UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA

TESIS

“Efecto de la xantina y cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: MÉDICO VETERINARIO – ZOOTECNISTA

AUTOR:

Bach. SERRANO BARCENA, Christian Silvio

ASESOR:

Dr. HUANCA FRIAS, René Eduardo

Puerto Maldonado, abril del 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA - ZOOTECNIA

TESIS

“Efecto de la xantina y cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: MÉDICO VETERINARIO – ZOOTECNISTA

AUTOR:

Bach. SERRANO BARCENA, Christian Silvio

ASESOR:

Dr. HUANCA FRIAS, René Eduardo

Puerto Maldonado, abril del 2026

RST-RI_Efecto de la xantina y cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	7%	1%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	fdocumenti.com Fuente de Internet	1%
5	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	cienciaspecuarias.inifap.gob.mx Fuente de Internet	1%
7	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliografía	Activo		

DEDICATORIA

A Dios por darme sabiduría, inteligencia, fortaleza y oportunidad de proseguir el estudio superior y cumplir mi sueño de ser un profesional.

A mis hijos Walter Gustado y Marcos Didier por ser cada día la motivación de seguir adelante en los estudios a pesar de ser un adulto medio con carga familiar y laboral.

A mi compañera de vida y a mis padres por sus constantes oraciones, consejería espiritual y apoyo económico.

A mis docentes y compañeros que contribuyeron directa e indirectamente en del desarrollo y ejecución de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater “Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios”. A la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Medicina Veterinaria-Zootecnia.

A mi asesor el Dr. René Eduardo Huanca Frías, quien no solo fue un mentor importante en mi formación veterinaria, sino también una persona que me acompañó en múltiples aspectos durante mi trayectoria académica y vida personal. Su conocimiento, su paciencia y su cercanía han sido esenciales para llegar hasta este momento por su apoyo y orientación en la presente investigación.

A mis jurados, por el aporte, consejos y críticas constructivas para mejorar mí trabajo de investigación.

A mi familia y en especial a Indira F., María F. kelvin F y Sharon R. que, con mucho esfuerzo, proveyeron el soporte económico incondicional, por las palabras de ánimo que me dieron la fortaleza emocional y mental para que cumpla la meta de ser Médico Veterinario-Zootecnista.

PRESENTACIÓN

La pigmentación de la piel es un factor concluyente en la industria avícola, ya que influye significativamente en la percepción del consumidor y en la valoración del producto final. Los consumidores asocian la coloración de la piel de las aves con la frescura, la calidad y, en algunos casos, con propiedades nutricionales específicas. Los carotenoides como compuestos orgánicos se encuentran naturalmente en plantas y microorganismos, y son responsables de los colores rojo, naranja y amarillo en los alimentos, frutas y verduras. En las aves, los carotenoides son esenciales para la pigmentación de la piel y las plumas, y también pueden tener efectos beneficiosos para la salud.

La xantina y la cantaxantina son dos carotenoides ampliamente utilizados en la industria avícola para mejorar la pigmentación de las aves, especialmente en pollos de carne. A pesar de los beneficios de la xantina y la cantaxantina, su aplicación directa puede presentar desafíos. Estos compuestos pueden ser sensibles a factores ambientales como la luz, el oxígeno y la temperatura, lo que puede afectar su estabilidad y biodisponibilidad. Además, la dosificación precisa puede ser difícil de lograr, lo que podría afectar la uniformidad de la pigmentación de los pollos.

La encapsulación de la cantaxantina ofrece una solución prometedora para superar estos desafíos. La encapsulación implica recubrir los compuestos activos con una matriz protectora, como polímeros o lípidos, que los aísla del entorno externo y proporciona una liberación controlada. Esto puede mejorar la estabilidad de los carotenoides y garantizar su entrega eficiente en el tracto digestivo de las aves, mejorando así su biodisponibilidad y mejora de la estabilidad de los carotenoides durante el almacenamiento y la manipulación.

RESUMEN

La creciente demanda de carne de pollo ha impulsado el uso de pigmentos en la dieta de los pollos para mejorar la apariencia de su piel, lo que facilita su aceptación en el mercado, ya que una coloración adecuada se asocia con frescura y calidad. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la xantina y la cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne. Se utilizó un diseño experimental con 196 pollos distribuidos en tres tratamientos: control (sin pigmento), 0.01%, 0.02% y 0.03% de xantina y cantaxantina. Los pollos fueron evaluados a los 42 días de edad en el distrito de Tambopata, a 238 metros de altitud. Los resultados mostraron que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada mejoraron significativamente la pigmentación. El grupo control presentó una pigmentación mínima (0.39 ± 0.50). Los pollos alimentados con xantina al 0.01% alcanzaron una pigmentación de 2.43 ± 0.50, mientras que los tratados con cantaxantina al 0.01% lograron 4.36 ± 0.49. A concentraciones de 0.02%, la xantina alcanzó 5.50 ± 0.51 y la cantaxantina 8.39 ± 0.50, logrando una coloración óptima para la comercialización. Sin embargo, al 0.03%, la xantina alcanzó 8.46 ± 0.51, mientras que la cantaxantina provocó una sobrepigmentación (12.39 ± 0.50), superando los niveles ideales para el mercado. En conclusión, la adición de 0.02% de cantaxantina encapsulada o 0.03% de xantina es efectiva, pero el uso de 0.03% de cantaxantina debe evitarse debido a la sobrepigmentación observada.

Palabras clave: Pigmentos, carotenoides, xantofilas, broilers.

ABSTRACT

The growing demand for chicken meat has driven the use of pigments in the diet of chickens to improve the appearance of their skin, which facilitates their market acceptance, as proper coloration is associated with freshness and quality. The objective of this study was to evaluate the effect of xanthine and encapsulated canthaxanthin on the pigmentation of broiler chickens. A total of 196 chickens were used in an experimental design with three treatments: control (without pigment), 0.01%, and 0.02% xanthine and canthaxanthin. The chickens were evaluated at 42 days of age in the Tambopata district, at 238 meters above sea level. The results showed that both xanthine and encapsulated canthaxanthin significantly improved pigmentation. The control group showed minimal pigmentation (0.39 ± 0.50). Chickens fed 0.01% xanthine reached a pigmentation of 2.43 ± 0.50, while those treated with 0.01% canthaxanthin achieved 4.36 ± 0.49. At 0.02% concentrations, xanthine reached 5.50 ± 0.51 and canthaxanthin 8.39 ± 0.50, achieving optimal coloration for commercialization. However, at 0.03%, xanthine reached 8.46 ± 0.51, while canthaxanthin caused overpigmentation (12.39 ± 0.50), exceeding the ideal market levels. In conclusion, the addition of 0.02% encapsulated canthaxanthin or 0.03% xanthine is effective, but the use of 0.03% canthaxanthin should be avoided due to the observed overpigmentation.

Keywords: Pigments, carotenoids, xanthophylls, broilers.

INTRODUCCIÓN

La avicultura se ha visto impulsado por una demanda sostenida durante los últimos 15 años. Además, se destaca su importancia como una actividad para combatir la pobreza que afecta en todo el mundo, ya que la industria avícola contribuye significativamente desde una perspectiva social, proporcionando una fuente importante de proteína y ofreciendo un alimento que suele ser accesible en los mercados (1).

Las propiedades beneficiosas de los compuestos pigmentantes han sido objeto de múltiples estudios debido a su potencial comercial, que incluye su origen natural, bajo nivel de toxicidad y gran versatilidad. Estas propiedades han impulsado un interés cada vez mayor en la producción comercial de pigmentos naturales, que no necesitan certificación y pueden emplearse sin generar dudas (2).

Se señala que el depósito de xantofilas en la pigmentación de la carne inicia aproximadamente entre 4 y 8 horas tras la ingestión; sin embargo, algunos autores sostienen que esta deposición no ocurre hasta después de 48 horas de haber consumido la dieta (3).

Gracias a los avances en nutrición y genética, las aves necesitan menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación. Sin embargo, ante la competencia del mercado, los productores de pollo han optado por añadir pigmentos en la dieta de las aves, logrando que los consumidores asocien la apariencia del producto con la frescura y la salud de las aves (4).

Existen tres carotenoides de relevancia económica que se incorporan en la alimentación avícola. El primero es el Etil-éster del ácido apocarotenoico, de origen sintético y de tonalidad amarillo-naranja, conocido como apoéster. Le sigue la Luteína, un pigmento amarillo presente en diversos vegetales como la alfalfa, los granos de maíz y la flor de cempasúchil. Finalmente, está la Zeaxantina, un compuesto de color naranja que se encuentra en plantas como la alfalfa, el maíz, la flor de cempasúchil y la caléndula (5).

La evaluación del color puede realizarse mediante observación visual, con o sin el apoyo de un estándar visual previamente establecido. Para ello, se emplean herramientas como el abanico colorimétrico, las tarjetas de color de Hoechst y otros instrumentos similares. Estas evaluaciones utilizan una escala numérica de fácil interpretación, vinculada a las exigencias del mercado. Por ejemplo, en el abanico colorimétrico, los valores van del 1 al 15, abarcando tonalidades que van del amarillo al rojo. Según estudios y recomendaciones de especialistas, se considera que la carne de pollo resulta más atractiva y de mejor calidad cuando su color se encuentra entre los valores 3 y 9, en concordancia con las preferencias del consumidor (6).

Las aves no producen de manera natural los pigmentos requeridos para la coloración de la yema del huevo ni para la pigmentación de la piel de los pollitos, dependiendo exclusivamente de los pigmentos que obtienen a través de su dieta. El único pigmento natural de uso práctico es la xantofila, presente en ingredientes como el maíz, las hojas verdes de algunas plantas, el gluten de maíz, la harina de alfalfa deshidratada, el achiote, el ají peruano, el azafrán, entre otros (1).

ÍNDICE

DEDICATORIA……

AGRADECIMIENTO……..

PRESENTACION……

RESUMEN……

ABSTRACT……..

INTRODUCCION……

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1. Descripción del problema..... 1

1.2. Formulación del problema. 2

1.2.1. Problema general:..... 2

1.2.2. Problemas específicos:..... 2

1.3. Objetivos..... 3

1.3.1. Objetivo general:..... 3

1.3.2. Objetivos específicos:..... 3

1.4. Variables..... 3

1.4.1. Dependiente..... 3

1.4.2. Independiente..... 3

1.5. Operacionalización de variables..... 4

1.6. Hipótesis..... 5

1.7. Justificación..... 6

1.8. Consideraciones éticas. 7

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 8

2.1. Antecedentes de estudio..... 8

2.2. Marco teórico. 11

2.2.1. Pigmentos..... 11

2.2.2. Pigmentación de pollos..... 11

2.2.3. Clasificación de los pigmentos 12

2.2.4. Carotenoides 12
2.2.5. Factores de pigmentación de la piel de pollos 12
2.2.6. Uso de la cinta colorimétrica o abanico colorimétrico 13
2.2.7. Dosis de pigmentos 13
2.2.8. Digestión de los pigmentos 13
2.2.9. Métodos de evaluación de la pigmentación de pollos 14
2.3. Definición de términos 14
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 16
3.1. Tipo de estudio 16
3.2. Diseño del estudio. 16
3.3. Población y muestra. 16
3.4. Ubicación del área de estudio. 17
3.5. Métodos y técnicas. 18
3.6. Tratamiento de los datos 20
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 21
DISCUSIÓN 29
CONCLUSIONES 34
SUGERENCIAS 35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36
Anexos 40
Anexo 1: Operacionalizacion de variables……..
Anexo 2: Matriz de consistencia……
Hipótesis general…….
Anexo 3: Registro de evaluación de la pigmentación de la piel de pollos……..
Anexo 4: Panel fotográfico……..

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne..... 21

Tabla 2. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne..... 23

Tabla 3. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne..... 26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne ……...36

Figura 2. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne ……...26

Figura 3. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne ……41

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

Es habitual que los productores utilicen pigmentos para mejorar la apariencia visual de la piel de los pollos, haciendo uso frecuente de pigmentos de origen sintético incorporados en la alimentación de las aves, e incluso aplicando baños de anilina en las canales o incorporando sustancias como el sudán rojo en los alimentos balanceados. Sin embargo, se sospecha que puede ser carcinogénico, lo que representa un riesgo tanto para los consumidores como un posible fraude en la calidad del producto (7).

La producción moderna de pollos de carne se basa en la alimentación balanceada, siendo necesario agregar pigmentos para lograr una coloración aceptable para el mercado, este cambio en los métodos de crianza ha generado un aumento significativo en el uso de sustancias pigmentantes en los últimos 10 años (8).

Diversas investigaciones sobre pigmentos naturales han evidenciado resultados favorables en la pigmentación de la piel, como en el caso de la incorporación de flores de Marigold en la dieta a concentraciones de 60, 70 y 80 ppm, logrando una coloración adecuada conforme a las demandas del mercado, sin afectar de manera significativa los parámetros productivos. Otros pigmentos que también han mostrado buenos resultados son la harina de camarón y la harina de alfalfa, que al incluirse entre un 15 y 20% en la dieta de las aves, contribuyen a obtener una coloración óptima (9).

Por tanto, el color de la piel del pollo juega un papel importante en la percepción, ya que influye en la aceptación o rechazo del producto. En la industria avícola, este aspecto es especialmente relevante, puesto que los consumidores suelen relacionar una coloración amarilla intensa con la calidad y el buen estado del producto, es así que los pollos con tonalidades amarillas son mejor recibidos por los consumidores, es por ello se investigó el efecto de estos dos pigmentos a base de xantofilas y cantoxantinas en pollos de carne.

1.2. Formulación del problema.

1.2.1. Problema general:

- ¿Cuál será el efecto de la Xantina y Cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne?

1.2.2. Problemas específicos:

- ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y Cantaxantina encapsulada al 0?01% sobre la pigmentación en pollos de carne?
- ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne?
- ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general:

- Evaluar el efecto de la Xantina y Cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Analizar el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne.
- Analizar el efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne.
- Analizar el efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne.

1.4. Variables.

1.4.1. Dependiente

- Pigmentación en pollos de carne.

1.4.2. Independiente

- Xantina.
- Cantaxantina encapsulada.

1.5. Operacionalización de variables

DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
VARIABLE INDEPENDIENTE **Xantina y Cantaxantina encapsulada** La Xantina y Cantaxantina encapsulada son pigmentos carotenoides utilizados en la alimentación de pollos de carne para mejorar su pigmentación. La cantaxantina encapsulada está recubierto por un material protector que ayuda a preservar su estabilidad y eficacia durante el procesamiento y el almacenamiento.	Los pigmentos se administrarán en la dieta preparada a los pollos de carne de acuerdo con el protocolo experimental, asegurando que todos los pollos reciban la misma cantidad de Xantina o Cantaxantina encapsulada.	Concentraciones de pigmento	0.01% 0.02% 0.03%	Dosis de pigmento
VARIABLE DEPENDIENTE ***Pigmentación en pollos de carne*** Se refiere al proceso mediante el cual se desarrolla y se manifiesta el color en la piel en pollos de carne que será influenciado por el uso de aditivos o pigmentos en la dieta.	La determinación de la coloración de la pigmentación se determinará mediante el abanico colorímetro Robotmatión Co. Ltd 2004	Color de la piel	Tonalidad del color (1-15)	Descripción

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

H_i: Existe una diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne con xantina y cantaxantina encapsulada.

H_0: No existe diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne con xantina y cantaxantina encapsulada.

1.6.2. Hipótesis especificas

Hi: Existe una diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01%.

H0: No existe diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01%.

Hi: Existe una diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02%.

H0: No existe diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02%.

Hi: Existe una diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03%.

H0: No existe diferencia significativa en la pigmentación de los pollos de carne sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03%.

1.7. Justificación.

La cantidad requerida de xantofilas en la dieta para asegurar una pigmentación adecuada puede variar considerablemente, dependiendo de la intensidad de color que demande específicamente el mercado (10) (11). La pigmentación de la piel del pollo se evalúa utilizando herramientas como el abanico de Roche o mediante colorimetría de reflectancia (12). La pigmentación en pollos de carne no solo responde a criterios estéticos exigidos por los consumidores, sino que también se asocia con percepciones de calidad, frescura y valor nutricional del producto final. Dentro de los aditivos utilizados para mejorar la coloración de la piel y de la canal, los carotenoides como la xantina y la cantaxantina juegan un papel fundamental debido a su capacidad para depositarse en los tejidos dérmicos y musculares, otorgando tonos amarillos o anaranjados deseables en el mercado (4).

La estabilidad de los pigmentos puede verse afectada por la luz, el oxígeno y el pH intestinal, limitando su absorción y depósito. El uso de xantina y cantaxantina encapsuladas mejora su protección, biodisponibilidad y efecto pigmentante en pollos de carne. Por ello, este estudio busco evaluar si su adición influye significativamente en la pigmentación de la piel a los 42 días de edad, cumpliendo los estándares del mercado.

Evaluar el efecto de esta forma encapsulada permitió determinar su impacto real sobre la pigmentación, garantizando un producto de mayor aceptación comercial, incrementando la competitividad de los productores avícolas y promoviendo el uso de tecnologías que mejoren la eficiencia de los suplementos alimenticios. Por lo tanto, esta investigación resulto necesaria para ofrecer alternativas prácticas y efectivas que respondan a las nuevas exigencias de calidad en la producción de carne de pollo, asegurando tantos beneficios económicos como una mejor percepción del consumidor final.

1.8. Consideraciones éticas.

El trabajo de investigación se realizó en un galpón de pollos adecuado para para garantizar el bienestar de los pollos involucrados al estudio, asegurándonos que se cumpla todos los estándares éticos y normativos relacionados con el cuidado y la salud durante el proceso experimental, tomando todas las medidas posibles para minimizar cualquier sufrimiento o estrés que puedan experimentar, tanto en términos de procedimientos experimentales como condiciones de vida aplicando los métodos efectivos y éticamente aceptables, existiendo transparencia a los procedimientos experimentales y los resultados obtenidos, así como divulgar de cualquier conflicto de intereses.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

Según Varas, B. (13), Llevó a cabo una evaluación de la pigmentación en pollos broiler de engorde en la Universidad Politécnica Salesiana en Cuenca, Ecuador. Se empleó una dieta de balanceado comercial con la adición de tres niveles adicionales de harina de alfalfa (5%, 10%, 15%). Los resultados obtenidos a la séptima semana, medidos con una cinta colorimétrica graduada de 1 a 10, mostraron que al añadir 5% de harina de alfalfa, los pollos alcanzaron un valor de 5 en la escala de pigmentación. Con 10% de harina de alfalfa, el valor aumentó a 6, reflejando una mejor pigmentación. Finalmente, con 15% de harina de alfalfa, la pigmentación alcanzó un valor de 7, lo que evidenció una pigmentación significativamente más intensa en comparación con los otros tratamientos.

La Investigación realizada por Andrade, M. J. (8) evaluó la pigmentación del pollo utilizando un pigmento orgánico derivado de la flor de Marigold (*Tagetes erecta*), centrándose en el pico y el tarso del ave. El estudio empleó dos dosis de pigmento Novafill 15: 0,5 ml/litro y 1,0 ml/litro de agua de bebida, además de un pigmentante artificial como control. Los resultados obtenidos en la última semana del estudio indicaron que, con la dosis de 1,0 ml/litro, se alcanzó un promedio de 7,89 en la escala de pigmentación, seguido por la dosis de 0,5 ml/litro con un valor de 7,62. El tratamiento control mostró un valor significativamente más bajo, con un promedio de 6,12. Estos resultados confirman que a medida que se incrementa la cantidad de pigmento en el agua de bebida, se logra una mayor intensidad de la pigmentación en el pollo, especialmente en el tarso y el pico, lo que hace que el producto sea más atractivo para el mercado.

Alcivar, Alava. D. F. (14) evaluó la pigmentación de 180 pollos Broilers alimentados con 10% de harina de achiote a partir de la cuarta semana de vida, utilizando un colorímetro DSM. Los pollos fueron distribuidos en grupos de 60 machos, 60 hembras y 60 pollos mixtos, y se observaron diferencias significativas en la pigmentación. Los machos alimentados con harina de achiote alcanzaron un valor de 7.85 en la escala de colorimetría, mientras que las hembras lograron 7.47, en comparación con los 6.18 de los pollos que no recibieron pigmentante. El estudio concluyó que la inclusión del 10% de harina de achiote en la dieta balanceada desde la cuarta semana de vida es eficaz para obtener el nivel de pigmentación más alto, especialmente en los machos, lo cual es crucial para cumplir con los requisitos de coloración exigidos por el mercado.

Moreno, Y. M. (15) evaluó la pigmentación de la piel de pollos de engorde utilizando tres concentraciones diferentes de harina de ají rocoto (0,5%, 1,0% y 1,5%) como aditivo en el balanceado, y se compararon con un grupo control que no recibió el aditivo. Los resultados obtenidos en la última semana del estudio, medidos utilizando la escala Broiler Colour Fan, indicaron que la mayor pigmentación se alcanzó con el tratamiento de 1,0% de harina de ají rocoto, que obtuvo un valor de 9.3 en la escala, reflejando una pigmentación mucho más intensa que en los otros grupos. El tratamiento con 0,5% de harina de ají rocoto alcanzó un valor de 6, mientras que el 1,5% de harina de ají rocoto presentó un valor de 8.1, lo que también mostró un aumento en la pigmentación en comparación con el grupo control, que alcanzó un valor de 5.2. Estos resultados sugieren que la adición de harina de ají rocoto mejora la pigmentación de la piel de los pollos, siendo el 1,0% el tratamiento más efectivo para lograr la tonalidad deseada.

En su estudio Rojas, P. J. (16) evaluó el efecto de la inclusión de harina de achiote (Bixa orellana L.) en la dieta de pollos de la raza Cobb-500, utilizando diferentes dosis del aditivo (0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0%). La pigmentación fue medida mediante la escala del abanico colorimétrico de Roche. Los resultados mostraron que, en la cuarta semana, los pollos

alimentados con el tratamiento testigo (0%) presentaron un valor de 2.50 en la escala de pigmentación, mientras que aquellos que recibieron 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% de harina de achiote alcanzaron valores de 3.38, 4.00, 4.13 y 4.75, respectivamente. A partir de la quinta semana, el tratamiento testigo mostró un valor de 3.63, mientras que los tratamientos con 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% alcanzaron valores de 4.50, 4.63, 6.25 y 7.00, respectivamente. Estos resultados indican que, a medida que aumentaba la dosis de harina de achiote, la pigmentación de la piel de los pollos se intensificaba, alcanzando el mayor valor (7.00) en el tratamiento con 2.0% de harina de achiote.

Martínez, P. M. (17) evaluó el efecto de la incorporación de diferentes niveles de xantofilas amarillas saponificadas provenientes de la flor de cempasúchil (Tagetes erecta) en las dietas de pollos de engorde. Se utilizaron 240 pollos de la estirpe Ross, distribuidos en tres tratamientos que consistieron en añadir 60, 70 y 80 ppm de xantofilas a las dietas a base de sorgo y soya, administradas desde los 21 hasta los 49 días de edad mediante la prueba de luminosidad. En cuanto a los parámetros productivos, no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$). Sin embargo, en relación a la pigmentación amarilla de la piel, se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$). El tratamiento con 80 ppm presentó el valor más alto de pigmentación amarilla, alcanzando 44.76 en la escala de amarillamiento. En comparación, el tratamiento con 70 ppm obtuvo un valor de 41.64, mientras que el tratamiento con 60 ppm registró un valor de 39.18. No se encontraron diferencias significativas en los parámetros de enrojecimiento y luminosidad entre los tratamientos ($P>0.05$).

Según Alzamora, L. (18) analizo el efecto de diferentes niveles de xantofilas amarillas saponificadas de flor de cempasúchil en la pigmentación de la piel de pollos de engorde. Se utilizaron 240 pollos alimentados con 60 ppm, 70 ppm y 80 ppm de xantofilas. Aunque no hubo diferencias en los parámetros productivos, la pigmentación amarilla de la piel mostró variaciones significativas. El grupo alimentado con 80 ppm presentó la pigmentación más intensa, alcanzando un valor de 44.76 en

la escala de colorimetría, mientras que los grupos con 60 ppm y 70 ppm obtuvieron valores de 39.18 y 41.64, respectivamente. En la evaluación con el abanico colorimétrico, el grupo con 80 ppm obtuvo 107 unidades de pigmento amarillo, superando a los otros dos grupos que alcanzaron 106 unidades.

2.2. Marco teórico.

2.2.1. Pigmentos

Se encontró que, al agregar pigmentos a la alimentación de aves, se logran obtener mejores precios por los productos avícolas por la apariencia. Para lograr este efecto, se recomienda un nivel de 25-30 mg por kilogramo de xantofilas en gallinas ponedoras y de 50-60 mg por kilogramo en pollos de engorde (1).

2.2.2. Pigmentación de pollos

La pigmentación en los pollos es de suma importancia en la actualidad, ya que los consumidores suelen asociar los colores de los alimentos, como el pollo y los huevos, con su calidad, frescura, sabor y valor nutritivo. La pigmentación puede servir como un medio para establecer criterios de diferenciación y, en algunos casos, como una medida no arancelaria frente a la apertura de mercados. Por lo tanto, la inclusión de carotenoides en la dieta diaria del pollo broiler es una práctica fundamental en la industria alimentaria. Es esencial buscar la fuente de pigmentación como un complemento a la dieta con carotenoides donde nos permitirá alcanzar la pigmentación deseada (19).

2.2.3. Clasificación de los pigmentos

Los pigmentos se clasifican en dos categorías principales según su origen:

Pigmentos Sintéticos: Incluyen premezclas de cantaxantina y carotenoides de color rojo y amarillo, y se emplean principalmente en aves que reciben dietas con deficiencia de pigmentos naturales.

Pigmentos Naturales: Uno de los más comunes es el maíz, que contiene xantofilas (54%), zeaxantina (23%) y criptoxantina (8%). Una ventaja destacada del maíz es que la zeaxantina se absorbe fácilmente, proporcionando un color naranja intenso. Para alcanzar el nivel necesario de pigmentación, se requieren 14 mg de xantofila por cada kilogramo de alimento. Otro pigmento natural ampliamente utilizado es la flor de marigold, que es rica en luteína y zeaxantina. Esta flor puede complementar o sustituir otras fuentes de pigmentos menos significativas, como el maíz o la alfalfa, asegurando niveles consistentes en la dieta (20).

2.2.4. Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos orgánicos que se encuentran de forma natural en plantas y otros organismos fotosintéticos, como algas, ciertos hongos y bacterias. Se han identificado más de 700 compuestos dentro de este grupo. Estos pigmentos están compuestos principalmente por cadenas de átomos de carbono con enlaces dobles conjugados, algunos de los cuales contienen átomos de oxígeno, conocidos como xantofilas, y otros que no los contienen, llamados carotenos. Su color puede variar desde amarillo pálido hasta rojo oscuro, dependiendo de la longitud de onda de la luz que absorben, la cual aumenta a medida que se incrementa el número de enlaces dobles conjugados (21).

2.2.5. Factores de pigmentación de la piel de pollos

Existen diversos factores que inciden en la pigmentación de los pollos de engorde, independientemente del tipo de pigmento empleado. Entre

estos factores se encuentran la raza, el sexo, el manejo, la alimentación y las enfermedades, es así que la genética de las aves y su sexo pueden influir en su capacidad de pigmentación, mientras que una densidad poblacional inadecuada o una alimentación mal balanceada pueden afectar negativamente la pigmentación uniforme. Además, enfermedades respiratorias y digestivas no controladas pueden ser desencadenantes de pigmentación defectuosa. Incluso durante el proceso de beneficio como un escaldamiento incorrecto de la piel puede influir en el resultado final (22).

2.2.6. Uso de la cinta colorimétrica o abanico colorimétrico

Se menciona que el abanico colorimétrico DSM para pollos de engorde, siguiendo el modelo del clásico Abanico Roche utilizado para evaluar la pigmentación de la yema del huevo, ha sido ampliado. Ahora incluye una escala específica de 8 tonos de amarillo, que varían en intensidad, para evaluar la pigmentación de la piel de los pollos. Esto resuelve un problema previo de falta de una escala indicativa de la tonalidad de la piel, permitiendo medir de manera precisa con la cinta colorimétrica en el mismo punto de la pechuga (1).

2.2.7. Dosis de pigmentos

Para pollos de carne que siguen una dieta blanca, se recomienda incluir 140 g de cataxantina encapsulada (Tecxnatur® 39497) por cada tonelada métrica de alimento. Esto garantiza un color en la piel de los pollos de carne, este suplemento complementa la pigmentación cuando se utiliza junto con un pigmento amarillo (23).

2.2.8. Digestión de los pigmentos

Tras la ingestión, los carotenoides recorren el tracto digestivo hasta llegar al intestino, donde son absorbidos en el duodeno y el yeyuno superior, atravesando las paredes intestinales. Una vez en la sangre, los carotenoides se dirigen al hígado, donde son oxidados por enzimas específicas. Posteriormente, se liberan nuevamente en la circulación

sanguínea, ahora vinculados a lipoproteínas, para ser transportados a diversos tejidos como la piel, el tarso y el pico. En estos tejidos, los carotenoides actúan como pigmentantes (24).

2.2.9. Métodos de evaluación de la pigmentación de pollos

El método más aplicado son los abanicos colorimétricos que son referencias de color que se presentan en forma de abanico, abarcando tonalidades desde un amarillo suave hasta un naranja intenso. Este método implica comparar el color de la piel, tarsos, pechuga y pico con las diferentes intensidades de color del abanico (25).

2.2.10. Niveles óptimos de pigmentación para la comercialización de pollos

Los niveles óptimos de pigmentación para los pollos son importantes para garantizar que cumplan con los estándares de calidad y, lo más importante, para que se ajusten a lo que los consumidores esperan. En la industria avícola, se considera que los valores entre 7 y 8 en la escala del colorímetro DSM son ideales. Estos valores reflejan una coloración amarilla que resulta atractiva y es muy apreciada en diversos mercados. No solo le da al pollo una apariencia más apetitosa, sino que también responde a lo que buscan los consumidores, lo que hace que el producto sea más aceptado y competitivo en el mercado (8).

2.3. Definición de términos

Pigmentos: Son compuestos que pueden encontrarse de manera natural en los alimentos o ser añadidos como aditivos, con el fin de influir en la pigmentación de la piel, tejidos, los músculos o la yema de huevo (26). Los pigmentos, como las xantofilas o los carotenoides, son sustancias capaces de conferir color a la yema, la piel y la grasa subcutánea. Esto se puede lograr mediante el uso de ingredientes que contienen carotenos de forma natural, como la alfalfa y la zanahoria, o mediante productos ricos en carotenoides, aunque estos no siempre tengan un valor alimenticio (7).

Carotenoides: Los pigmentos, como las xantofilas o los carotenoides, son sustancias capaces de conferir color a la yema, la piel y la grasa subcutánea. Esto se puede lograr mediante el uso de ingredientes que contienen carotenos de forma natural, como la alfalfa y la zanahoria, o mediante productos ricos en carotenoides, aunque estos no siempre tengan un valor alimenticio (27).

Xantofilas: Las xantofilas, previamente conocidas como filoxantinas, son compuestos químicos del grupo de los carotenoides que contienen uno o más átomos de oxígeno en su estructura. Estos pigmentos se encuentran de manera natural en diversas plantas y desempeñan una función fotosintética. Son más resistentes a la oxidación que las clorofilas y proporcionan tonos amarillos y pardos a las hojas secas, aunque usualmente estos colores son opacados por la clorofila predominante. Al caer las hojas, la clorofila se descompone rápidamente, lo que revela los colores amarillos de las xantofilas (21).

Cantaxantina encapsulada: Es un pigmento carotenoide utilizado para mejorar el color de la piel y las plumas de aves como pollos y patos, que ha sido recubierta o encapsulada en una matriz protectora. Este recubrimiento puede ser una capa lipídica u otro material que protege la cantaxantina de la degradación durante el procesamiento o almacenamiento, asegurando así su estabilidad y eficacia en la pigmentación de las aves. El recubrimiento también puede ayudar en la absorción y utilización eficiente de la cantaxantina por parte de las aves en su dieta (21)

Pollo de carne: es un ave de rápido crecimiento y alto rendimiento genético, desarrollado para maximizar la producción de carne bajo diversos sistemas de manejo y condiciones ambientales. Su desempeño óptimo depende tanto del potencial genético mejorado, como de la implementación de programas de manejo adecuados que garanticen bienestar y aprovechen al máximo sus capacidades productivas (28).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de estudio

Es una investigación es de tipo aplicada y observacional para evaluar el efecto de la Xantina y Cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne de la línea Cobb 500 (29).

.

3.2. Diseño del estudio.

El diseño del estudio es experimental transversal, completamente al azar. La medición de la pigmentación se centró en los cambios en la coloración de la piel de los pollos. Este enfoque permitió identificar cómo los diferentes porcentajes de xantina y cantaxantina encapsulada afectan la pigmentación de los pollos durante su fase de acabado. La evaluación de la pigmentación se realizó en una única ocasión, proporcionando datos para analizar la pigmentación de la piel de los pollos de carne (29).

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

La población con la que cuenta la granja es aproximadamente de 500 pollos de carne de ambos sexos.

3.3.2. Muestra.

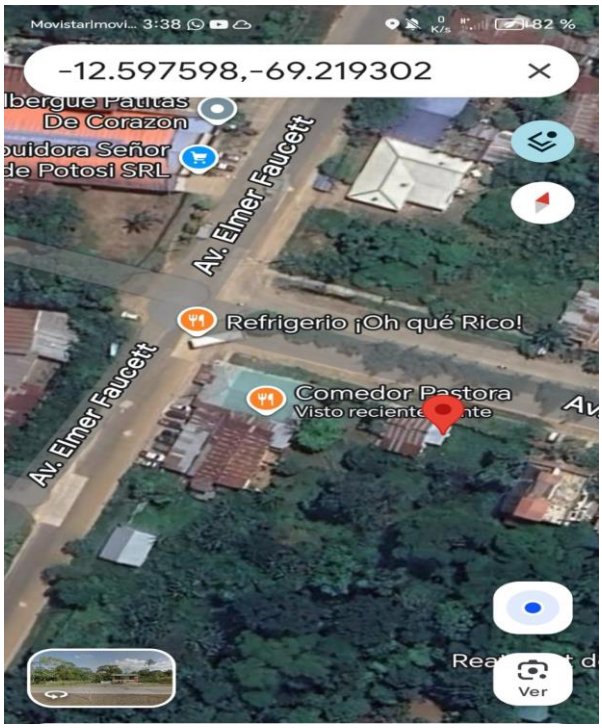
La muestra se consideró no probabilística por conveniencia, utilizando un total de 196 pollos de carne (28 pollos por tratamiento) de la línea Cobb 500, con un día de edad. La administración de los pigmentos se

realizó durante la etapa de engorde, lo que permitió evaluar los efectos de la xantina y cantaxantina a los 42 días.

3.4. Ubicación del área de estudio.

El estudio de investigación se realizó en las instalaciones de la Granja “Los Tres Indios”, ubicado en el distrito de Tambopata, provincia de Tambopata, región Madre de Dios, a 2 Km de la carretera interoceánica Puerto Maldonado, a una altitud de 238 m.s.n.m. a -12.597598° de latitud Sur y -69.2193023° longitud oeste (30).

Ubicación del galpón



3.5. Métodos y técnicas.

3.5.1. Adecuación del galpón

Se empleó un galpón rectangular de dimensiones 6 metros de largo por 4 metros de ancho para llevar a cabo la investigación. En el interior de este galpón, se instaló una malla que dividió longitudinalmente el espacio en siete secciones separadas, destinadas a la aplicación de diferentes tratamientos. Además, en el exterior del galpón, se instalaron cortinas de polietileno con el propósito de regular la temperatura y prevenir posibles enfermedades respiratorias.

3.5.2. Limpieza y desinfección

Se llevó a cabo la limpieza en seco utilizando una escoba, se barrió y se aseó minuciosamente tanto las mallas, el piso como el techo del área designada. Posteriormente, se procedió con un lavado y desinfección adecuados. Se realizó la desinfección del interior y exterior del galpón mediante aspersión, utilizando dodigen y agua corriente. Para la preparación de la cama, se utilizó aserrín con un espesor de 10 cm. Luego, se llevó a cabo una desinfección adicional dentro del galpón, especialmente en la cama y las cortinas, utilizando yodo (Vanodine) diluido en una proporción de 2 ml por litro de agua, aplicado mediante aspersión.

3.5.3. Instalación y equipo avícola

Durante la primera semana, se colocaron bandejas rectangulares para la recepción de alimentos, las cuales fueron reemplazadas de manera alterna por comederos de tolva de plástico. En las dos primeras semanas, se utilizaron bebederos manuales de 1 galón, que posteriormente fueron sustituidos por bebederos de mayor capacidad. Tanto los comederos como los bebederos fueron instalados después de una desinfección utilizando una solución de yodo y agua corriente.

3.5.4. Instalación y equipo avícola

• **Manejo de la temperatura:** Se instaló dos focos infrarrojos como fuente de calor, ubicada en el centro del galpón a una altura de 60 cm del suelo. Estos focos fueron puestos en funcionamiento 12 horas antes de la llegada de los pollitos BB, para garantizar que la temperatura ambiente alcanzara un rango óptimo de 30 a 32°C al momento de su ingreso. Posteriormente, se ajustó la temperatura reduciéndola en 3 a 4°C cada semana hasta alcanzar una temperatura de 18 a 24°C. A partir de los 15 días, se comenzó a regular la temperatura mediante el ajuste de las cortinas. Para evitar cambios bruscos, se inició con la reducción de un tercio de las cortinas, luego se bajó la mitad a partir de los 21 días, y finalmente, a los 30 días, se procedió a bajar completamente todas las cortinas.

• **Vacunación:** La primera vacuna se aplicó a los 8 días de la llegada de los pollitos, cubriendo las enfermedades de Newcastle, Bronquitis y Gumboro, mediante administración ocular. Para evitar posibles reacciones postvacunales, se suministró complejo B en el agua de bebida. Luego, se realizó un refuerzo de la vacunación a los 16 días, administrando la vacuna a través del agua de bebida.

• **Suministro de agua:** Se aseguró el suministro de agua fresca mediante la limpieza diaria de los bebederos, tanto manuales como automáticos.

• **Alimentación:** Durante toda la investigación, ambos grupos, tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3, recibieron alimento balanceado adecuado para las etapas de inicio y crecimiento. En la etapa de acabado, se añadió a su alimento balanceado con los pigmentos en diferentes concentraciones. En la etapa de acabado o engorde se adiciono 7 tipos de alimento, un grupo fue sin pigmento, y con adición del 0.01%, el tercero con 0.02% y el cuarto con 0.03% de xantina y cantaxantina.

3.5.5. Evaluación de la pigmentación

Se evaluó el grado de pigmentación en los tratamientos, seleccionando al azar individuos de cada grupo a los 42 días del período de estudio, durante el sacrificio de los pollos de carne. La evaluación se realizó específicamente en la parte lateral de la pechuga, utilizando el abanico colorímetro Robotmatión Co. Ltd 2004 en una escala o nivel de 1 a 15.

3.6. Tratamiento de los datos

Para analizar los resultados, se empleó el análisis de varianza (ANOVA), lo que permitió comparar las medias de los diferentes grupos y determinar si existían diferencias significativas en cuanto a la pigmentación. Cuando se detectó una diferencia significativa, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey para identificar específicamente qué grupos presentaban variaciones en la pigmentación. Todo el proceso se llevó a cabo utilizando el software InfoStat, con un nivel de confianza del 95%.

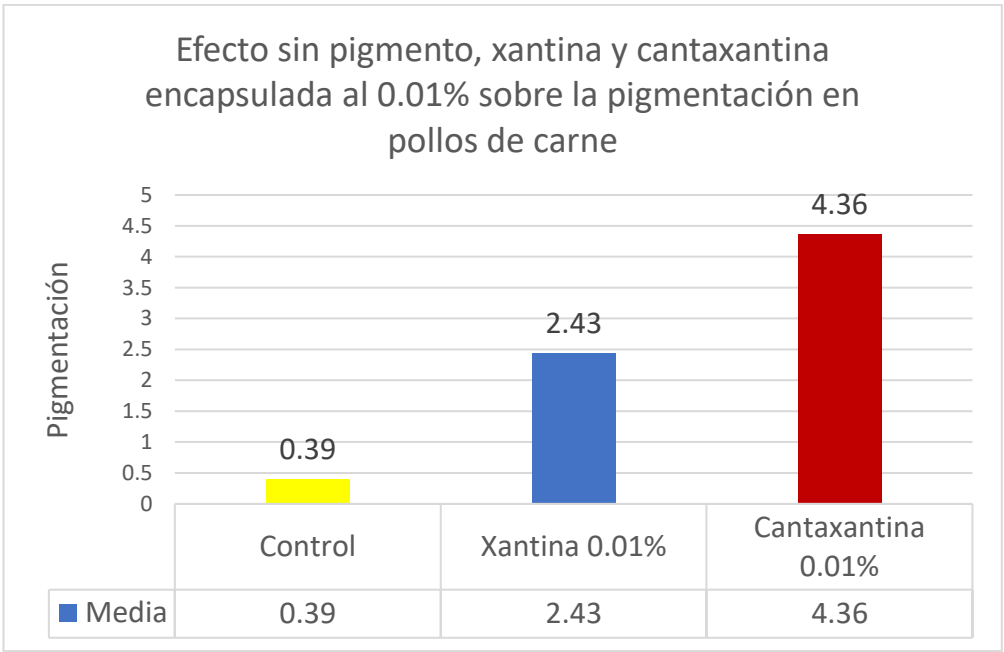
CAPITULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Tabla 1. Efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne

Tratamiento	Variable	n	Media	Mín	Máx
1	Control	28	0.39^{a} ± 0.50	0	1
2	Xantina 0.01%	28	2.43^{b}± 0.50	2	3
3	cantaxantina 0.01%	28	4.36^{c}± 0.49	4	5

(P=<0.0001)

Figura 1. Efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne



Los resultados obtenidos en la Tabla y figura 1 proporcionan información sobre el efecto de la xantina y la cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne, comparando tres tratamientos: control (sin pigmento), xantina al 0.01% y cantaxantina al 0.01%.

El grupo control, que no recibió ningún pigmento, presenta una media de 0.39 en términos de pigmentación, con un rango que va desde 0 hasta 1. Estos valores indican que los pollos en este grupo no presentan una pigmentación apreciable, lo cual era de esperarse, dado que no se les suministró ningún pigmentante. Este grupo sirve como referencia para los efectos de los tratamientos con pigmentos.

El grupo con xantina al 0.01% muestra una media de 2.43, con valores que varían entre 2 y 3. Este aumento en la pigmentación sugiere que la xantina tiene un efecto moderado sobre la coloración de la piel de los pollos. Aunque los valores son significativamente más altos que los del grupo control, la pigmentación no es tan intensa como la observada en el grupo tratado con cantaxantina encapsulada. Es importante destacar que este tratamiento con xantina mejora la pigmentación de manera significativa en comparación con el control, aunque no logra los niveles más altos observados con la cantaxantina encapsulada.

En cuanto al grupo que recibió cantaxantina encapsulada al 0.01%, se observa la mayor respuesta en términos de pigmentación, con una media de 4.36 y un rango de valores entre 4 y 5. Este tratamiento genera una coloración mucho más pronunciada en comparación con los dos tratamientos anteriores, lo que indica que la cantaxantina encapsulada es el pigmento más eficaz para aumentar la pigmentación en los pollos de carne. La diferencia entre este grupo y los otros dos es considerable, lo que resalta el efecto superior de la cantaxantina sobre la pigmentación.

El valor de P=<0.0001, nos reafirma que las diferencias observadas entre los tres tratamientos son altamente significativas desde el punto de vista estadístico. Esto significa que los efectos de la xantina y la cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación no son casuales, sino que son el resultado

de un efecto real y cuantificable. Las diferencias entre el control y los tratamientos con pigmentos son claras y corroboran la hipótesis de que ambos pigmentos (xantina y cantaxantina encapsulada) tienen un efecto positivo en la pigmentación de los pollos, siendo la cantaxantina la más eficaz.

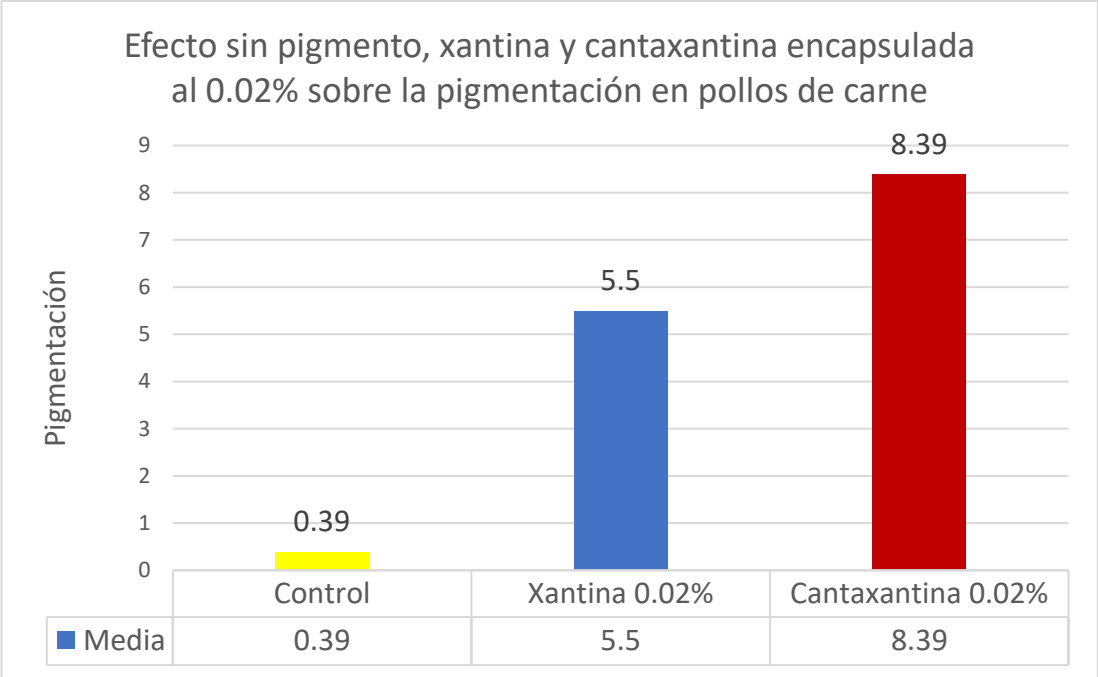
Los resultados de este estudio demuestran que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada aumentan la pigmentación en los pollos de carne, pero la cantaxantina encapsulada al 0.01% tiene el mayor efecto, seguido por la xantina. El grupo control, sin pigmento, presenta la menor pigmentación, lo que resalta la efectividad de los pigmentos en mejorar la coloración de la piel de los pollos. Este estudio proporciona evidencia clara de cómo el uso de pigmentos puede ser una estrategia eficaz para mejorar la apariencia de los pollos en la industria avícola, lo cual podría tener implicaciones importantes para la calidad del producto en el mercado.

Tabla 2. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne

Tratamiento	Variable	n	Media	Mín	Máx
1	Control	28	$0.39^{a} \pm 0.50$	0	1
2	Xantina 0.02%	28	$5.50^{b} \pm 0.51$	5	6
3	cantaxantina 0.02%	28	$8.39^{c} \pm 0.50$	8	9

(P=<0.0001)

Figura 2. Efecto de la sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne



Los resultados obtenidos en la Tabla 2 y Figura 2 proporcionan información detallada sobre el efecto de la xantina y la cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne, comparando tres tratamientos: control (sin pigmento), xantina al 0.02% y cantaxantina al 0.02%.

En el grupo control, que no recibió ningún pigmento, se observa una media de 0.39 en términos de pigmentación, con un rango que va desde 0 hasta 1, indicando que los pollos en este grupo presentan una pigmentación casi nula, lo cual es esperado, ya que no se les suministró ningún pigmentante y el pigmento del maíz y otros insumos es mínimo. Este grupo sirve nuevamente como referencia para evaluar los efectos de los tratamientos con pigmentos.

El grupo con xantina al 0.02% muestra una media de 5.50, con un rango de valores entre 5 y 6. Este tratamiento provoca un aumento notable en la pigmentación, indicando que la xantina al 0.02% tiene un efecto más fuerte que la dosis al 0.01%. A diferencia de los resultados obtenidos en la tabla anterior, donde la xantina al 0.01% tuvo un efecto moderado, en esta concentración la pigmentación es considerablemente más alta, aunque aún

no alcanza los niveles de pigmentación observados con la cantaxantina encapsulada.

En cuanto al grupo que recibió cantaxantina encapsulada al 0.02%, se observa la mayor respuesta en términos de pigmentación, con una media de 8.39 y un rango de valores entre 8 y 9. Este tratamiento produce una pigmentación extremadamente alta en comparación con los otros dos tratamientos, indicando que la cantaxantina al 0.02% es el pigmento más eficaz para incrementar la pigmentación en los pollos de carne. La diferencia entre este grupo y los otros dos es aún más pronunciada que en el caso de la dosis al 0.01%, lo que resalta el efecto superior de la cantaxantina encapsulada al 0.02%.

El valor de P=<0.0001 reafirma que las diferencias observadas entre los tres tratamientos son altamente significativas desde el punto de vista estadístico. Esto significa que los efectos de la xantina y la cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación no son el resultado de variaciones aleatorias, sino que reflejan efectos reales y cuantificables. Las diferencias entre el grupo control y los tratamientos con pigmentos son claras, lo que confirma la hipótesis de que ambos pigmentos (xantina y cantaxantina) difieren en la pigmentación de los pollos, siendo la cantaxantina al 0.02% la más eficaz.

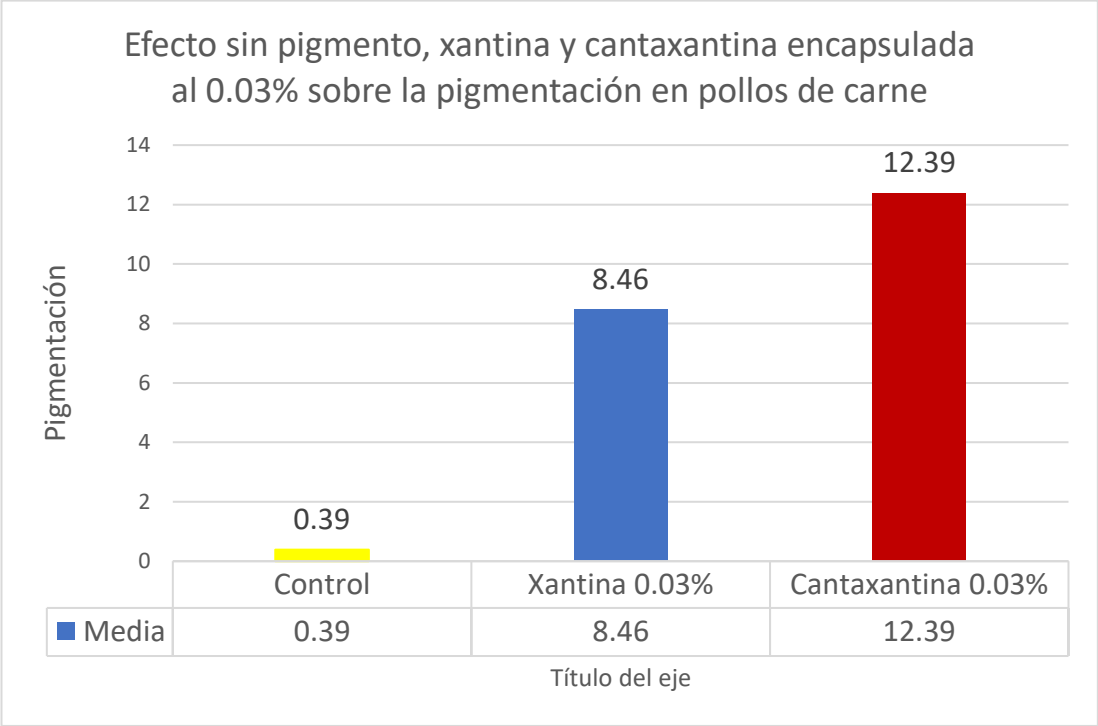
Los resultados de este estudio muestran que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada al 0.02% mejoran significativamente la pigmentación en los pollos de carne, pero la cantaxantina al 0.02% tiene el mayor efecto, seguido por la xantina al 0.02%. El grupo control, sin pigmento, presenta la menor pigmentación, lo que subraya la efectividad de los pigmentos en mejorar la coloración de la piel de los pollos. Este estudio proporciona evidencia adicional sobre cómo el uso de pigmentos puede ser una estrategia eficaz para mejorar la apariencia de los pollos en la industria avícola, lo cual podría tener implicaciones importantes para la calidad del producto en el mercado. Además, los resultados sugieren que una mayor concentración de pigmento (como el 0.02% en este caso) produce un efecto aún más pronunciado, lo que podría ser relevante para las decisiones futuras sobre el uso de estos aditivos en la dieta de los pollos.

Tabla 3. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne

Tratamiento	Variable	n	Media	Mín	Máx
1	Control	28	0.39 [a] ± 0.50	0	1
2	Xantina 0.03%	28	8.46[b] ± 0.51	8	9
3	cantaxantina 0.03%	28	12.39[c] ± 0.50	12	13

(P=<0.0001)

Figura 3. Efecto sin pigmento, Xantina y Cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne



Los resultados obtenidos en la Tabla 3 y Figura 3 proporcionan información detallada sobre el efecto de la xantina y la cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne, comparando tres tratamientos: control (sin pigmento), xantina al 0.03% y cantaxantina al 0.03%.

En el grupo control, que no recibió ningún pigmento, se observa una media de 0.39 en términos de pigmentación, con un rango que va desde 0 hasta 1. Estos valores son consistentes donde reflejan que los pollos en este grupo tienen una pigmentación casi nula. Esto es esperado, dado que no se les suministró ningún pigmentante adicional y la presencia de pigmento en los granos de maíz y otros alimentos es mínima. Este grupo sirve como referencia para comparar los efectos de los tratamientos con pigmentos.

El grupo con xantina al 0.03% muestra una media de 8.46, con un rango de valores entre 8 y 9. Este tratamiento genera un aumento significativo en la pigmentación, lo que indica que la xantina al 0.03% tiene un efecto fuerte sobre la coloración de la piel de los pollos, mucho mayor que la dosis al 0.02% observada en el tratamiento anterior. Al comparar este resultado con el obtenido con xantina al 0.02%, se observa que la mayor concentración de xantina produce una pigmentación mucho más intensa.

En cuanto al grupo tratado con cantaxantina encapsulada al 0.03%, se observa la mayor respuesta en términos de pigmentación, con una media de 12.39 y un rango de valores entre 12 y 13. Este tratamiento induce una pigmentación extremadamente alta, aún más pronunciada que con la dosis al 0.02%. La cantaxantina al 0.03% se muestra como el pigmento más eficaz para incrementar la pigmentación en los pollos de carne, destacándose frente a los otros tratamientos en cuanto a intensidad de color. La diferencia entre este grupo y los demás es notable, lo que subraya la superioridad de la cantaxantina encapsulada al 0.03% en comparación con la xantina.

El valor de P=<0.0001 reafirma que las diferencias observadas entre los tres tratamientos son altamente significativas desde el punto de vista estadístico. Esto indica que las variaciones en la pigmentación entre los grupos no son el resultado de variaciones aleatorias, sino de efectos reales y medibles de los pigmentos sobre los pollos. Las diferencias entre el grupo control y los tratamientos con pigmentos son claras, lo que confirma que tanto la xantina como la cantaxantina tienen un impacto significativo sobre la pigmentación, siendo la cantaxantina encapsulada al 0.03% la más eficaz.

Los resultados de este estudio muestran que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada al 0.03% mejoran notablemente la pigmentación en los pollos de carne, pero la cantaxantina al 0.03% tiene el mayor efecto, seguida por la xantina al 0.03%. El grupo control, sin pigmento, presenta la menor pigmentación, lo que subraya la efectividad de los pigmentos en mejorar la coloración de la piel de los pollos. Este estudio aporta evidencia adicional de que el uso de pigmentos en la dieta de los pollos es una estrategia eficaz para mejorar su apariencia en la industria avícola, lo cual puede tener implicaciones importantes para la calidad del producto en el mercado. Además, los resultados sugieren que aumentar la concentración de pigmento, como en el caso del 0.03%, produce un efecto aún más pronunciado, lo que se traduce en una pigmentación casi anaranjada no muy aceptable en el mercado.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que el uso de xantina y cantaxantina encapsulada en la dieta de los pollos de carne tiene un efecto significativo en la mejora de la pigmentación de su piel. En el grupo control, que no recibió ningún pigmento, se observó una pigmentación mínima, como era esperado, con una media de 0.39. En contraste, los pollos alimentados con xantina al 0.01% alcanzaron una media de 2.43, y aquellos con cantaxantina al 0.01% lograron una media de 4.36. Este incremento en la pigmentación es consistente con los hallazgos de estudios previos. Varas (13), por ejemplo, encontró que al añadir 15% de harina de alfalfa en la dieta de los pollos, la pigmentación alcanzó un valor de 7 en la escala de colorimetría, lo que sugiere que la adición de pigmentos naturales como la alfalfa mejora notablemente la coloración de la piel. Similarmente, Alcívar (14) observó que la inclusión de 10% de harina de achiote en la dieta de los pollos alcanzó un valor de 7.85 en la escala de pigmentación, indicando que los pigmentos naturales también tienen un efecto importante en la mejora de la pigmentación.

Además, Andrade (8), en su investigación sobre el uso de pigmentos derivados de la flor de marigold, también observó un aumento en la pigmentación con dosis mayores de pigmento. En este estudio, la dosis de 1.0 ml/litro alcanzó un valor promedio de 7.89 en la escala de pigmentación, lo que refuerza que los pigmentos naturales como la cantaxantina tienen un impacto significativo en la coloración de la piel de los pollos. En nuestro estudio, la cantaxantina encapsulada al 0.01% también resultó en una coloración notablemente más intensa que la xantina, lo que destaca la efectividad de este pigmento específico.

En este estudio muestran que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada tienen un impacto significativo en la mejora de la pigmentación de la piel de los pollos de carne. La xantina al 0.02% aumentó la pigmentación a un valor promedio de 5.50, mientras que la cantaxantina al 0.02% alcanzó una media de 8.39, lo que indica una coloración mucho más intensa. Estos

resultados son consistentes con los hallazgos de Moreno (15), quien observó que la mayor pigmentación se alcanzó con un 1.0% de harina de ají rocoto, logrando un valor de 9.3 en la escala Broiler Colour Fan. De manera similar, en este estudio, la cantaxantina mostró ser más eficaz que la xantina para inducir una coloración amarilla vibrante, lo que refleja su capacidad para mejorar significativamente la pigmentación de la piel de los pollos.

Como se pudo demostrar que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada son efectivas para mejorar la pigmentación de la piel de los pollos, especialmente a concentraciones más altas. Sin embargo, mientras que la cantaxantina al 0.03% alcanzó una pigmentación intensamente pronunciada, con un valor de 12.39, la xantina al 0.03% produjo un valor más moderado de 8.46, que está más alineado con los estándares comerciales. Según Cuca et al. (1), los valores entre 7 y 8 en la escala del colorímetro DSM son ideales para la comercialización, ya que ofrecen una coloración atractiva y aceptada por los consumidores. Valores superiores a 8, como los alcanzados con la cantaxantina al 0.03%, pueden resultar en una coloración demasiado intensa, lo que podría no ser bien recibido en algunos mercados que prefieren una pigmentación amarilla sin excesos anaranjados. Esto subraya que, aunque las concentraciones más altas de pigmento generan una mayor coloración, los niveles óptimos para la comercialización se encuentran generalmente entre 7 y 8.

Los resultados estadísticos del estudio, con un valor de P=<0.0001, refuerzan la importancia de la concentración del pigmento, ya que las diferencias entre los grupos control y los tratados con pigmento son altamente significativas. Esto confirma que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada tienen un efecto real y cuantificable sobre la pigmentación de los pollos. Además, la dosificación de pigmentos, que recomienda entre 50 y 60 mg por kilogramo de alimento para pollos de engorde (1), respalda la necesidad de controlar cuidadosamente las concentraciones para evitar la sobre-pigmentación y optimizar los costos de producción.

Se destaca que tanto la xantina como la cantaxantina encapsulada son efectivos para mejorar la pigmentación de los pollos de carne, siendo la

cantaxantina el pigmento más eficaz, especialmente a concentraciones de 0.02% y 0.03%. Sin embargo, es importante mantener un equilibrio en las concentraciones para cumplir con los estándares comerciales y evitar una pigmentación excesiva que podría no ser aceptada en todos los mercados. El uso de pigmentos, especialmente de fuentes naturales como la cantaxantina, es una estrategia para mejorar la calidad visual del producto final y garantizar su competitividad en el mercado avícola.

Así mismo, se evidencia que la adición de pigmentos en la dieta de los pollos tiene un impacto significativo en la mejora de la pigmentación de la piel, lo cual es importante para cumplir con los estándares de calidad del mercado avícola. La evaluación realizada con xantina y cantaxantina encapsulada mostró que ambos pigmentos mejoran la coloración de los pollos, pero con diferencias notables en la intensidad de la coloración. Los grupos tratados con xantina y cantaxantina demostraron un aumento progresivo de la pigmentación, con xantina al 0.01% alcanzando una media de 2.43 y cantaxantina al 0.01% llegando a 4.36. Este incremento en la pigmentación es consistente con estudios previos, como el de Varas (13), que mostró que el aumento en la concentración de pigmentos mejora la coloración de la piel, en este caso con harina de alfalfa, que alcanzó un valor de 7 en la escala de pigmentación al añadir un 15% de alfalfa. Este hallazgo reafirma que el aumento en la cantidad de pigmento utilizado en la dieta tiene un efecto directo sobre la coloración de los pollos.

El estudio de Andrade (8) también ofrece una perspectiva importante, ya que utilizó pigmentos orgánicos derivados de la flor de marigold (Tagetes erecta), y encontró que una dosis de 1.0 ml/litro alcanzó un valor promedio de 7.89 en la escala de pigmentación, lo que demuestra que un incremento en la cantidad de pigmento utilizado también provoca un aumento en la intensidad de la coloración. Los resultados obtenidos en este estudio son consistentes con los hallazgos de Andrade, especialmente en lo que respecta a la cantaxantina encapsulada, que mostró el mayor impacto en la pigmentación de la piel de los pollos. Los pollos alimentados con xantina al 0.02% lograron un valor de 5.50, mientras que aquellos alimentados con cantaxantina al 0.02%

alcanzaron un valor de 8.39, lo que confirma que la cantaxantina tiene un efecto más fuerte en la coloración de la piel, especialmente a concentraciones mayores.

A medida que aumentamos la concentración del pigmento, se nota un aumento considerable en la pigmentación, que es aún más pronunciado en comparación con xantina al 0.03%. Estos resultados subrayan la efectividad de la cantaxantina encapsulada como un pigmento superior, en línea con lo que se mencionó en el marco teórico, donde se establece que los carotenoides, como la cantaxantina, son altamente efectivos para inducir una coloración amarilla intensa en la piel de los pollos. Según Cuca, Pino y Mendoza (1), los carotenoides como la cantaxantina son responsables de la coloración amarilla en las aves, y su uso controlado mejora la apariencia del pollo, lo cual es crucial en la comercialización de productos avícolas.

Un aspecto que se debe considerar es la dosis de pigmento. Se recomienda que la dosis recomendada de xantofilas para pollos de engorde debe ser de 50-60 mg por kilogramo de alimento (1), lo que se alinea con los resultados obtenidos en este estudio. La xantina y la cantaxantina encapsulada mostraron una mejora progresiva de la pigmentación a medida que aumentaba su concentración en la dieta de los pollos. En particular, las concentraciones de 0.02% y 0.03% de cantaxantina demostraron ser las más efectivas para inducir una pigmentación intensa, pero al mismo tiempo, los resultados sugieren que no es necesario un uso excesivo de pigmentos. Tal como lo indica el estudio de Moreno (15), el incremento de la concentración de harina de ají rocoto también mostró un aumento en la pigmentación, pero con una dosis de 1.0% como la más efectiva, alcanzando un valor de 9.3 en la escala Broiler Colour Fan.

Otro aspecto para considerarse es la aceptación del mercado, un valor de pigmentación entre 7 y 8 del colorímetro DSM es generalmente adecuado para la comercialización de pollos, ya que proporciona una coloración amarilla atractiva sin caer en una pigmentación excesiva que pueda resultar menos deseable, especialmente en mercados que prefieren una coloración amarilla brillante pero no tan intensa como la que se observa en la cantaxantina al

0.03%. El uso de cantaxantina a concentraciones más altas, como 0.03%, puede resultar en una coloración más anaranjada, que podría no ser tan bien recibida en ciertos mercados.

El uso de pigmentos en la dieta de los pollos es una estrategia para mejorar su apariencia y, en consecuencia, asegurar su competitividad en el mercado avícola. No obstante, encontrar un equilibrio entre la efectividad del pigmento y las exigencias comerciales. Tanto la xantina como la cantaxantina han demostrado ser eficaces para mejorar la apariencia del producto, pero la cantaxantina encapsulada se destaca por ofrecer mejores resultados a concentraciones moderadas, como 0.02% y 0.03%. Esto sugiere que los productores deben ajustar las dosis de pigmento no solo para lograr una coloración atractiva y aceptable para los consumidores, sino también para optimizar los costos de producción sin comprometer la calidad del producto final.

Los resultados de este estudio coinciden con los antecedentes, demostrando que el uso de pigmentos mejora significativamente la coloración de la piel de los pollos. Sin embargo, debe manejarse cuidadosamente para evitar la sobre-pigmentación. Los niveles de 7 a 8 en la escala del colorímetro DSM son ideales para la comercialización, ya que ofrecen una coloración atractiva y aceptable, lo que es crucial para asegurar la competitividad y aceptación del producto en el mercado.

CONCLUSIONES

El uso de xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la pigmentación de los pollos de carne. El grupo sin pigmento presentó un valor de 0.39, la xantina 2.43 y la cantaxantina encapsulada 4.36, destacando la superioridad de la cantaxantina en la mejora de la pigmentación.

El uso de xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02% mostró un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la pigmentación de los pollos de carne. Los pollos alimentados con xantina alcanzaron un valor de 5.50, por debajo del nivel óptimo, mientras que los tratados con cantaxantina encapsulada lograron una pigmentación de 8.39, alcanzando el nivel óptimo para la comercialización.

El uso de xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03% mostró un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la pigmentación de los pollos de carne. Los pollos alimentados con xantina alcanzaron un valor de 8.46, considerado óptimo, mientras que aquellos tratados con cantaxantina lograron 12.39, lo que resultó en sobrepigmentación, superando los niveles ideales para el mercado de Madre de Dios.

SUGERENCIAS

Incorporar 0.02% de cantaxantina encapsulada o 0.03% de xantina para alcanzar una pigmentación óptima para el mercado de Madre de Dios.

Evitar la inclusión de 0.03% de cantaxantina encapsulada debido a la sobrepigmentación, que podría generar una coloración demasiado anaranjada y provocar el rechazo de los pollos en el mercado.

Optimizar la relación costo-beneficio en la inclusión de xantina o cantaxantina, con el fin de evitar incrementos innecesarios en la inversión o generar costos adicionales.

Evaluar otros pigmentos comerciales, tanto naturales como sintéticos, así como diferentes presentaciones para determinar su eficiencia en la pigmentación de la piel del pollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cuca, M., Pino, J. A., Mendoza, C. Uso de pigmentos en producción avícola. 2014;: p. www.Feednet.ucr.ac.cr/bromatología/usodepigmentos%20produccion%20avic.

2. Villar Da Silva, J. H; Souza, L; M., Teixeira And. Efeito do extracto de urucum na pigmentaçao da gema dos ovos. 2000;: p. Rev. Bras. Zootec. 29(5):1435-1439.

3. Roca, A. Oleorresina de Achiote como pigmentante natural para la yema de huevo en gallinas. 2012;: p. http://www.zoetecnocampo.com/foroa/forum2/html/000904.html./.

4. Fernández, D. Pigmentación en pollo de engorde. 2015;: p. http://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacian-en-pollo-deengorde/.

5. Surai, P. F., Speake, B., Sparks, N. Carotenoids and chickembyodevelopment. 2000;: p. AvianScienceResearch Centre. Scotland, UK.

6. Mora, C. R. Utilización de harina de achiote (bixia orellana l) como pigmentante en el engorde de pollos. 2014;: p. http://repositorio.utmachala.edu.ec/jspui/bitstream/48000/1451/7.

7. Shimada, A. Nutrición animal. Pigmentantes. 2010.

8. Andrade, M. J. Evaluación de la pigmentación del pollo en pie a partir del empleo de marigold (tagetes erecta). 2014;: p. http//ucsg.edu.ec tesis.pdf.

9. Cuevas, B.,Díaz,G.,Molina,A.,Retamal.,C. Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras. 2003.

10. Bauernfeind, J. C. Aplicación tecnológica nutricional de carotenoides como colorantes y vitamina A. 2011.

11. Ávila, G. E; Shimada, A. S; Llamas, G. Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. 2000.

12. Fletcher, D. L; Papá, C. M; Tirado, F. X. El efecto de la saponificación sobre la capacidad colorante de los extractos de caléndula en pollos de engorde. 2014.

13. Varas, B. Evaluación de pigmentantes de pollos broilerde engorde con un balanceado comercial adicinando 3 porcentajes extras de harina de alfalfa (5%, 10%, 15%) a su composición alimenticia. 2014;: p. http://ups.edu.ec/jspui/2043.

14. Alcívar, Alava. D. F. Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (Bixa orellana L.) en pollos en pie. 2014;: p. http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/2708?locale=fr.

15. Moreno, Y. M. Evaluar la pigmentación de piel de pollo de engorde utilizando tres concentraciones de harina de ají peruano como aditivo al balanceado. 2016;: p. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/7687.

16. Rojas P., J. Efecto de la harina de achiote (bixia Orellana l)en la pigmentación de la carne de pollo COBB-500. 2016;: p. http://www.untrm.edu.pe//FIZAB.tesis.

17. Martínez, Peña, M; Cortés, Cuevas. A; Avila, Gonzales. E. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (Tagetes erecta) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. 2004;: p. https://www.redalyc.org/pdf/613/61342109.pdf.

18. Alzamara, Larrea. E. C. Evaluación del efecto de un pigmento orgánico presente en harinade zanahoria (Daucus carota) sobre la coloración en

carcasas de pollos broilers. 2017;: p. https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/6773/1/UDLA-EC-TMVZ-2017-08.pdf.

19. SEAGRO, S.A.C. Pigmentante natural para uso avícola y acuícola, elaborado en base a carotenoides saponificados de flor de Marigold. 2004;: p. www.seagroperu.com.

20. Mascarell, J.,Carné,S. Pigmentantes naturales: Combinacion de xantofilas amarillas y rojas para optimizar su utilización en broilers. 2011.

21. Calvo, M. Bioquímica de los alimentos. 2021;: p. https://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/pigmentos/carotenoides.html.

22. López GE. Propiedades de los pigmentantes. 2000.

23. Montna, Tecxnatur. Antioxidante y pigmentante para piel de aves y yemas de huevo. 2024.

24. Cortes, R. Factores que afectan la pigmentación. 2010;: p. http://documents.mx/documents/factores-afectan-la- pigmentacion-amena-2010.html.

25. Sitio, Avícola. Desarrollos tecnólogos en la pigmentación del huevo y pollo. 2013;: p. http://www.elsitioavicola.com/articles/2398/desarrollos-tecnolagicos-en- la-pigmentacian-de-huevo-y-pollo/.

26. Raghavan, V. Pigmentation in Broilers. 2001;: p. http://prodb.allaboutfeed.net/PageFiles/11253/001_boerderij-download-AAF10949D01.pdf.

27. Berg, J.,Tymoczko,J.,Stryer,L. Bioquímica de Carotenoides. 2007.

28 Cobb, vantres. Guía de manejo de pollos de engorde. 2023.
.

29 Supo J. Cómo Elegir una Muestra. In. Arequipa; 2014. p. 74.
.

30 Mapcarta. Mapa Satelital. 2024.
.

Anexos

Anexo 1: Operacionalización de variables

DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
VARIABLE INDEPENDIENTE **Xantina y Cantaxantina encapsulada** La Xantina y Cantaxantina encapsulada son pigmentos carotenoides utilizados en la alimentación de pollos de carne para mejorar su pigmentación. La cantxantina encapsulada está recubierto por un material protector que ayuda a preservar su estabilidad y eficacia durante el procesamiento y el almacenamiento.	Los pigmentos se administrarán en la dieta preparada a los pollos de carne de acuerdo con el protocolo experimental, asegurando que todos los pollos reciban la misma cantidad de Xantina o Cantaxantina encapsulada.	Concentraciones de pigmento	0.01% 0.02% 0.03%	Dosis de pigmento
VARIABLE DEPENDIENTE ***Pigmentación en pollos de carne*** Se refiere al proceso mediante el cual se desarrolla y se manifiesta el color en la piel en pollos de carne que será influenciado por el uso de aditivos o pigmentos en la dieta.	La determinación de la coloración de la pigmentación se determinará mediante el abanico colorímetro Robotmatión Co. Ltd 2004	Color de la piel	Tonalidad del color (1-15)	Descripción

Anexo 2: Matriz de consistencia

TITULO: "EFECTO DE LA XANTINA Y CANTAXANTINA ENCAPSULADA SOBRE LA PIGMENTACIÓN EN POLLOS DE CARNE"
NOMBRE DEL TESISTA: SERRANO BARCENA, CHRISTIAN SILVIO

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES/INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne? **Problemas específicos** ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne? ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne? ¿Cuál será el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne?	**Objetivo general:** Evaluar el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada sobre la pigmentación en pollos de carne. **Objetivos específicos:** Analizar el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.01% sobre la pigmentación en pollos de carne. Analizar el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.02% sobre la pigmentación en pollos de carne. Analizar el efecto sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada al 0.03% sobre la pigmentación en pollos de carne en pollos de carne.	**Hipótesis general** Existe una diferencia significativa sin pigmento, xantina y cantaxantina encapsulada en la pigmentación de los pollos de carne. **Hipótesis especifico** Existe una diferencia significativa sin pigmento, xantina y cantaxantina al 0.01% en la pigmentación de los pollos de carne. Existe una diferencia significativa sin pigmento, xantina y cantaxantina al 0.02% en la pigmentación de los pollos de carne Existe una diferencia significativa sin pigmento, xantina y cantaxantina al 0.03% en la pigmentación de los pollos de carne	**Variables dependientes** Pigmentación en pollos de carne. **Dimensiones:** • Concentraciones de pigmento. **Indicadores:** 0.01%, 0.02% y 0.03% **Variables independientes** Xantina y Cantoxantina encapsulada **Dimensiones:** • Color de la piel **Indicadores:** Tonalidad del color (1-15).	**Enfoque:** Producción animal **Diseño:** experimental **Nivel:** investigación **Tipo:** experimental **Métodos:** Mediciones Colorimétricas **Técnicas instrumentales de muestreo:** Abanico colorimétrico **De recolección de datos:** La información obtenida será tabulada utilizando el programa Microsoft Excel **De procesamiento de datos:** ANOVA, la prueba de tukey **De análisis: L**os resultados serán interpretados mediante medidas de tendencia central (promedio) y medidas de dispersión (desviación estándar y valores extremos). **Población:** 500 pollos **Muestra:** 196 pollos

Anexo 3: Registro de evaluación de la pigmentación de la piel de pollos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		0.01%		0.02%		0.03%	
N° de pollo	Sin pigmento	Xantina	Cantaxantina encapsulada	Xantina	Cantaxantina encapsulada	Xantina	Cantaxantina encapsulada
1	0	2	4	5	8	9	12
2	1	3	4	5	9	8	13
3	0	2	5	6	8	9	12
4	1	2	4	6	8	8	13
5	0	3	4	6	9	9	12
6	0	3	5	5	8	8	12
7	0	3	5	5	9	9	13
8	1	2	4	6	8	8	12
9	1	2	4	5	9	8	12
10	0	2	4	6	8	9	13
11	0	2	5	6	8	9	12
12	1	3	4	5	9	8	12
13	0	2	5	6	8	9	13
14	1	2	4	5	9	8	12
15	0	3	4	6	8	8	13
16	1	2	5	5	9	9	12
17	0	3	4	6	8	8	13
18	0	2	4	5	9	9	12
19	1	2	5	6	8	8	12
20	0	3	4	5	8	8	13
21	0	2	4	5	8	9	12
22	1	3	4	5	9	8	13
23	0	2	5	6	8	9	12
24	1	2	4	6	8	8	13
25	0	3	4	6	9	9	12
26	0	3	5	5	8	8	12
27	0	3	5	5	9	9	13
28	1	2	4	6	8	8	12

Anexo 4: Panel fotográfico

Condicionamiento del galpón



Xantina y Cantaxantina encapsulada



Recepción de 200 Pollos Cobb



Monitoreo de temperatura, humedad y ventilación



Elaboración de alimento al 0.01%, 0.02% y 0.03% de xantina y cantaxantina



Manejo de pollos



Evaluación de la pigmentación de pollos sin patas





Evaluación de la pigmentación de pollos con patas



