

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE XANTOFILA SAPONIFICADA CON  
ETOXIQUINA O TOCOFEROL EN POLLOS DE ENGORDE**

**ANDRES VERA CARRANZA**

Tesis para optar el Título Profesional de  
Médico Veterinario

Director de tesis: Dra. Eliana Icochea

Asesor: M.V. Mercedes Sialer

Lima, Perú  
2020



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE XANTOFILA SAPONIFICADA CON  
ETOXIQUINA O TOCOFEROL EN POLLOS DE ENGORDE**

**ANDRES VERA CARRANZA**

Tesis para optar el Título Profesional de  
Médico Veterinario

Director de tesis: Dra. Eliana Icochea

Asesor: M.V. Mercedes Sialer

Lima, Perú  
2020

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**



**EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE XANTOFILA SAPONIFICADA CON  
ETOXIQUINA O TOCOFEROL EN POLLOS DE ENGORDE**

**ANDRES VERA CARRANZA**

**MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR Y ASESOR.**

**PRESIDENTE: HUGO SAMAMÉ BELTRÁN**

**SECRETARIO: MARIO PAUTA GÁLVEZ**

**VOCAL: LUIS ALBERTO DELGADO ALBURQUEQUE**

**DIRECTORA DE TESIS: ELIANA ICOCHEA D'ARRIGO**

**ASESORA: MARIA MERCEDES SIALER GARCÍA**

## **Dedicatoria**

Para mi familia

Mis padres Cesar y Mary, que siempre me brindaron ayuda para poder terminar la carrera, para mis hermanos, y para Naira quien ha sido una de los principales motivos que me impulsaron a elegir esta carrera.

Para Ana Victoria Solano quien ha sido un gran un apoyo durante la época universitaria y hasta la fecha lo sigue siendo, también por haber contribuido en la realización de la parte experimental de la tesis.

## **Agradecimientos**

A la UNMSM por permitir que pudiese realizar la parte experimental de mi trabajo de tesis, a mi directora de tesis la Dra. Eliana Icochea y a mi asesora Mercedes Sialer García por todo el tiempo y dedicación que me han brindado.

Al señor Rodolfo Solano y Mercedes Tongo que fueron de mucha ayuda durante todo el proceso de la tesis y en general durante los últimos ciclos de universidad.

Al Dr. Hugo Samamé por la ayuda externa que me brindo en las etapas finales del trabajo de investigación.

## ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	9
<b>Abstract</b> .....	10
<b>I. Introducción</b> .....	11
1. Planteamiento del problema .....	12
2. Justificación del problema .....	15
3. Objetivo .....	17
<b>II. Marco teórico</b> .....	18
1. Importancia sobre el uso de pigmentantes en la avicultura .....	18
2. Problemas de la pigmentación .....	19
3. Compuesto de los pigmentantes .....	20
4. Etoxiquina.....	21
5. Rendimiento productivo en pollos de carne .....	24
<b>III. Antecedentes</b> .....	26
<b>IV. Hipótesis</b> .....	28
<b>V. Materiales y métodos</b> .....	29
1. Lugar de ejecución.....	29
2. Tipo y diseño de investigación .....	29
3. Equipos .....	29
4. Población .....	30
5. Vacunación .....	30
6. Alimentación .....	30
7. Variables independientes .....	30
8. Variables dependientes .....	31
9. Operacionalización de variable .....	31
10. Muestreo .....	32
11. Ejecución del proyecto .....	32
12. Evaluación del color.....	33
13. Análisis de datos .....	33
<b>Resultados</b> .....	35
<b>Discusión</b> .....	40
<b>Conclusiones</b> .....	42
<b>Recomendaciones</b> .....	42
<b>Referencias bibliográficas</b> .....	43
<b>Anexos</b> .....	45

## Índice de tablas y gráficos

1. Tabla de Distribución de corrales según el diseño del galpón asignado para los tratamientos del 1 al 6 (con las letras M para los machos y H para las hembras)	
2. ....	46
3. Tabla de Distribución de los tratamientos evaluados y dosis de los productos usados en el estudio.....	46
4. Tabla de Vacunación.....	47
5. Tabla de Escalas de coloración del abanico de roche.....	47
6. Tabla de Parámetros productivos evaluados de los 6 tratamientos en machos a los 35 días.....	47
7. Tabla de Distribución de indicadores de pigmentación según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación basal.....	48
8. Tabla de Distribución de indicadores de pigmentación según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación a los 28 días.....	49
9. Tabla de Distribución de indicadores de pigmentación según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación 35 días.....	50
10. Gráfico 1 Evaluación de pigmentación basal (14 días) en hembras.....	51
11. Gráfico 2. Evaluación de pigmentación basal (14 días) en machos.....	51
12. Gráfico 3. Evaluación de pigmentación a los 28 días de edad (evaluación 1) en las aves hembras.....	52
13. Gráfico 4. Evaluación de pigmentación a los 28 días de edad (evaluación 1) en las aves machos.....	52
14. Gráfico 5. Evaluación de pigmentación a los 35 días de edad (evaluación 2) en las aves hembras.....	53
15. Gráfico 6. Evaluación de pigmentación a los 35 días de edad (evaluación 2) en las aves machos.....	53



## Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto, al suplementar xantofila saponificada con etoxiquina o tocoferol, sobre la pigmentación y el rendimiento productivo de los pollos de engorde; la etoxiquina es observada en posibles efectos negativos en salud. En un diseño al azar con 1200 pollos de la línea Cobb, distribuidos en los galpones experimentales de la FMV-UNMSM en seis grupos, separados machos de hembras. Cuatro grupos fueron suplementados con xantofila saponificada -T1 y T3 con 2g y 4g de etoxiquina, y T2 y T4 con 2g y 4g de tocoferol respectivamente; dos grupos control -T5 y T6 - sin pigmentante. A los 14, 28 y 35 días fueron evaluados los parámetros productivos, pigmentación de la piel y de las patas. La pigmentación se evaluó con el abanico de ROCHE y con un espectrofotómetro, con este último se evaluó luminosidad, enrojecimiento y amarillez. Los parámetros productivos fueron analizados en el programa estadístico Stata/IC y la pigmentación con ANOVA. A los 28 y 35 días de edad todos los grupos, machos y hembras suplementados con xantofilas mostraron similar luminosidad ( $p \geq 0.05$ ) pero mayor enrojecimiento y amarillez ( $p \leq 0.05$ ) que los controles. Entre los grupos suplementados con xantofila, solo se encontraron diferencias en T1, T2 y T4 con los demás grupos ( $p \leq 0.05$ ). Los parámetros productivos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p \geq 0.05$ ); se concluye que el tocoferol obtuvo un efecto similar al que obtuvo la etoxiquina en piel y patas de pollos de engorde, con lo que resulta efectivo su uso en reemplazo de la etoxiquina.

Palabras clave:

Pollo de engorde, Pigmentante, Etoxiquina, Tocoferol, Xantofila saponificada

## **Abstract**

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing saponified xanthophyll with ethoxyquin or tocopherol, on the pigmentation and productive performance of broilers. In a randomized design with 1200 chickens from the Cobb line, distributed in the experimental sheds of the FMV-UNMSM in six groups separate groups of males and females; four groups were supplemented with saponified xanthophyll (T1 and T3) with 2g and 4g of ethoxyquin, and (T2 and T4) with 2g and 4g of tocopherol respectively and two control groups (T5 and T6) without pigment.

On the 14th, 28th and 35th day, productive parameters and pigmentation of the skin and legs were recorded with the ROCHE fan and with a spectrophotometer colorimeter. In the latter case, luminosity, redness and yellowness were evaluated. The productive parameters were analyzed in the Stata / IC statistical program and the pigmentation with ANOVA. At 28 and 35 days of age all the groups, males and females supplemented with xanthophylls showed similar luminosity ( $p \geq 0.05$ ) but greater redness and yellowness ( $p \leq 0.05$ ) than the controls. Among the groups supplemented with xanthophyll, differences were only found in T1, T2 and T4 with the other groups ( $p \leq 0.05$ ). The productive parameters did not show significant differences among treatments ( $p \geq 0.05$ ); it is concluded that tocopherol obtained a similar effect to the ethoxyquin effect on the skin and legs of broilers. Therefore, its use in replacement of ethoxyquin was effective.

Key words:

Broiler chicken, Pigmenting, Ethoxyquin, Tocopherol, Saponified xanthophyll

## **I. Introducción**

En el Perú la avicultura representa el 51% del valor de producción pecuaria, siendo el consumo en el último año de 49.5 kg por habitante. Dentro de la industria avícola en Perú el 80% de la comercialización del pollo de engorde se realiza en pie, por ello, uno de los principales factores que afecta su valor como producto final es la pigmentación tanto de piel como de tarsos, esto se debe a que el color está muy asociado con varios aspectos de la vida del consumidor y hace que el aceptar el producto dependa de las características visuales que ofrezca ya que las personas asocian el color “amarillo” de la piel y patas del pollo con una buena salud y consumo de maíz, por ello, surge la necesidad de añadir pigmentantes a las dietas para poder así satisfacer las demandas del mercado (Martínez, Cortez y Ávila, 2004) (Ortega, 2014) (Muñoz, Fuente, Hernández, 2008).

El color de la yema, así como también al color de la piel y tarsos en el ave, están dados por pigmentos amarillos y rojos que pertenecen al grupo de carotenoides, alguno de ellos son básicamente vitamina A siendo sintetizadas por el animal y por ende tienen poco o ningún valor pigmentante; por otro lado, los carotenoides que aportan un gran valor como pigmentantes, no poseen actividad vitamínica, sino que son transferidos intactos tanto a la yema como a la grasa subcutánea del animal. En la actualidad, muchos de los carotenoides con valor pigmentante son producidos principalmente por microorganismos, plantas y otros organismos como pequeños crustáceos, estos han sido sintetizados y utilizados ampliamente por el mercado (Mora, 2014).

Las xantofilas son compuestos derivados de los carotenoides, sin ninguna función como vitamina A, que además de sus propiedades pigmentantes poseen también propiedades

antioxidantes e inmunomoduladores favoreciendo de alguna manera los parámetros productivos. (Mascarell, Carné, 2011). En cuanto a su adición en las dietas de pollos de engorde, en Perú, se realiza principalmente a base de la flor de Marigold (*Tagetes erecta*) conocida como “xantofila amarilla” que es rica principalmente en luteína y zeaxantina. Gracias a esto, se logra complementar las fuentes menores de estas xantofilas como las que se encuentran en el maíz y otros componentes de la dieta del pollo, permitiendo un equilibrio en el contenido de pigmentantes para la piel y huevos. (Mascarell, Carné, 2011) (Mora, 2014).

Así mismo, en las dietas se adicionan otros aditivos, que protegen a los alimentos de la oxidación y enranciamiento. Son esencialmente antioxidantes que tienen un amplio uso en la industria alimentaria destinada al consumo animal; esta capacidad antioxidante favorece, desde el punto de vista logístico, el almacenamiento y preservación de grandes volúmenes de harinas y productos utilizados en las dietas de diferentes especies en este caso la avícola; dentro de estos antioxidantes unos de los más utilizados son la etoxiquina, que es un compuesto químico de origen sintético; y el tocoferol, un compuesto hidrofóbico y mono fenólico de origen natural presente en fuentes vegetales en su mayoría. (Gambra, 2008) (Olguin, Meléndez, Zúñiga, Pasquetti, 2004).

## **1. Planteamiento del problema**

La etoxiquina tiene grandes cualidades antioxidantes, sin embargo, enfrenta serios cuestionamientos por su toxicidad, que han sido descritos en diferentes estudios en modelos *in vitro* e *in vivo*. Debido a ello se ha visto necesario su prohibición en alimentos destinados al consumo humano en varios países del mundo (Gambra, 2008). Sin embargo,

debido a su gran eficacia como antioxidante y a su fácil accesibilidad muchas empresas lo siguen considerando como la mejor opción en lo que se refiere a pigmentantes.

El inconveniente de usar la etoxiquina, básicamente está en la p-Fenetidina, una impureza que se presenta en el proceso de fabricación del aditivo y que se reconoce como posible agente mutagénico (U. Europea, 2017).

Las materias primas, en este caso para uso de alimento de las avícolas, contienen altos niveles de ácidos grasos, que son muy sensibles a la oxidación y a las altas temperaturas. Por lo tanto, es necesario estabilizarlas con un antioxidante, particularmente si la materia prima ha estado expuesta a largos períodos de transporte o almacenamiento (U. Europea, 2017).

El Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE) publicó un Reglamento de Ejecución por el que se suspende la autorización de etoxiquina como aditivo en piensos para todas las especies y categorías animales:

Artículo 13, apartado 2, del Reglamento (CE) n° 1831/2003, debe suspenderse la autorización del aditivo etoxiquina, a la espera de la presentación y evaluación de los datos complementarios. La medida de suspensión debe revisarse tras la oportuna evaluación de estos datos por parte de la Autoridad. En cualquier caso, debe adoptarse una revisión de la medida de suspensión si, durante el proceso de presentación y evaluación de la información complementaria, la Autoridad emite un dictamen no favorable sobre la seguridad o la eficacia del aditivo etoxiquina (U. Europea, 2017).

En 2015, un dictamen de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) no ha podido establecer que la etoxiquina empleada como aditivo no tenga ningún efecto nocivo para la salud animal, la salud humana o el medio ambiente (U. Europea, 2017).

Por ello, desde la Comisión se reconoce que la no “retirada inmediata” de la etoxiquina de estas materias primas “podría conllevar consecuencias negativas para la salud y el bienestar de los animales, así como una incapacidad para satisfacer las exigencias nutritivas específicas de los animales hasta que se encontraran alternativas adecuadas” (U. Europea, 2017).

Otro de los principales inconvenientes desde el punto de vista comercial es el precio en la producción y elaboración de la etoxiquina frente a los antioxidantes de origen natural, como es el caso del tocoferol, ya que la necesidad de mantener el menor costo en la fabricación de los productos es clave en la industria. Sin embargo, González & Olivia (2018) en su estudio de prefactibilidad en reemplazo de la etoxiquina, demuestra que, aunque la etoxiquina tiene un menor costo de producción en cuanto a ciertos antioxidantes incluyendo al tocoferol, el margen de ganancia no genera una pérdida económica significativa.

Dicho esto, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Pueden los pigmentantes comerciales suplementados con tocoferol tener un mayor o igual efecto en la coloración para la piel y tarsos en pollos de engorde al utilizarlo en reemplazo de la etoxiquina, y pueden estos pigmentantes intervenir o alterar los parámetros productivos?

## **2. Justificación del problema**

Es por esto que el Reglamento (CE) n° 1831/2003, ha establecido una serie de medidas transitorias específicas en materias primas de origen marino, agrícola, etc., incluidos los aceites, harinas de pescado y algún otro derivado animal, por ello su uso se mantendrá hasta al menos hasta finales de 2019, a más tardar. La revisión de este reglamento se realizará antes del 31 de diciembre de 2020 y, en cualquier caso, después de la adopción por parte de la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) de un dictamen favorable sobre la seguridad y la eficacia del aditivo etoxiquina. Fuera de la Unión Europea no existe ninguna legislación que contemple la retirada del uso de etoxiquina en piensos (U. Europea, 2017).

Ante este problema, surge la necesidad de encontrar si hay alguna posibilidad de que la población humana ingiera este compuesto químico en forma indirecta al ser administrado en las dietas en este caso la avícola, lo que correspondería un riesgo para la salud (Gambra, 2008).

Aunque no se haya podido esclarecer si es que la etoxiquina puede o no tener efectos de toxicidad para la salud en las dosis recomendadas es importante poder encontrar un método alternativo para dejar la utilización de este aditivo a fin de no poner en riesgo la salud tanto de los animales y consecuentemente la salud del ser humano (Gambra, 2008).

Por ello el principal objetivo de esta investigación es determinar si el uso de la etoxiquina puede ser dejado de lado mediante la utilización de otros productos o diferentes

concentraciones de los pigmentantes logrando un resultado igual o mejor al que se tiene con la etoxiquina.

Para ello se reemplazará la etoxiquina de los productos comerciales de esta prueba y se añadirá el tocoferol que es básicamente vitamina E, el cual es obtenido de forma natural principalmente en las partes verdes de las plantas, el cual también posee grandes cualidades antioxidantes y también es ampliamente usado en la industria de alimentos.



### **3. Objetivo**

**3.1 Objetivo general:** Evaluar el efecto de la suplementación de xantofila saponificada, a diferentes dosis, con etoxiquina o con tocoferol, sobre la pigmentación y comparar el rendimiento productivo de pollos de engorde al día 35 finalizando la prueba de pigmentación.

#### **3.2 Objetivos específicos:**

- a) Cuantificar el efecto pigmentante de la suplementación de xantofila saponificada, a diferentes dosis, con etoxiquina o con tocoferol, sobre la de piel y tarsos de pollos de engorde.
- b) Medir el efecto de la suplementación de xantofila saponificada a diferentes dosis, con etoxiquina o con tocoferol, sobre la ganancia de peso a los 35 días.
- c) Calcular el efecto de la suplementación de xantofila saponificada a diferentes dosis, etoxiquina o con tocoferol, sobre la conversión alimenticia a los 35 días.
- d) Evaluar el efecto de la suplementación de xantofila saponificada a diferentes dosis, etoxiquina o con tocoferol, sobre el índice de eficiencia productiva a los 35 días.

## II. Marco teórico

### 1. Importancia sobre el uso de pigmentantes en la avicultura

Durante todos estos años en los que la industria avícola ha ido evolucionando y modificando tanto su genética como sus estándares de producción, la parte nutricional también se ha ido modificando para complementar así las exigencias que el animal requería con cada mejora para así llegar a un equilibrio, ya que al reducir ampliamente el tiempo en que el animal llega a su peso ideal de mercado se requiere dosis diferentes en cuanto a niveles de proteínas, grasas, etc. Por ello se ha creado la necesidad de adicionar pigmentantes a la ración a fin que se pueda suplir la exigencia del consumidor; erróneamente los pobladores interpretan el color amarillento del pollo con un buen estado de salud del ave dejando atrás a las más “pálidas”, las cuales perciben como enfermas (Mora, 2014).

La carotenogénesis, es la síntesis de carotenoides, que son responsables de la coloración, es únicamente llevada a cabo por el reino vegetal, por ende, la importancia de la adición de estos pigmentantes en las dietas de los animales, adición que se ha visto incrementada a lo largo de la historia. En las aves, los procesos metabólicos ligados al sexo, determinan que el pollo de engorda (macho o hembra) deposite el pigmento en el tejido adiposo de la piel, en el tejido queratinoso del pico y en los tarsos, mientras que la gallina de postura lo deposita en la yema de huevo (Mora, 2014).

**1.1 Absorción y deposición de las xantofilas y carotenos:** Una vez ingeridos los pigmentantes entran en los quilomicrones, que son lipoproteínas sintetizadas en el epitelio

del intestino, las cuales recogen los triglicéridos y el colesterol, desde el intestino delgado hacia los tejidos, mediante el sistema linfático. Luego, a través de la linfa, pasan a la sangre para una posterior deposición en la piel, tarsos y grasa corporal. (Palacios, 2010) (Mora, 2014).

Se ha demostrado que las xantofilas se incorporan a la sangre y son depositadas en la piel, en los tejidos grasos, hígado, y también en las yemas de los huevos de gallinas ponedoras; por otro lado los carotenos se encuentran solamente en pequeñas cantidades en estos mismos órganos, se ha demostrado que los carotenos son transformados por el organismo en vitamina A por lo que con el uso de estos pigmentantes no se logra alcanzar el resultado esperado de pigmentación, es por ello que el uso de las xantofilas abarca un lugar importante en cuanto a pigmentación (Ortega, 2014).

## **2. Problemas de la pigmentación**

Existen varios factores que con el paso del tiempo y los diferentes cambios tanto en la genética como en la alimentación se han logrado acentuar:

**2.1** El alto contenido energético implementado en las dietas, tratando de reducir algunos ingredientes ricos en fibra para así poder aumentar la proporción de ingredientes energéticos, grasas y aceites.

**2.2** La síntesis de los pigmentos carotenoides tanto xantofilas y carotenos, que son fácilmente destruidos por la oxidación, además del uso de productos que son bajos en contenido de xantofilas.

**2.3** La cantidad de xantofilas administrada en la dieta que varía según: estación del año, almacén de productos, composición, etc.

**2.4** Algunos parásitos y enfermedades que afecten la pigmentación

(Zavala, 2019) (Mora, 29014)

### 3. Compuesto de los pigmentantes

**3.1 Xantofilas:** Son compuestos derivados de los carotenoides que no poseen actividad vitamínica y por ello no aportan ningún valor nutricional a los animales, se caracterizan por brindar una coloración amarilla. Los tipos de xantofilas más importantes son:

- *La luteína.* Pigmento liposoluble que poseen las algas, bacterias y plantas superiores. En la harina de alfalfa y harina de flor de Marigold. Tiene un color amarillo pardo (Palacios, 2010).
- *La zeaxantina.* Con propiedades similares a la luteína. En el maíz plata y Marigold. Tiene un color amarillo anaranjado (Palacios, 2010)
- *La capsantina.* Es un colorante que se encuentra en los pimientos rojos junto con otros carotenoides como la capsorubina presenta propiedades antioxidantes (Palacios, 2010) (Mora, 2014)

Para lograr que la piel y la yema de huevo en las aves tome un pigmento amarillo se emplea el uso de xantofilas las cuales no pueden ser sintetizadas por estos animales, por ello se incorpora adicionalmente en la ración de las aves, se ha demostrado que las xantofilas llegan hasta la sangre y son depositadas en la piel, tejidos grasos, hígado y yema de los huevos (Mora, 2014).

**3.2 Tocoferol:** Es un precursor de la vitamina E, el cual contiene una cadena saturada, y se encuentra en diferentes formas (alfa, beta, gamma y delta), son muy populares por su función como inhibidores de la oxidación lipídica, siendo el alfa tocoferol

quien mayor efecto posee sobre los otros. Son compuestos hidrofóbicos ampliamente encontrados en la naturaleza, son antioxidantes mono fenólicos encontrados principalmente en aceites y derivados vegetales. (Drago, López, Del Rosario, 2006) (Mancisidor, 2013).

Este efecto antioxidante es realizado por muchos mecanismos físicos y químicos, uno de ellos es mediante la depuración de especies de oxígeno activo y radicales libres. Otra función de los tocoferoles es como inhibidor de la síntesis del colesterol (Drago, López, Del Rosario, 2006) (Chasquibol, Lengua, Delmas, Rivera, 2003).

El tocoferol se puede encontrar de forma natural en aceites vegetales y partes verdes de las plantas, mientras que el alfa tocoferol se encuentra principalmente en los cloroplastos de las células vegetales. (Drago, López, Del Rosario, 2006).

Una desventaja del tocoferol es que su concentración se reduce altamente por efecto de condiciones extremas que sufre durante etapas de blanqueo y desodorización; el blanqueo es el proceso de refinación donde se reducen impurezas de aceites y compuestos, mientras que en la desodorización se elimina olores indeseables de los mismos. (González, Noriega, Ortega, Gámez, 2005).

## **4. Etoxiquina**

### **4.1 Aspectos generales**

La etoxiquina, 6-etxi-1,2-dihidro-2, 2,4-trimetilquinolona es un compuesto utilizado en la industria alimentaria debido a sus grandes propiedades como antioxidante, es usado también para la formulación diversas dietas para prevenir el enranciamiento producido por la oxidación tanto de grasas, pigmentos y demás, esto debido a que actúa

como un inhibidor de la oxidación interrumpiendo la etapa de propagación de radicales libre de dicha reacción oxidándose ella misma. A medida que ésta se va degradando, su concentración va disminuyendo (Valera, 2015).

Es utilizada como un aditivo para proteger de la auto combustión a los piensos durante el transporte o envío; se ha demostrado mediante mediciones de resonancia electrónica de Espín (ESR) que la etoxiquina existe en su mayoría por radical libre, que al estabilizarse por dimerización contribuye con la actividad antioxidante (Valera, 2015). También ha sido empleada para proteger sistemas de hidrocarburos no saturados debido a sus efectos anti degradantes y anti ozonizantes, por ello se ha utilizado para la conserva de aceites y harinas animal en su mayoría (Gambra, 2008).

La vía metabólica de la etoxiquina en algunas especies, se describe de la siguiente manera:

- O-desmetilación a través de una enzima CYP desconocida del citocromo P450. En este caso los principales metabolitos marcadores son 1,2-dihidro-6-hidroxi-2, 2,4-trimetilquinolina glucurónico (DHTG) y 1,2-dihidro-6-hidroxi-2, 2,4-trimetilquinolina sulfato (DHTS).
- Conjugación mediada por glucuronosiltransferasa (GST). En este caso el principal metabolito marcador es el DHTG.
- Conjugación mediada por sulfotransferasa (ST). En este caso el principal metabolito marcador es el DHTS. (Gambra, 2008) (Concha, Vivanco, 2006).

#### **4.2 Posibles efectos positivos en salud animal**

En la avicultura se ha utilizado para inhibir la oxidación de lípidos y compuestos liposolubles en el alimento como carotenos y vitaminas A y E, para mejorar la estabilidad de la proteína del pollo de engorde, esto se debe a que el incremento del consumo de peróxidos puede causar una disminución de crecimiento lo que llevaría a un efecto negativo en la eficiencia alimenticia (Gambra, 2008) (Valera, 2015).

#### **4.3 Posibles efectos negativos para la salud animal y humana**

Diversos trabajos de investigación sobre roedores demostraron un incremento en el índice de tumoraciones y problemas renales, así como también casos de tumoración a nivel del colon distal y un aumento en el índice de papilomas a nivel de vejiga y tracto urinario en machos (Gambra, 2008).

Algunos estudios sobre etoxiquina para diversos tratamientos en pollos muestran un aumento relativo del peso hepático entre los pollos alimentados con dosis de 1.000 ppm respecto de aquellos que recibieron 0, 125 o 500 ppm, siendo esta diferencia estadísticamente significativa, lo cual sugiere una potencial toxicidad (Gambra, 2008). Investigaciones han concluido sobre la toxicidad de la etoxiquina en modelos *in vitro* realizados con linfocitos humanos. Como la evaluación de la actividad genotóxica en el ensayo de aberración cromosómica sobre cultivos de linfocitos humanos, tanto en presencia del factor de activación metabólica S9 como en su ausencia. El cual se concluyó que la etoxiquina produjo aberraciones cromosómicas en las dosis empleadas, siendo los cortes y fenestraciones de la cromátida las alteraciones más frecuentes (Gambra, 2008).

## 5. Rendimiento productivo en pollos de carne

El éxito de lograr que los indicadores lleguen a expresar los mejores valores descritos para cada línea de genética de los pollos, depende principalmente del manejo que se le brinde al lote sumados con la calidad del pollo bebe con la que se esté trabajando (Díaz J, 2016).

En cuanto al correcto manejo, una de los principales pilares radica en los primeros días de vida del pollito en el cual debe contar con una amplia lista de requisitos que garanticen el óptimo desempeño de los pollitos.

- Correcta preparación del área de recepción (temperatura y densidad adecuada, cantidad de comederos y bebederos según la densidad calculada)
- Manejo de temperatura durante la etapa inicial de los pollitos según vaya requiriendo con el paso de los días
- Ventilación constante y necesaria del galpón y un programa de luz adecuado que estimule el consumo esperado
- Uniformizar el lote, llevando un control de pesos constante
- Agua y alimento limpio todos los días según lo dispuesto en cuanto a la edad del pollo bebe

Cuando todos estos factores se cumplen, se espera que los pollos de engorde alcancen su máxima capacidad productiva y esta a su vez se exprese en los siguientes indicadores:

- Ganancia de peso acumulada: es la ganancia de peso semanal acumulada desde la 1era semana de vida hasta la saca.
- Índice de conversión alimenticia (ICA): Es la cantidad de alimento que consume el pollo para producir un kilo de carne.



- Índice de Eficiencia productiva (IEP): Muestra la relación entre la ganancia de peso, conversión alimenticia y la viabilidad del lote de pollos. (ver imagen 1 y 2) (Diaz J, 2016) (Cobb-Vantress, 2015).

### III. Antecedentes

1. Martínez, M, & Cortez, A, & Ávila, E., 2004, en su investigación “Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda”, con el objetivo de evaluar el efecto pigmentante al adicionar diferentes niveles de xantofilas amarillas saponificadas de flor de cempasúchil a dietas de pollos de engorde, mediante un diseño completamente al azar de tres tratamientos con cuatro repeticiones de 20 aves cada una, siendo las dietas de 60, 70 y 80 ppm de xantofilas amarillas saponificadas de flor de cempasúchil, a dietas a base de sorgo + soya, suministradas de los 21 a los 49 días de edad. Los resultados obtenidos en parámetros productivos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( $P>0.05$ ). En lo referente a pigmentación amarilla de la piel, existió diferencia ( $P<0.05$ ).
2. Mora, C., 2014, en su investigación de “Utilización de harina de achiote (*Bixa orellana L*) como pigmentante en el engorde de pollos” con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de diferentes niveles de la harina de achiote (*Bixa orellana L.*) en los índices productivos de pollos de carne. Se empleó el Diseño Completamente al Azar DCA, y la prueba de promedios de Tukey ( $\alpha= 0.05$ ). Los resultados indican que hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para los índices productivos de: Nivel de pigmentación en el tarso y Consumo de Alimento. Para los índices productivos como: Ganancia de Peso, Índice de Conversión Alimenticia y Rendimiento de carcasa, los resultados indican que no existió diferencias estadísticas significativas.

- 3.** Gamba, R., 2008, en su investigación “Efecto de la administración de dietas con diferentes niveles de etoxiquina sobre su concentración en el músculo del salmón del atlántico”, con el objetivo de estudiar la presencia de etoxiquina en filetes de salmón del Atlántico y su concentración, obtenida después de alimentar peces con dietas que incorporan este antioxidante en diferentes concentraciones, mediante la Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento (HPLC) con detección de fluorescencia y las concentraciones detectadas fueron comparadas con los Límites Máximos Residuales de 10, 500 y 1.000 partes por billón correspondientes a las legislaciones de Alemania, los Estados Unidos de Norteamérica y Japón, respectivamente. Como resultados obtenidos se indicó una gran variabilidad individual de los peces. Además, se detectó la presencia de etoxiquina en filetes del grupo control hasta el día 21 del período post-administración de etoxiquina.

#### **IV. Hipótesis**

- 1. Hipótesis alternativa:** El uso de xantofilas saponificadas con tocoferol logra un efecto de pigmentación en piel y tarsos en pollos de engorde igual o superior a la que se obtiene con la suplementación de xantofilas saponificadas con etoxiquina., así como los índices productivos no se ven alterados por el uso de los pigmentantes de esta investigación.
  
- 2. Hipótesis nula:** El uso de xantofilas saponificadas con tocoferol no logra un efecto de pigmentación en piel y tarsos en pollos de engorde igual o superior a la que se obtiene con la suplementación de xantofilas saponificadas con etoxiquina., así como índices productivos si se ven alterados por el uso de los pigmentantes de esta investigación.

## **V. Materiales y métodos**

### **1. Lugar de ejecución**

La investigación se llevó a cabo en octubre del 2018, en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (FMV-UNMSM), Lima-Perú.

### **2. Tipo y diseño de investigación**

Es experimental y explicativa, el objetivo es cuantificar y medir el efecto de 2 productos a través del tiempo, por lo que también se considera longitudinal.

### **3. Equipos**

- El experimento se realizó en el galpón de producción avícola de la FMVUNMSM, con un área total de 135 m<sup>2</sup>. (ver cuadro 1) El galpón fue dividido en 42 corrales, dispuestos en 9 columnas de 2 m<sup>2</sup> cada una y 6 filas de 1.5 m<sup>2</sup>; los cuales fueron armados a base de tubos de PVC unidos entre sí con cintillos; como fuente de calor se utilizaron 2 criadoras infrarrojas grandes dispuestas en el centro del local y 6 criadoras pequeñas para los alrededores. Las criadoras fueron alimentadas por 1 balón de gas grande cada una, mientras que las pequeñas alimentadas por 1 balón para todas.
- El galpón es de piso de cemento y como fuente de cama se utilizó 42 sacos de viruta de madera, esparcida en cada corral, para su posterior desinfección con glutaraldehído 30%. Se contó con un pediluvio de desinfección en la puerta de ingreso y con un registro manual donde se contabilizó tanto la mortalidad como la cantidad de alimento a suministrarse diariamente, así como también alguna otra observación necesaria; dicho registro fue analizado y digitalizado cada semana desde el día 0 hasta el día 35 que culminó la prueba.

- Se contó con 42 comederos y 42 bebederos para pollos de primer día, en la fase inicial y posteriormente se reemplazó con comederos tipo tolva y bebedero de circuito cerrado tipo campana, y balanzas para el control de peso

#### **4. Población**

- Se utilizaron 1200 pollitos BB (600 machos y 600 hembras) de la línea Cobb dispuestos aleatoriamente en 6 tratamientos diferenciados entre sí con los números 1 al 6, cada tratamiento a su vez dividido en machos y hembras a lo largo del galpón.

#### **5. Vacunación**

- La vacunación se realizó en la planta de incubación, empleando una vacuna vectorizada contra la de Enfermedad de Newcastle que usa como vector al virus de la Enfermedad de Marek, aplicada por vía subcutánea; simultáneamente; las aves recibieron una vacuna a virus vivo bivalente contra Bronquitis infecciosa y Enfermedad de Newcastle aplicada por vía ocular y al llegar a la zona de crianza fueron vacunada contra Gumboro con una vacuna a virus vivo aplicada vía aerosol. (ver cuadro 3)
- Se suministró vitamina B durante los días 0, 1 y 2 de edad

#### **6. Alimentación**

El agua se suministró de manera Ad libitum, mientras que el alimento se racionalizó según los requerimientos del animal para cada semana.

#### **7. Variables independientes**

- Xantofila saponificada 2g con etoxiquina (5 ppm)
- Xantofila saponificada 2g con tocoferol (3 ppm)
- Xantofila saponificada 4g con etoxiquina (5 ppm)

- Xantofila saponificada 4g con tocoferol (3 ppm)
- Control de arroz (sin pigmentante)
- Control de maíz (sin pigmentante)

## 8. Variables dependientes

8.1 Pigmentación en piel y pigmentación en tarsos

8.2 Productivos: IEP, GDP, índice de conversión alimenticia

## 9. Operacionalización de variable

<u>Variables</u>	<u>Categorización</u>	<u>Instrumento</u>	<u>Escala de medida</u>	<u>Indicadores</u>
Pigmentación en piel	Cuantitativa	Espectrofotómetro	De razón	Luminosidad (L), enrojecimiento (C) y amarillez (H)
Pigmentación en patas y tarsos	Cualitativa	Abanico de roche	Ordinal	Escala de colores de amarillo y naranja
Peso vivo	Cuantitativo	Balanza digital	De razón	Gramo
Índice de conversión alimenticia	Cuantitativo	Fórmula matemática	De razón	Puntos de conversión

Índice de eficiencia productiva	Cuantitativo	Fórmula matemática	De razón	Puntos de eficiencia
---------------------------------	--------------	--------------------	----------	----------------------

## 10. Muestreo

- Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA) con 6 tratamientos (ver cuadro 2)
- Para el muestreo de los individuos se tomaron todos los animales de cada tratamiento tanto para los machos como para las hembras.

## 11. Ejecución del proyecto

- Un día antes de la llegada de los pollos BB los corrales quedaron debidamente armados y desinfectados para proceder a calentar el galpón hasta lograr una temperatura ideal de 32° C a nivel de la cama utilizando todas las criadoras.
- Se colocaron 28 aves por corral, cada corral debidamente identificado con etiquetas acorde a su número de tratamiento y su identificación de macho y hembra, cada tratamiento corresponde a los diferentes grupos de alimento que se desea evaluar, como medida de protección al frío se utilizó un cerco de nordex para cada corral hasta que los pollitos empezaron a crecer y se fue ampliando según requerimiento.
- Los primeros 14 días de edad las aves de todos los grupos consumieron el mismo alimento a base de una dieta especial en fase inicial sin pigmentante.
- Los días 15 al 30 aproximadamente el alimento fue diferenciado según las necesidades de los animales en fase de crecimiento y también se suministró el pigmentante para cada tratamiento según se lo establecido.



- Del día 31 al 35 que finaliza la prueba, se cambió a alimento tipo acabado, ajustándose a las necesidades nutricionales del ave.
- Muestras, a los 14 días de edad se evaluó la primera muestra (basal) de pigmento en piel y patas de los pollos de los seis tratamientos, utilizando el espectrofotómetro y el abanico de ROCHE respectivamente. A los 28 y 35 días de edad, se tomó la segunda y tercera muestra en piel y patas.

## **12. Evaluación del color**

Se realizaron mediciones del nivel de pigmentación en piel y carne del total de pollos por cada tratamiento. Las lecturas de color se realizaron con el colorímetro refractario y con el abanico de ROCHE (ver cuadro 4) a los 14 días (aves sin recibir el pigmento) y posteriormente a los días 28 y 35 (aves con pigmento)

Los indicadores de color con el colorímetro refractario son: luminosidad (L), enrojecimiento (a) y amarillez (b).

## **13. Análisis de datos**

- La información correspondiente a parámetros productivos e indicadores de pigmentación de las aves según tratamientos fueron organizados en una hoja de cálculo de Excel exportados al programa estadístico Stata/IC 14.3 (Stata Corp, College Station, TX) para los análisis correspondientes.
- Los parámetros productivos según grupo experimental fueron descritos mediante el uso de estadísticos de resumen (media y desviación estándar), durante las semanas de estudio y las comparaciones entre tratamientos fueron realizadas mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) y comparaciones múltiples de Bonferroni.

- Los indicadores de pigmentación fueron descritos utilizando medias geométricas (con sus respectivos intervalos de confianza de 95%) y las comparaciones entre tratamientos serán evaluadas igualmente mediante (ANOVA) y comparaciones múltiples de Bonferroni, para lo cual, los valores de cada indicador fueron transformados a escalas logarítmicas.
- Los análisis para los indicadores de pigmentación fueron estratificados según sexo (machos y hembras) y se realizaron además comparaciones ortogonales específicas entre los tratamientos T1 y T2 versus T5 y T6 y entre T3 y T4 versus T5 y T6. Todos los resultados fueron analizados considerando un nivel de significancia de 5%.

## Resultados

### 1. Parámetros productivos

El resultado del comportamiento productivo de los grupos experimentales evaluados a los 35 días (ver cuadro 5). En cuanto a los parámetros productivos los datos obtenidos muestran que tanto el peso vivo, la ganancia de peso acumulada, el consumo de alimento acumulado, la conversión alimenticia y el índice de eficiencia productivo se mantuvieron iguales o mayores a los controles sin pigmentante, lo que indica que los pigmentantes utilizados no interfieren con el desempeño de los productivos ( $p < 0.001$ ).

Los porcentajes de mortalidad semanal y acumulada no fueron estadísticamente diferentes entre los tratamientos durante las semanas 4 y 5 del estudio ( $p \geq 0.05$ ).

### 2. Parámetros de pigmentación

Los datos de pigmentación fueron colectados a los 14 (medición basal), 28 y 35 días de edad de las aves. La pigmentación fue medida utilizando un espectrofotómetro para evaluar los índices de color en piel de la zona desprovista de plumas de la pechuga o “vena grasa” (región “sin plumas” lateral). Las variables evaluadas con el uso del espectrofotómetro son: luminosidad (L), enrojecimiento (C) y amarillez (H). Asimismo, se realizó la medición utilizando el abanico de color de ROCHE en la piel de los tarsos. Los resultados fueron evaluados según el sexo.

## 2.1 Medición basal

- El indicador de pigmentación L (luminosidad) en hembras resultó similar entre tratamientos ( $p = 0.566$ ) (ver cuadro 6, gráfico 1 y 2). En el caso de los machos, el score L fue más alto en las aves del control con arroz (T5) (MG: 60.8 [IC 95%: 60.1-61.4]) y xantofila saponificada 2% con Etoxiquina (T1) MG: 60.8 [IC 95%: 60.3-61.2]) diferenciándose del grupo control con maíz con el menor valor de 52.5 (T7).
- Con respecto a los indicadores de pigmentación C (enrojecimiento) en las hembras, el análisis de comparaciones múltiples reportó diferencias significativas entre las aves del grupo control con arroz (T5) con un valor menor de 8.9 respecto al resto de los grupos incluyendo el control con maíz con un valor de 12.7 (T6). (ver cuadro 6, gráfico 1 y 2).
- Considerando el score de pigmentación H (amarillez) en las hembras, los valores más altos fueron obtenidos en las aves de xantofila saponificada 2% con Etoxiquina (T1) (MG: 77.7 [IC 95%: 76.71-78.7]) siendo diferentes la xantofila saponificada 2% con tocoferol (T2) y xantofila saponificada 4% con Etoxiquina (T3), y los controles con arroz y maíz. Los grupos T2, T3, y T4 fueron mayores y diferentes a los controles. En referencia a los machos, los valores más altos fueron obtenidos en las aves de xantofila saponificada 2% con Etoxiquina T1 (MG: 76.8 [IC 95%: 75.2-78.3]), seguido de xantofila saponificada 4% con Etoxiquina (T3) y xantofila saponificada 2% con tocoferol (T2), diferenciándose de ambos controles. Los grupos xantofila saponificada 4% con tocoferol (T4) fue similar al

control con maíz, pero diferentes del control con arroz (ver cuadro 6, gráfico 1 y 2).

- El indicador de pigmentación de abanico en hembras fue más alto en las aves del control con maíz T6 (MG: 2.5 [IC 95%: 2.3-2.6]) y T2 (MG: 2.4 [IC 95%: 2.22.6]), aunque los valores fueron similares para todos los grupos tratamientos. En los machos el score siguió un comportamiento diferente, encontrándose mayores valores en los grupos xantofila saponificada 2% con Etoxiquina (T1), control con maíz (T7), diferenciándose de xantofila saponificada 2% (T2), xantofila saponificada 4% con tocoferol (T4). Además, el grupo xantofila saponificada 4% con Etoxiquina (T3) se diferenció del (T6) ( $p < 0.001$ ) (ver cuadro 6, gráfico 1 y 2).
- Asimismo, para ambos sexos, las comparaciones específicas de los scores de pigmentación L (solo machos), C, H y de abanico, entre los tratamientos T1 y T2 versus T5 y T6 y entre T3 y T4 versus T5 y T6 fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.001$ ).

## **2.2 Medición del día 28**

- Los datos obtenidos en la medición del día 28 para el caso de las hembras indican que en los indicadores de luminosidad (L) y enrojecimiento (C) el T4 con tocoferol sobresale sobre los demás tratamientos seguidos por el T1 con etoxiquina, logrando así el resultado esperado para la investigación; sin embargo, en caso del indicador de amarillez (H) y el abanico de ROCHE indican un efecto

superior del T1 con etoxiquina. En el caso de los machos no se muestra diferencia significativa entre algún tratamiento. Los controles se diferenciaron claramente entre sí para ambos sexos ( $p < 0.05$ ) (cuadro 7, gráfico 3 y 4).

- Considerando el indicador de pigmentación de abanico en las hembras, se encontró diferencia significativa con los controles de arroz y maíz, pero no entre los tratamientos con etoxiquina y tocoferol ( $p > 0.05$ ) (ver cuadro 7). Asimismo, para ambos sexos, las comparaciones específicas de los scores de pigmentación C, H y de abanico, entre los tratamientos T1 y T2 versus T5 y T6 y entre T3 y T4 versus T5 y T6 fueron estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

### **2.3 Medición del día 35**

- Para los datos obtenidos en el día 35 nos indica que en cuanto al indicador L y C se impone el T1 con etoxiquina seguido por el T2 con tocoferol; mientras que para el factor H y el abanico de ROCHE el T2 y T1 sobresalen por el resto de los tratamientos. En cuanto a los machos también se puede observar una ligera ventaja en el T2 con tocoferol en cuanto a los factores L y abanico de ROCHE mientras que para el factor H la mejor puntuación la obtuvo el T4 también con tocoferol, siendo solo en el factor C el más destacado el T1 con etoxiquina (ver cuadro 8, gráfico 5 y 6).
- Considerando, el indicador de pigmentación de abanico en las hembras, las aves de xantofila saponificada 2% con tocoferol (T2) y GP xantofila saponificada 2% con Etoxiquina (T1) reportaron los valores más altos (GM: 7.3 [IC95%: 7.1-7.5] y GM: 7.2 [IC 95%: 7.0-7.3] respectivamente), diferenciándose sólo del control

con maíz. En los machos, las aves de xantofila saponificada 2% con tocoferol (T2) obtuvieron el valor más alto (MG: 7.5 [IC 95%: 7.3-7.7]) aunque no se diferenció del resto de grupos con pigmento, se observó diferencia con el control de maíz ( $p < 0.05$ ). El control de arroz (T5) fue excluido del análisis debido a la presencia de valores de pigmentación de abanico duplicados para todas las aves de este tratamiento (ver cuadro 8, gráfico 5 y 6).

- Las comparaciones específicas en ambos sexos para los indicadores de pigmentación C, H y de abanico entre los tratamientos T1 y T2 versus T5 y T6 y entre T3 y T4 versus T5 y T6 fueron estadísticamente significativas para los tratamientos con xantofilas saponificadas en comparación con los controles ( $p < 0.001$ ).

## Discusión

1. Se puede demostrar que ambos antioxidantes funcionan perfectamente y casi sin ninguna diferencia significativa para la función establecida según lo menciona Gambra R, 2008 sobre el gran efecto de la etoxiquina como antioxidante y Drago, López & Del Rosario, 2006 sobre el tocoferol.
2. Según Gambra, 2008 y Valera, 2015 mencionan que, la etoxiquina podría afectar negativamente la eficiencia de conversión en pollos, debido a su efecto oxidativo en lípidos y vitaminas, con los datos obtenidos se puede apreciar que el grupo con etoxiquina con 2g, cumple con dicha hipótesis; sin embargo, el grupo con etoxiquina con 4g, no presenta el mismo caso, esto quizá a la diferencia de dosis utilizadas en uno y otro tratamiento.
3. Según lo mencionado por Martínez, Cortez & Ávila (2004) y según Mora (2014), respecto al efecto positivo de coloración de la piel y tarsos al utilizar xantofilas como pigmentante, queda demostrado también en esta investigación que las xantofilas tuvieron el efecto positivo deseado para el mercado peruano respecto a los controles de maíz y arroz.
4. En cuanto a los parámetros productivos los resultados coinciden con lo que menciona (Martínez, Cortez & Ávila, 2004) donde comparten la opinión, en base a sus resultados demostrando que el uso de pigmentantes naturales, en este caso la xantofila utilizada junto con los aditivos agregados, no intervienen en el proceso natural de los pollos en cuanto a ganancia de peso diario, índice de conversión alimenticia e índice de eficiencia productiva.



5. Los parámetros productivos obtenidos en este estudio difieren con lo que dispone (Cobb-vantress, 2015) respecto al peso promedio, solo el grupo con etoxiquina con 2g, el grupo con tocoferol con 4g y el control con maíz mostraron un peso menor al esperado en la guía de Cobb para la edad evaluada mientras que los tratamientos restantes superaron el estándar que la línea indica; esto puede deberse a la disposición de los corrales a lo largo del galpón, así como también a la cantidad de animales en cada corral, ya que teniendo un espacio mayor o menor para movilizarse influye en el peso que ganarían los animales, otra razón es porque a menor número de animales, más alimento podrán consumir las demás aves restantes. En cuanto al ICA, solo los tratamientos con tocoferol con 2g y etoxiquina con 4g, se ajustan a los estándares de la línea, mientras que los demás tratamientos difieren a la guía de manejo, esto puede deberse a diferentes factores entre los cuales están el diseño del galpón y sus corrales, el manejo de temperatura y ventilación que se les brindo a los pollitos, el tipo de alimento utilizado y su distribución hacia los corrales, así como también la genética y la calidad del pollito entregado para la investigación para la ICA

## **Conclusiones.**

- En los tratamientos con etoxiquina o tocoferol a diferentes dosis, la pigmentación de piel y tarsos de los pollos, no mostraron una diferencia estadísticamente significativa entre ellos. La pigmentación en los grupos controles versus los grupos suplementados con etoxiquina y tocoferol si mostraron una menor pigmentación estadísticamente significativa. La etoxiquina y el tocoferol tuvieron el mismo efecto pigmentante en los pollos.
- Los tratamientos suplementados con xantofilas saponificadas, etoxiquina y tocoferol a diferentes dosis, no mostraron en la ganancia de peso, una diferencia estadísticamente significativa con los controles de arroz y maíz. El suministro de etoxiquina y tocoferol no alteran la ganancia de peso en los pollos de engorde hasta los 35 días de edad.
- No se encontró diferencias estadísticamente significativas en la conversión alimenticia de los tratamientos con xantofilas y los controles. El suministro de etoxiquina y tocoferol no afectan la conversión alimenticia.
- No se encontró diferencias estadísticamente significativas en el Índice de Eficiencia Productiva entre los tratamientos con xantofilas y los controles. El suministro de etoxiquina y tocoferol no afectan el Índice de Eficiencia.

## **Recomendaciones**

- Debido a la toxicidad de la etoxiquina, demostrada en investigaciones anteriores y habiendo comprobado en esta investigación la eficacia del tocoferol, se puede considerar éste como una alternativa viable.
- Para futuras investigaciones en cuanto a parámetros productivos, considerar trabajar en galpones automatizados a fin de que factores como manejo y control de temperatura, así como el llenado de alimento sea lo más equitativo posible para cada tratamiento.
- Tener en cuenta para una complementación de esta investigación, realizar un estudio sobre el costo-beneficio de los productos evaluados.

## **Referencias bibliográficas**

1. Chasquibol, N, Lengua, L, Delmas, I, Rivera, D (2003) *Alimentos funcionales o fitoquímicos, clasificación e importancia* (tesis pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.
2. Concha, G, & Vivanco, J. (2006) *Evaluación de la rancidez oxidativa y la frescura del músculo de salmón coho (oncorhynchus kisutch) alimentado con dietas adicionadas de antioxidantes naturales y conservado al estado congelado (-18° C)* (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Chile.
3. Cobb-Vantress. (2015). Guía de manejo de pollo de engorde. Recuperado de [www.cobb-vantress.com](http://www.cobb-vantress.com)
4. Cuca, M, Pino, J, Mendoza, C (1963) *Uso de pigmentos en la alimentación de aves.* (tesis pregrado). Centro nacional de investigaciones pecuarias S.A.G., México
5. Diaz, J. (Julio del 2016). Una herramienta útil para el avicultor. *Plantilla de pollo de engorde Pronavicola*. Pronavicola. Lima, Perú
6. Drago, M, López, M, Del Rosario, T (2006) *Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal* (tesis pregrado). UAM, Xochimilco, México.
7. Gamba, R. (2008) *Efecto de la administración de dietas con diferentes niveles de etoxiquina sobre su concentración en el músculo del salmón del atlántico (Salmo salar)* (tesis pregrado). Universidad de Chile, Chile.
8. González, A, Olivia, A (2018) *Estudio de prefactibilidad de sustitución de antioxidante etoxiquina en harina de pescado por antioxidante sintético* (tesis pregrado). Universidad técnica Federico Santa María. Chile
9. González, L, Noriega, J, Ortega, J, Gámez, N (2005) *Cinética de adsorción de pigmentos, peróxidos y tocoferoles durante el proceso de blanqueo del aceite de soja* (tesis pregrado). Universidad de Sonora, México.
10. Mancisidor, I (2013) *Efecto del  $\alpha$ -tocoferol durante el proceso de criopreservación en espermatozoides de alpaca (Vicugna pacos)* (tesis pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos
11. Martínez, M, & Cortez, A, & Ávila, E. (2004) *Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (Tagetes erecta) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda* (tesis pregrado). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México.
12. Montilla, J. J, & Angulo, I. A. (26, 10,1984) *Pigmentantes en raciones para aves. IV Cícla Canfer. Prado Avíe., Maraey,*

13. Mora, C. (2014) *Utilización de harina de achiote (bixia orellana l) como pigmentante en el engorde de pollos* (tesis pregrado). Universidad técnica de Machala, Ecuador.
14. Muñoz, J, & Fuente, B, & Hernández, X. (2008) *Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable* (tesis pregrado). FMVZ-UNAM, México
15. Ortega, O. (2014) *Efectos de la adición de pigmentos a la dieta de gallinas ponedoras sobre su desempeño productivo y calidad del huevo* (tesis pregrado). Recinto Universitario de Mayagüez. Universidad de Puerto Rico
16. Revista endocrinológica de nutrición vol.2 (10,2004) Antioxidantes y Aterosclerosis. *Sociedad mexicana de nutrición y endocrinología*
17. U. europea. (8,6,2017) REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) 2017/962 DE LA COMISIÓN de 7 de junio de 2017 por el que se suspende la autorización de la etoxiquina como aditivo en piensos para todas las especies y categorías animales. *Diario oficial de la UE*.
18. Valdivia, A, & Luna-López, M, & Ortiz-Rico, M, & Quezada, T, & Martínez-deAnda, A, & Ortiz, R, & Jaramillo-Juárez, L, & Reyes, J. (marzo del 2010). Efecto protector de etoxiquina contra la intoxicación alimentaria crónica por aflatoxinas en gallinas de postura. En J. Quesada (presidencia). *TERCERA REUNIÓN ANUAL DE LA ASOCIACIÓN DE ESPECIALISTAS EN CIENCIAS AVÍCOLAS DEL CENTRO DE MÉXICO AC*. Simposio llevado a cabo en AECACEM, Juruquilla, Querétaro, México.
19. Valera, N. (2015) *Estudio de las propiedades interfaciales de la molécula etoxiquina orientado a la formulación de emulsiones en el área de nutrición animal*. (tesis de pregrado). Universidad de Carabobo, Venezuela
20. Zavala, J. (2019) *Comparación entre pigmento natural y sintético, para la coloración de la yema de huevo en aves de postura de la hacienda “la concepción”, Pifopichincha*. (tesis pregrado). Universidad de las Américas, Ecuador

1. Cuadro de distribución de corrales según el diseño del galpón asignado para los tratamientos del 1 al 6 (con las letras M para los machos y H para las hembras)

T2 (H)	T6 (M)	T4 (H)	T4 (M)	T3 (M)	T2 (M)	T3 (M)	T4 (M)	T1 (H)
T5 (H)	T2 (H)	T1 (M)	T6 (H)	T6 (M)	T5 (M)	T4 (M)	T5 (M)	T2 (M)
T2(H)	T5 (H)	T2 (M)	T4 (H)	T1 (M)	T6 (H)	T6 (M)	T3 (H)	T1 (M)
T5 (H)	T6 (H)	T4 (M)	T3 (H)	T6 (H)	T1 (M)	T1 (H)	T4 (H)	T2 (M)
<b>ENTRADA</b>			T3(H)	T5 (M)	T3 (H)	T5 (H)	T1 (H)	T3 (M)

2. Tabla de distribución de los tratamientos evaluados y dosis de los productos usados en el estudio.

GRUPO	TRATAMIENTO
T1	Xantofila 2g con Etoxiquina
T2	Xantofila 2g con tocoferol
T3	Xantofila 4g con Etoxiquina
T4	Xantofila 4g con tocoferol
T5	Control con Arroz
T6	Control Con Maíz

3. Tabla de vacunación

Vacuna	Edad (días)	Vía de vacunación
Vacuna Enf. de Marek + NC	0	SC
Vacunas NC B1B1+IBV	0	Gota ocular
Vacuna Enf. Gumboro	10	Spray

4. Tabla de escalas de coloración del abanico de roche

Blanco	1
Amarillo pálido	2
Amarillo pálido 2	3
Amarillo claro	4
Amarillo	5
Amarillo fuerte	6
Amarillo naranja	7
Amarillo naranja 2	8
Amarillo rojizo	9
Naranja	10

5. Tabla de *Parámetros productivos evaluados de los 6 tratamientos en machos a los 35 días.*

Grupos**	PP	GP	CA	ICA	IEP
T1	2343.0 <sup>a</sup> (217.8)	2294.9 <sup>a</sup> (217.0)	3722.5 <sup>a</sup> (366.8)	1.6 <sup>ab</sup> (0.1)	339.9 <sup>a</sup> (61.8)
T2	2396.3 <sup>a</sup> (170.4)	2348.9 <sup>a</sup> (169.4)	3598.3 <sup>a</sup> (228.1)	1.5 <sup>ab</sup> (0.0)	388.6 <sup>ab</sup> (15.0)
T3	2401.8 <sup>a</sup> (140.5)	2353.9 <sup>a</sup> (139.6)	3590.8 <sup>a</sup> (144.6)	1.5 <sup>a</sup> (0.0)	405.2 <sup>b</sup> (26.3)

T4	2316.2 <sup>a</sup> (143.7)	2268.6 <sup>a</sup> (142.6)	3569.2 <sup>a</sup> (180.7)	1.6 <sup>ab</sup> (0.1)	384.2 <sup>ab</sup> (32.1)
T5	2515.6 <sup>a</sup> (152.9)	2468.8 <sup>a</sup> (152.1)	3855.4 <sup>a</sup> (165.1)	1.6 <sup>ab</sup> (0.1)	373.4 <sup>ab</sup> (17.1)
T6	2295.9 <sup>a</sup> (221.0)	2250.2 (217.9)	3667.1 <sup>a</sup> (270.8)	1.6 <sup>b</sup> (0.1)	360.6 <sup>ab</sup> (22.3)

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas.

\*\* La desviación estándar para cada grupo experimental se presenta entre paréntesis.

ND: Este grupo reportó únicamente valores duplicados (media geométrica no calculada) y no fue considerado en el análisis de comparaciones múltiples

**6. Tabla de *Distribución de scores de pigmentación\** según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación basal\*\***

Sexo	Scores	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Hembras	L	60.0 (59.4-60.5) <sup>a</sup>	59.2 (58.6-59.7) <sup>a</sup>	59.1 (57.6-60.6) <sup>a</sup>	59.8 (59.2-60.4) <sup>a</sup>	59.7 (59.1-60.4) <sup>a</sup>	59.9 (59.2-60.5) <sup>a</sup>
	C	14.4 (13.8-14.9) <sup>a</sup>	12.5 (12.013.0) <sup>bd</sup>	13.5 (12.914.2) <sup>ad</sup>	13.2 (12.813.7) <sup>ad</sup>	8.9 (8.5-9.3) <sup>c</sup>	12.7 (12.213.2) <sup>bd</sup>
	H	77.7 (76.7-78.7) <sup>a</sup>	70.5 (68.772.3) <sup>bc</sup>	71.8 (69.6-74.0) <sup>b</sup>	74.3 (72.875.8) <sup>ab</sup>	61.8 (59.9-63.8) <sup>d</sup>	68.9 (64.3-73.9) <sup>c</sup>
Machos	Abanico	2.1 (2.0-2.3) <sup>a</sup>	2.4 (2.2-2.6) <sup>ac</sup>	2.4 (2.2-2.5) <sup>ac</sup>	2.2 (2.1-2.3) <sup>ac</sup>	1 ND	2.5 (2.3-2.6) <sup>bc</sup>
	L	60.8 (60.3-61.2) <sup>a</sup>	59.1 (58.4-59.7) <sup>a</sup>	58.8 (58.3-59.3) <sup>a</sup>	59.5 (58.8-60.1) <sup>a</sup>	60.8 (60.1-61.4) <sup>a</sup>	52.5 (47.1-58.6) <sup>b</sup>
	C	13.8 (13.2-14.4) <sup>a</sup>	13.8 (13.2-14.4) <sup>a</sup>	13.3 (12.7-13.9) <sup>a</sup>	13.0 (12.5-13.6) <sup>a</sup>	8.6 (8.2-9.1) <sup>b</sup>	11.1 (10.6-11.6) <sup>c</sup>
	H	76.8 (75.2-78.3) <sup>a</sup>	73.6 (72.2-75.1) <sup>a</sup>	74.7 (73.1-76.3) <sup>a</sup>	71.8 (70.073.7) <sup>ac</sup>	61.2 (58.8-63.6) <sup>d</sup>	68.3 (66.270.5) <sup>bc</sup>
	Abanico	2.8 (2.6-2.9) <sup>a</sup>	2.3 (2.2-2.4) <sup>bc</sup>	2.5 (2.4-2.7) <sup>ab</sup>	2.3 (2.2-2.5) <sup>bd</sup>	1 ND	2.9 (2.7-3.1) <sup>a</sup>

\*Media geométrica (IC 95%)

\*\*Letras diferentes indican diferencias significativas



ND: Este grupo reportó únicamente valores duplicados (media geométrica no calculada) y no fue considerado en el análisis de comparaciones múltiples

7. Tabla de *Distribución de scores de pigmentación\* según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación a los 28 días\*\**

Sexo	Scores	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Hembras	L	60.6 (59.961.4) <sup>ab</sup>	59.9 (59.060.8) <sup>ab</sup>	58.8 (58.1-59.5) <sup>b</sup>	60.9 (59.8-62.1) <sup>a</sup>	60.4 (59.761.0) <sup>ab</sup>	60.0 (59.360.8) <sup>ab</sup>
	C	18.81 (18.0-19.7) <sup>a</sup>	17.7 (17.118.4) <sup>ac</sup>	18.5 (17.619.4) <sup>ac</sup>	18.9 (18.2-19.7) <sup>a</sup>	10.7 (10.311.2) <sup>bde</sup>	12.9 (12.213.6) <sup>be</sup>
	H	79.1 (77.7-80.6) <sup>a</sup>	76.7 (75.1-78.4) <sup>a</sup>	76.9 (75.5-78.3) <sup>a</sup>	76.2 (74.5-78.0) <sup>a</sup>	61.6 (59.5-63.8) <sup>b</sup>	69.3 (67.2-71.4) <sup>c</sup>
Machos	Abanico	5.3 (5.1-5.5) <sup>a</sup>	5.0 (4.8-5.2) <sup>ab</sup>	4.6 (4.4-4.8) <sup>bc</sup>	5.2 (5.0-5.5) <sup>a</sup>	1 ND	3.0 (2.8-3.2) <sup>d</sup>
	L	60.4 (59.4-61.4) <sup>a</sup>	59.4 (58.7-60.1) <sup>a</sup>	59.5 (58.9-60.1) <sup>a</sup>	60.9 (60.3-61.6) <sup>a</sup>	60.8 (60.1-61.6) <sup>a</sup>	60.8 (60.1-61.5) <sup>a</sup>
	C	17.6 (16.9-18.3) <sup>a</sup>	17.8 (16.8-18.7) <sup>a</sup>	18.0 (17.2-18.7) <sup>a</sup>	17.6 (16.9-18.5) <sup>a</sup>	9.9 (9.5-10.4) <sup>b</sup>	12.6 (11.3-14.1) <sup>c</sup>
	H	76.7 (75.5-78.0) <sup>a</sup>	74.6 (72.7-76.6) <sup>a</sup>	77.1 (75.7-78.5) <sup>a</sup>	76.1 (74.7-77.5) <sup>a</sup>	63.6 (61.2-66.1) <sup>b</sup>	68.2 (66.1-70.3) <sup>c</sup>
	Abanico	5.3 (5.2-5.5) <sup>a</sup>	5.5 (5.3-5.7) <sup>a</sup>	5.7 (5.4-5.9) <sup>a</sup>	5.5 (5.3-5.8) <sup>a</sup>	1 ND	3.4 (3.2-3.6) <sup>b</sup>

\*Media geométrica (IC 95%)

\*\*Letras diferentes indican diferencias significativas

ND: Este grupo reportó únicamente valores duplicados (media geométrica no calculada) y no fue considerado en el análisis de comparaciones múltiples

8. Tabla de *Distribución de scores de pigmentación\** según tratamientos y estratificado por sexo durante la evaluación 35 días\*\*

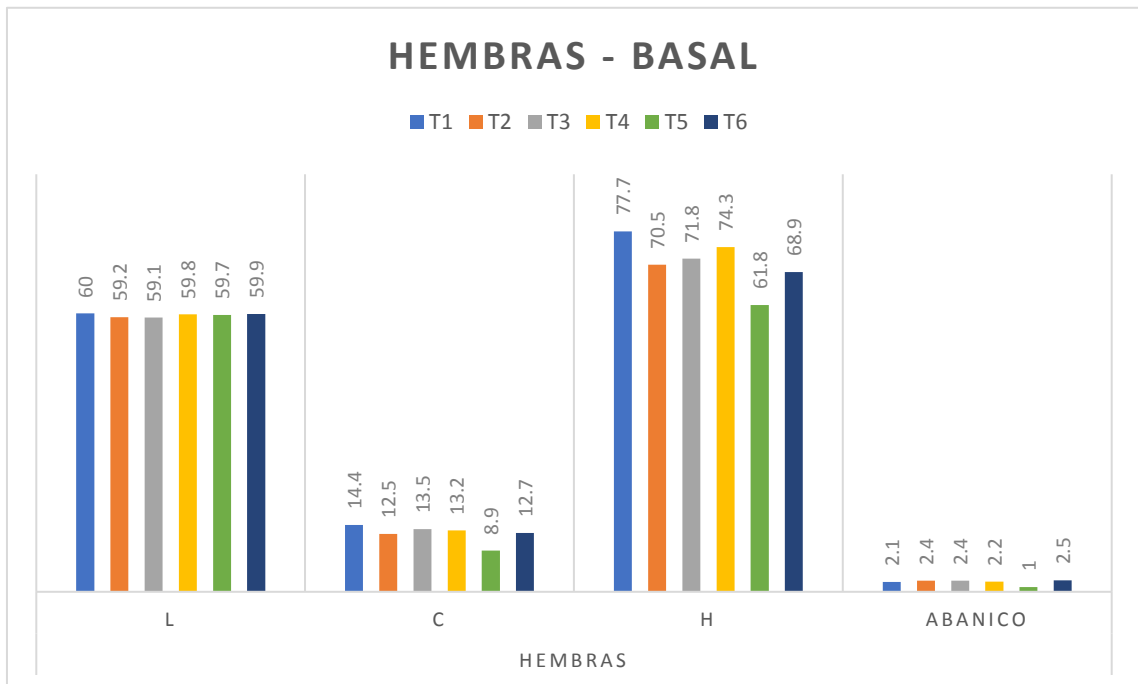
Sexo	Score	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Hembras	L	60.2 (59.5-60.9) <sup>a</sup>	59.7 (58.5-60.9) <sup>a</sup>	59.5 (58.5-60.5) <sup>a</sup>	59.5 (58.9-60.2) <sup>a</sup>	59.8 (59.0-60.5) <sup>a</sup>	59.4 (58.7-60.2) <sup>a</sup>
	C	22.4 (21.5-23.4) <sup>a</sup>	21.3 (20.5-22.1) <sup>b</sup>	19.9 (19.120.7) <sup>bd</sup>	19.9 (19.220.7) <sup>bc</sup>	12.0 (11.4-12.7) <sup>f</sup>	13.2 (12.6-13.8) <sup>f</sup>
	H	81.5 (80.6-82.5) <sup>a</sup>	80.3 (79.0-81.7) <sup>a</sup>	79.7 (78.4-81.0) <sup>a</sup>	78.8 (77.3-80.4) <sup>a</sup>	66.8 (64.9-68.7) <sup>b</sup>	71.4 (69.3-73.6) <sup>c</sup>
Machos	Abanico	7.2 (7.0-7.3) <sup>a</sup>	7.3 (7.1-7.5) <sup>a</sup>	6.8 (6.6-7.0) <sup>a</sup>	6.9 (6.7-7.2) <sup>a</sup>	1 ND	3.0 (2.8-3.2) <sup>c</sup>
	L	58.8 (58.1-59.5) <sup>a</sup>	59.6 (59.0-60.3) <sup>a</sup>	58.7 (58.0-59.3) <sup>a</sup>	59.3 (58.6-60.1) <sup>a</sup>	59.8 (59.0-60.6) <sup>a</sup>	60.1 (59.3-60.8) <sup>a</sup>
	C	20.4 (19.7-21.2) <sup>a</sup>	20.1 (19.4-20.8) <sup>a</sup>	18.1 (17.3-18.8) <sup>b</sup>	18.6 (17.719.6) <sup>ab</sup>	12.0 (11.3-12.8) <sup>c</sup>	12.0 (11.4-12.7) <sup>c</sup>
	H	79.2 (77.880.7) <sup>ab</sup>	78.9 (77.480.5) <sup>ab</sup>	76.5 (74.9-78.3) <sup>a</sup>	81.1 (79.5-82.7) <sup>b</sup>	68.2 (66.1-70.4) <sup>c</sup>	69.4 (67.1-71.8) <sup>c</sup>
	Abanico	7.4 (7.2-7.6) <sup>a</sup>	7.5 (7.3-7.7) <sup>a</sup>	7.1 (6.8-7.4) <sup>a</sup>	7.3 (7.2-7.5) <sup>a</sup>	1 ND	3.8 (3.6-4.1) <sup>b</sup>

\*\*Media geométrica (IC 95%)

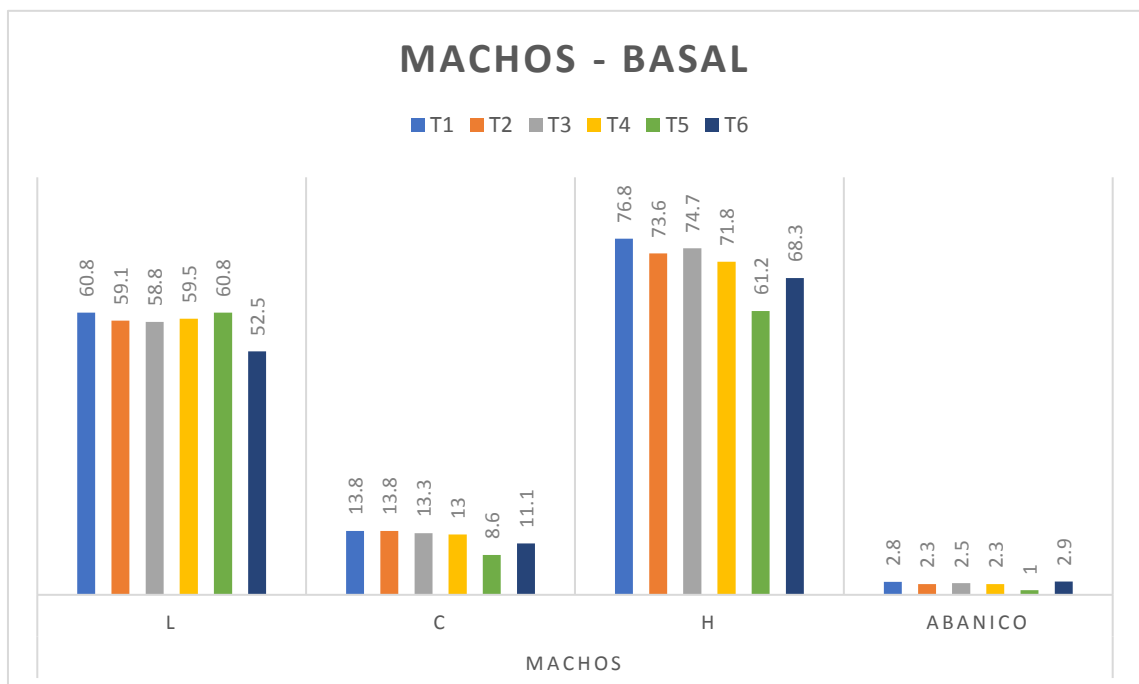
\*\*Letras diferentes indican diferencias significativas

ND: Este grupo reportó únicamente valores duplicados (media geométrica no calculada) y no fue considerado en el análisis de comparaciones múltiples

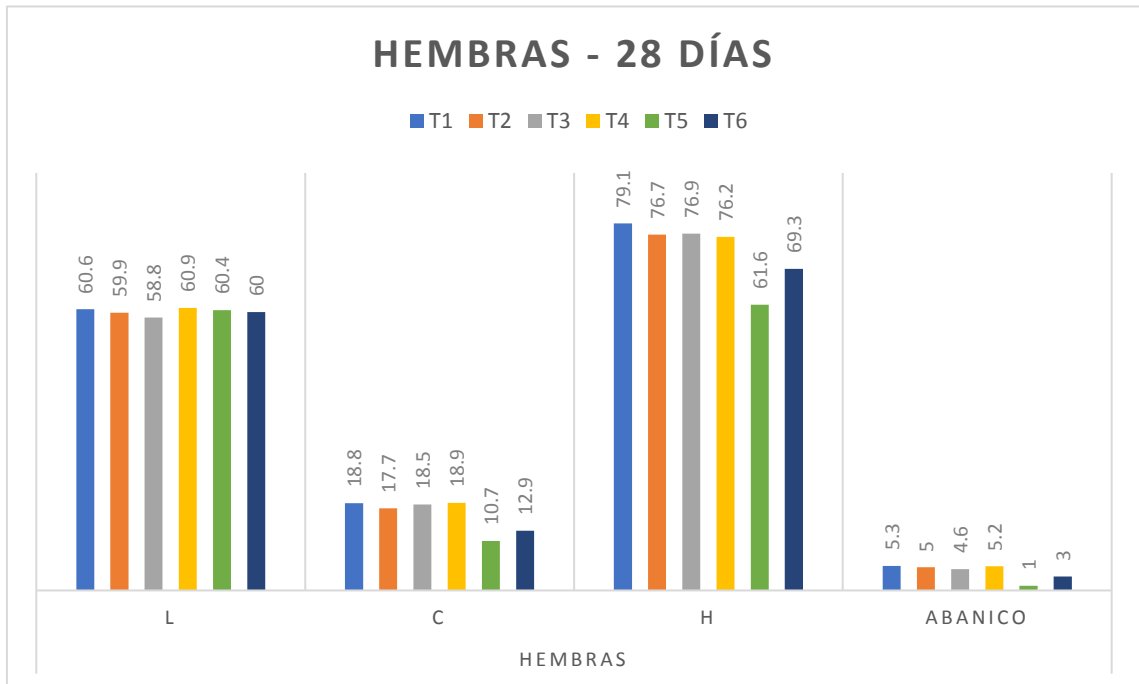
9. Gráfico 1 Evaluación de pigmentación basal (14 días) en hembras.



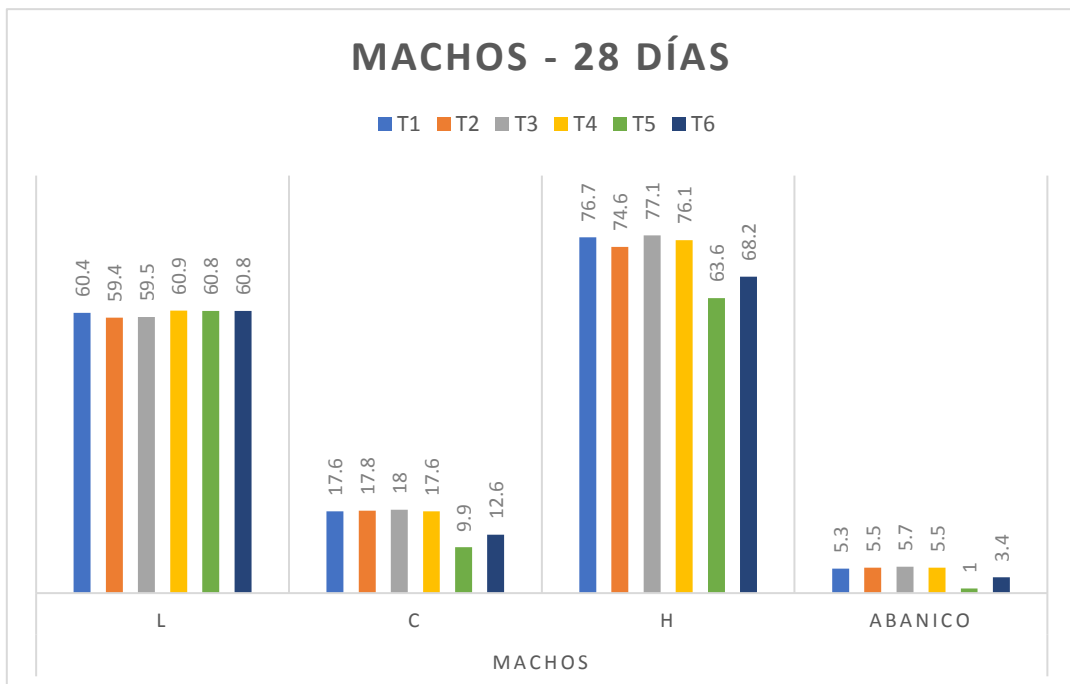
10. Gráfico 2. Evaluación de pigmentación basal (14 días) en machos



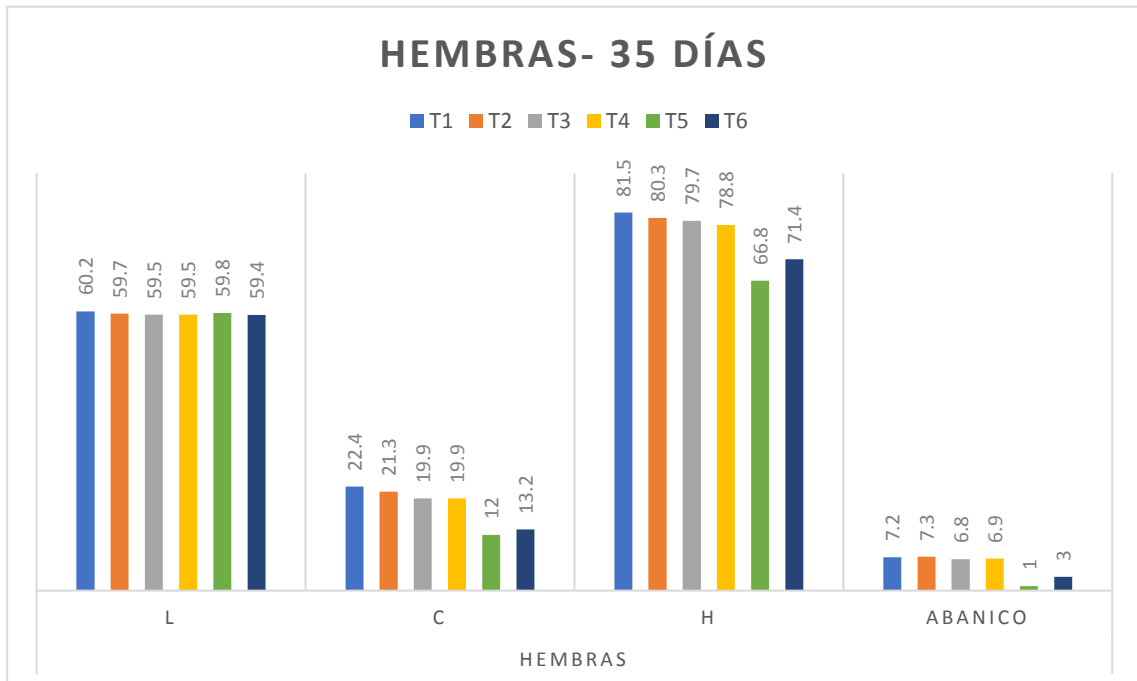
11. Gráfico 3. Evaluación de pigmentación a los 28 días de edad (evaluación 1) en las aves hembras.



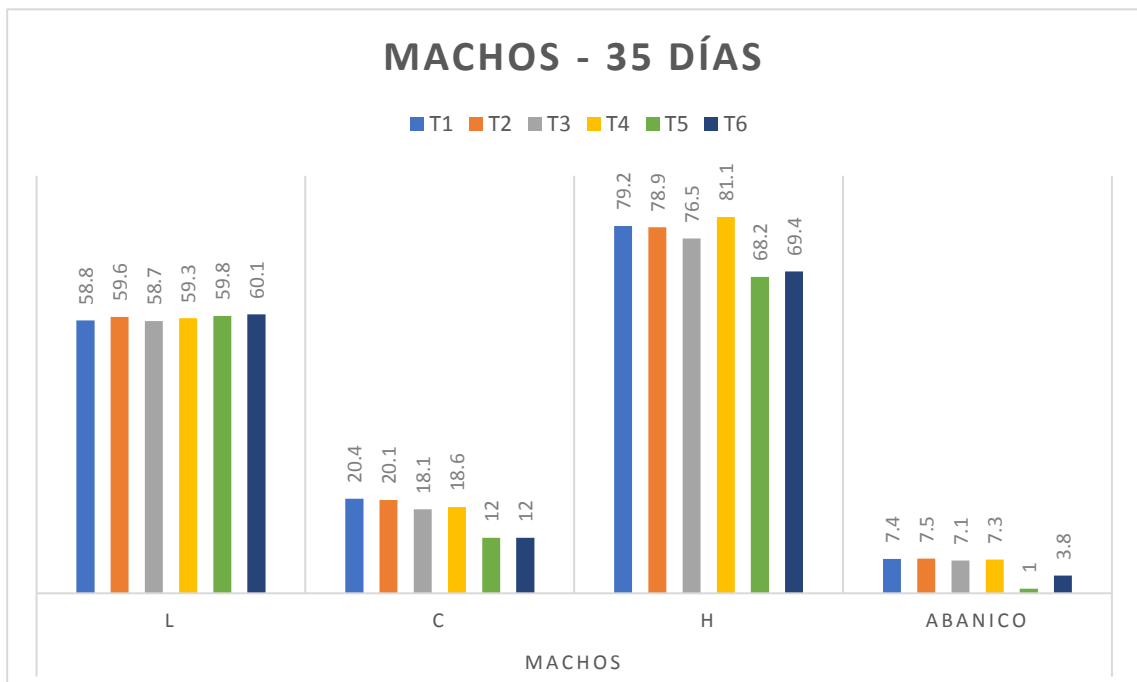
12. Gráfico 4. Evaluación de pigmentación a los 28 días de edad (evaluación 1) en las aves machos.



13. Gráfico 5. Evaluación de pigmentación a los 35 días de edad (evaluación 2) en las aves hembras.



14. Gráfico 6. Evaluación de pigmentación a los 35 días de edad (evaluación 2) en las aves machos.



15. Imagen 1. Guía de parámetros productivos (machos) de la línea Cobb según la edad del ave

MACHOS						
Edad en días	Peso para la edad (g)	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	42					
1	63					
2	74					
3	90					
4	110					
5	135					
6	164					
7	<b>194</b>	<b>30</b>	<b>27,6</b>	<b>0,75</b>		<b>146</b>
8	230	36	28,8	0,79	37	183
9	271	41	30,1	0,83	43	226
10	316	45	31,6	0,87	50	276
11	366	49	33,2	0,91	57	333
12	418	53	34,8	0,95	64	397
13	474	56	36,5	0,99	74	471
14	<b>534</b>	<b>60</b>	<b>38,1</b>	<b>1,02</b>	<b>76</b>	<b>547</b>
15	597	63	39,8	1,05	80	627
16	664	67	41,5	1,08	87	714
17	733	70	43,1	1,10	93	807
18	806	73	44,8	1,13	107	914
19	882	76	46,4	1,16	112	1027
20	960	79	48,0	1,19	116	1143
21	<b>1042</b>	<b>81</b>	<b>49,6</b>	<b>1,21</b>	<b>120</b>	<b>1263</b>
22	1125	84	51,2	1,23	125	1388
23	1212	86	52,7	1,25	131	1519
24	1300	89	54,2	1,27	138	1657
25	1391	91	55,6	1,29	143	1800
26	1484	93	57,1	1,32	151	1951
27	1579	95	58,5	1,34	158	2109
28	<b>1675</b>	<b>97</b>	<b>59,8</b>	<b>1,36</b>	<b>164</b>	<b>2273</b>
29	1774	98	61,2	1,38	169	2441
30	1874	100	62,5	1,40	173	2615
31	1975	101	63,7	1,41	177	2792
32	2078	103	64,9	1,43	181	2973
33	2182	104	66,1	1,45	185	3159
34	2286	105	67,2	1,46	189	3348
35	<b>2392</b>	<b>106</b>	<b>68,3</b>	<b>1,48</b>	<b>192</b>	<b>3540</b>
36	2499	107	69,4	1,49	195	3735

Tabla de objetivos de desempeño de las aves machos. Guía de manejo de pollo de engorde. Cobb-vantress (2015)

16. Imagen 1. Guía de parámetros productivos (hembras) de la línea Cobb según la edad del ave

HEMBRAS						
Edad en días	Peso para la edad (g)	Ganancia diaria (g)	Ganancia diaria promedio (g)	Conversión alimenticia acumulada	Consumo diario de alimento (g)	Consumo de alimento acumulado (g)
0	42					
1	63					
2	74					
3	89					
4	108					
5	133					
6	162					
7	<b>191</b>	<b>29</b>	<b>28,3</b>	<b>0,76</b>		<b>145</b>
8	227	36	29,7	0,80	36	181
9	267	40	31,0	0,84	43	224
10	310	43	32,6	0,88	50	274
11	358	48	34,1	0,92	56	330
12	409	51	35,7	0,96	63	393
13	464	54	37,2	1,00	70	463
14	<b>521</b>	<b>58</b>	<b>38,8</b>	<b>1,03</b>	<b>72</b>	<b>535</b>
15	582	60	40,3	1,05	76	611
16	645	63	41,8	1,08	83	694
17	711	66	43,3	1,10	89	783
18	779	68	44,7	1,13	96	881
19	849	70	46,1	1,16	107	988
20	921	72	47,4	1,19	112	1100
21	<b>995</b>	<b>74</b>	<b>48,7</b>	<b>1,22</b>	<b>115</b>	<b>1215</b>
22	1071	76	49,9	1,25	120	1335
23	1148	77	51,1	1,27	124	1459
24	1227	79	52,3	1,29	128	1587
25	1307	80	53,4	1,31	131	1718
26	1389	81	54,5	1,34	137	1855
27	1471	82	55,5	1,36	143	1996
28	<b>1554</b>	<b>83</b>	<b>56,5</b>	<b>1,38</b>	<b>148</b>	<b>2146</b>
29	1638	84	57,4	1,40	151	2297
30	1723	85	58,3	1,42	154	2451
31	1808	85	59,2	1,44	156	2607
32	1894	86	60,0	1,46	159	2766
33	1980	86	60,8	1,48	162	2928
34	2067	86	61,5	1,50	164	3092
35	<b>2153</b>	<b>87</b>	<b>62,2</b>	<b>1,51</b>	<b>166</b>	<b>3258</b>
36	2240	87	62,9	1,53	169	3427

Tabla de objetivos de desempeño de las aves machos. Guía de manejo de pollo de engorde. Cobb-vantress (2015)