tallado de muestras para estudio histopatológico



Análisis de los resultados de histopatología