

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO NUTRICIÓN ANIMAL**



**Calidad de la canal de pollo de engorda por efecto de la adición de pigmentantes en su dieta.**

Por:

**Mónica Saldaña Figueroa**

**TESIS**

Presentada como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2025**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

Calidad de la canal de pollo de engorda por efecto de la adición de pigmentantes en su dieta.

POR:


Mónica Saldaña Figueroa

TESIS PROFESIONAL

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como  
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

La cual fue revisada y aprobada por el Comité de asesoría:

  
Dr. José Eduardo García Martínez  
Director

  
MC. Camelia Cruz Rodríguez  
Asesor

  
Dr. Francisco Alonso Rodríguez Huerta  
Asesor

El Coordinador de Ciencia Animal

  
MC. Pedro Carillo López



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre 2025

### Manifiesto de Honestidad Académica

El suscrito, Mónica Saldaña Figueroa, estudiante del nivel licenciatura de la especialidad de zootecnia, con matrícula 41214486 autor de la presente Tesis, manifiesta que:

1. Reconoce que el plagio académico constituye un delito que está penado en nuestro país.
2. Las ideas, opiniones, datos e información publicadas por otros autores y utilizadas en la presente Tesis, han sido debidamente citadas, reconociendo la autoría de la fuente original.
3. Toda la información consultada ha sido analizada e interpretada por el suscrito y redactada según su criterio y apreciación, de tal manera que no se ha incurrido en el "copiado y pegado" de dicha información.
4. Reconozco la responsabilidad sobre los derechos de autor, materiales bibliográficos consultados por cualquier vía, y manifiesto no haber hecho mal uso de alguno de ellos.
5. Entiendo que la función y alcance del comité de asesoría, está circunscrito a la orientación y guía, respecto a la metodología de la investigación realizada para la presente Tesis; Así como el análisis e interpretación de los resultados obtenidos por lo tanto eximo de toda responsabilidad relacionada al plagio académico a mi Comité de Asesoría, aceptando cualquier responsabilidad al respecto es únicamente a mi persona.



---

Mónica Saldaña Figueroa

Tesista de licenciatura

## DEDICATORIA

**A mis padres:** el Sr. Abel Saldaña Sandoval y la Sra. Ma. Del Socorro Figueroa por su amor y apoyo durante todo este proceso, por los consejos y regaños que fueron clave para poder cumplir esta meta, pero sobre todo por mantener la confianza en mí de poder cumplir uno de mis sueños.

**A mis hermanos:** por sus consejos y su apoyo incondicional, para poder seguir adelante ante cualquier adversidad.

**A mi familia:** porque fueron parte de este proceso, gracias por creer en mí, por su comprensión y cariño.

## AGRADECIMIENTOS

**A dios:** por su presencia a lo largo de este camino, por darme la fortaleza de seguir ante cualquier situación presentada, por guiarme y permitirnos llegar con vida hasta el final de este logro.

**A mis padres:** al Sr. Abel Saldaña Sandoval y la Sra. Ma. del Socorro Figueroa Cabrera, quienes fueron mi pilar a lo largo de este camino, porque a pesar de las adversidades y la distancia nunca me dejaron sola, por creer en mí, por los consejos y por el apoyo.

**A mis hermanos y hermanas:** Raymundo, Rigoberto, Irene, Socorro, Xóchitl, por siempre tener palabras de aliento, un abrazo, por ser mi ejemplo y motivación para ser mejor cada día y poder llegar a la meta.

**A mis asesores:** el Dr. José Eduardo García Martínez, y el Dr., Francisco Alonso Rodríguez Huerta, por el apoyo, por los consejos y por todo el aprendizaje brindado durante todo este proceso, por permitirme formarme como profesionista, por su amistad y por su amistad y por formar parte de este logro.

**A mi compañero:** Guillermo López Martínez, por ser amigo y compañero, por el apoyo incondicional que me brindo a lo largo de toda la carrera, por sus consejos para ser cada día mejor.

**A mis amigos y compañeros: Monserrat Izaguirre, Daniela Navarro, Cecilia Farelos, Edith Solís, José Juan Cordero, Diego Torres, Ramiro López, Alberto Hernández,** por su compañerismo y por todos los momentos vividos, por ser parte de este proceso y no dejarme sola.

# ÍNDICE GENERAL

## Índice general

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
2.1 Participación de la avicultura en el PIB	2
2.2 Preferencias del color de la carne de pollo	4
2.3 Métodos de pigmentación de pollos de engorda	4
<b>2.3.1 Métodos Naturales</b>	<b>5</b>
<b>2.3.1.1 Cempasúchil</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1.2 Maíz amarillo</b>	<b>6</b>
<b>2.3.1.3 Zanahoria</b>	<b>6</b>
2.3.2 Métodos Sintéticos	6
2.3.3 Calidad de la canal	7
2.3.4 Índices de evaluación y determinación de calidad de carne.	7
<b>2.3.4.1 Color de la carne</b>	<b>8</b>
<b>2.3.4.2 Ternura de la carne</b>	<b>8</b>
<b>2.3.4.3 Sabor a carne</b>	<b>8</b>
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>9</b>
3.1 Ubicación	9
3.2 Instalaciones y equipo	10
<b>3.2.1 Acondicionamiento desinfección y cuarentena de la unidad avícola</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2 Infraestructura</b>	<b>10</b>
3.3 Crianza	11
3.5 Análisis bromatológico	12
3.6 Diseño de tratamientos (Figura 4)	12
<b>3.7.1 Determinación de proteína</b>	<b>13</b>
<b>3.7.2 Determinación de grasa.</b>	<b>14</b>
<b>3.7.3 Determinación de humedad</b>	<b>15</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>16</b>

<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>19</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>20</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición proximal de las principales piezas aprovechables en pollo de engorda, (pechuga, pierna-muslo) alimentados con diferentes pigmentanates en la dieta.....	17
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las instalaciones de la unidad.....	9
Figura 2. Nave Avícola.....	11
Figura 3. Criadora. ....	11
Figura 4. Descripción grafica de los tratamientos en la evaluación. ....	12
Figura 5. Método Kjeldahl. ....	13
Figura 6. Método Soxhlet.....	14
Figura 7. Método de destilación azeotropa.....	15

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de dos pigmentantes, cempasúchil (*Tagetes erecta*) y Pixafil®, sobre la composición proximal de las piezas principales comerciales (pierna–muslo y pechuga) de pollos de engorda. El experimento se realizó en la Unidad Avícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se evaluaron tres tratamientos en la dieta: testigo absoluto (sin pigmentante), pigmentante natural (harina de flor de cempasúchil) y pigmentante sintético (Pixafil®), suministrados durante el periodo de engorda. Al sacrificio se recolectaron muestras de pechuga y pierna–muslo para la determinación de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y grasa cruda (GC) mediante metodologías estándar (Kjeldahl, Soxhlet y destilación azeotrópica). Los datos se analizaron mediante ANOVA en un sentido mediante Statgraphics Centurion, considerando diferencias significativas a  $p < 0.05$ . No se observaron diferencias significativas entre tratamientos en MS, PC ni GC en ninguna de las piezas evaluadas, con rangos de 24.34–27.31% de MS, 18.22–19.08% de PC y 1.54–1.87% de GC en pierna–muslo, y de 28.79–30.24% de MS, 20.31–21.03% de PC y 0.82–1.29% de GC en pechuga. Se concluye que la inclusión de pigmentantes naturales o sintéticos, en los niveles evaluados, no altera la calidad nutricional básica de la canal, por lo que la elección del tipo de pigmentante puede basarse en criterios tecnológicos, económicos y de preferencia del consumidor.

**Palabras clave:** pigmentante, calidad, proteína, grasa, pollo de engorda.

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las principales carnes consumidas por la población en México y el mundo están la carne de res, la carne de cerdo y la carne de pollo, sin embargo, la carne de pollo es una de las más preferidas por la población, dado que tiene un precio accesible, es de buena calidad y tiene un buen contenido de proteico. En México el consumo *per cápita* ha logrado alcanzar los 35 kg, es decir que cada persona consume 35 kg de carne pollo por año.

En nuestro país existen diferentes mercados, dado que en la parte centro y sur prefieren la carne de pollo con tonalidades amarillas a naranjas, y en la parte norte del país prefieren la carne con tonalidades más claras o incoloras, denominado pollo blanco, por tal motivo se busca modificar la colorimetría de la carne de pollo, con la finalidad de satisfacer la demanda de las regiones del sur del país principalmente.

Cabe mencionar que la adición de pigmentantes no afecta la calidad de la canal, ya que estos solo tienen como principio modificar la grasa, y el color de la piel, esto para que tenga una mayor aceptación dentro del mercado por el consumidor, sin dañar su rendimiento y composición.

Estos son agregados a las dietas de las aves, y actúan sobre los tejidos externos como ya se mencionó, y no directamente sobre el musculo, es por ello que no tiene un efecto directo y no tenemos ninguna afectación sobre la calidad de la canal, es decir no cambia la textura, el sabor ni mucho menos el valor nutricional, por esta razón es que el uso de pigmentantes tiene una dosificación específica.

Por todo lo anterior, el objetivo es determinar el efecto de la adición de dos pigmentantes en la carne de pollo de engorde.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Participación de la avicultura en el PIB

México alcanzó para el 2024 en producción de carne de ave un crecimiento de 2.4% respecto al 2023, obteniendo un total de 1,920,413.6 toneladas, lo cual fue una cifra récord, esto debido a las grandes importaciones por la alta demanda interna superando el millón de toneladas anuales ([Gutiérrez, 2024](#)).

La producción de pollo de engorda en México en el año 2024 alcanzó los 345 millones de aves para este propósito, estimando un consumo de 35 kg de carne de pollo *per cápita*, esto nos lleva a un aumento en el comercio del 12% en venta de piezas de pollos, siendo el sector avícola el más importante del país ya que el 38% del *PIB* pecuario surge del sector avícola, del cual el 24% proviene del pollo. La industria avícola es de gran importancia en la economía de México ya que generan más de 830 mil empleos ([UNA, 2024](#)).

El principal estado productor de carne de ave fue Veracruz, generando 260.494,4 toneladas y aportando 13,6% al total nacional; le siguen en importancia Jalisco con 221.499,8 toneladas (11,5%); Aguascalientes con 204.560,5 toneladas (10,7%); Querétaro con 188.285,8 toneladas (9,8%) y Durango con 142.759,7 toneladas (7,4%); en conjunto aportan 53% al total nacional, que en conjunto aportan cerca del 50% de la producción nacional. Estos resultados posicionan a México en uno de los principales países productores de pollo a nivel mundial ubicado en el sexto lugar ([Gutierrez,2024](#)).

En México la comercialización de carne de pollo cada día es más exigente por lo que se deben cumplir ciertos parámetros, con esto se asegura que el pollo antes de su sacrificio no sufra estrés, lo cual evita que se dañe la canal y provoque carne pálida, suave y exudativa, ya que esta carne al llegar a la mesa pierde propiedades nutritivas, debido a que no logra retener agua y pierde su valor agregado, y al momento de la cocción es una carne dura ([Pesado, 2022](#)).

En general el mercado de pollo se clasifica en diferentes presentaciones para su comercio, donde el pollo vivo tiene el mayor porcentaje con el 38%, el rosticero 32%, con presentación para mercado publico 12%, piezas el 8%, para supermercado 6% y con un valor agregado el 4%. El pollo vivo domina esta clasificación debido a que en México se tiene una gran preferencia por los pollos recién sacrificados, que se les denomina “pollo caliente”, esto porque existe una mayor población de aves de traspatio en zonas rurales, ya que las familias optan por hacer con sus propias manos el sacrificio de las aves a falta de técnicas o algún rastro para el sacrificio de las aves, usando a los pollos para consumo irregular entre los días de la semana.

El pollo rosticero es un ave que lleva un ciclo de producción de 35 días, donde su peso vario de 1.8 a 2.2 kg. Existe preferencia en algunos lugares de México por el pollo pigmentado, donde se añade pigmento al alimento de los pollos, es muy común que este se use en el pollo para supermercado que lleva un proceso de 49 días con un peso de 2.8 a 3 kg ([Pesado, 2022](#)).

## 2.2 Preferencias del color de la carne de pollo

Uno de los principales factores que influye a la hora de comprar carne de pollo es el color de la piel y la carne, para el consumidor un color intenso de pigmentación es considerado como señal de calidad, frescura o naturalidad del producto, de lo contrario una carne incolora hace dudar sobre el origen de este producto. Estas características también se ven reflejadas en el precio del producto al momento de su venta. También a la hora de elegir, el consumidor se basa en el color y el olor de la carne de pollo para determinar que es un buen producto, ya que se deriva que esta es una característica organoléptica principal que lo relaciona con la buena calidad ([Zambrano, 2025](#)).

Es importante mencionar que la preferencia de la carne de pollo en cuanto a sus tonalidades de pigmentación también depende de la zona geográfica, por lo general en el centro del país la población opta por el pollo amarillo, mientras que en el norte y sur eligen las carnes blancas, esto surge como resultado de una dieta distinta. Es por ello que los consumidores asocian los colores con la calidad del producto ([Barrera, 2025](#)).

## 2.3 Métodos de pigmentación de pollos de engorda

[Lokaewmanee, \(2005\)](#) menciona que la pigmentación en pollos de engorda es uno de los parámetros más importantes en la comercialización ya que si no se cumple con estos niveles de pigmentación se llega a castigar por llevar alguna desuniformidad, teniendo como castigo el descenso del precio de la carne. La pigmentación es una coloración que se logra por medio de xantofilas que son las encargadas de aportar un tono amarillo (luteína, zeaxantina y criptoxantina), en algunas zonas es poco común ver tonalidades rojizas pero se suelen presentar, este tono se logra por la capsantina o canthaxantina, pero si se logran combinar estas sustancias se obtiene una tonalidad dorada dando un aspecto más natural, la

coloración es acumulativa, por lo que se debe de ofrecer por un tiempo determinado, de dos a tres semanas dependiendo de la tonalidad que se desee lograr.

Un método de pigmentación puede ser de forma natural ya que varios ingredientes que pueden ser incluidos en el alimento contienen las xantofilas, una de las desventajas es que se concentran en pequeñas cantidades por lo que el consumo de estas debe ser en cantidades mayores, algunos de estos son el maíz, harina de gluten de maíz, alfalfa, caléndula (Mendoza *et al*, 1963). Existe otro método de pigmentación que es determinado sintético, este se logra por sustancias elaboradas como el etil-ester del ácido apocarotenoico, conocido como apoester, gracias a esta molécula se logra que la canal logre tomar una tonalidad amarillo naranja sin tantas complicaciones esto gracias a que son sustancias con mayores concentraciones por lo que implica menores cantidades para lograr la tonalidad deseada, una desventaja de pigmentos sintéticos es su precio ya que puede alterar los costos de producción. La pigmentación se logra por la absorción que realiza el epitelio ciliar del intestino medio, donde se lleva a cabo un proceso de hidrólisis enzimáticas de las xantofilas que ingresan a la dieta en forma de esteres de ácidos grasos ([Pantoja et al 2022](#)).

### **2.3.1 Métodos Naturales**

Estos métodos son aquellos que se obtiene de plantas o fuentes orgánicas a través de métodos tradicionales como el secado, la fermentación o incluso molidos, estos aportan colorantes amarillos, anaranjados o rojos, debido al contenido de carotenoides dentro de ellos. Estos colorantes los podemos suministrar a las aves por medio de una dieta balanceada, donde se puede agregar flor de cempasúchil, maíz amarillo, zanahoria o pimentón estos con la finalidad de mejorar el color de la piel y carne del pollo de engorde ([Santiago, 2021](#)).



#### **2.3.1.1 Cempasúchil**

Para este método es necesario la recolección de los pétalos de la flor, estos son sometidos a un proceso de secado para que este pueda ser molido con mayor facilidad, su alto contenido de carotenos (luteína), son los que proporcionan esa pigmentación en la carne y piel de las aves, se añade una cantidad en específico del polvo de la flor en la dieta para obtener el nivel de color deseado ([Martínez, 2003](#)).

#### **2.3.1.2 Maíz amarillo**

En este proceso al igual que en los otros, la pigmentación depende de los carotenoides (luteína y zeaxantina) que contiene el maíz, este se agrega en la dieta, pero triturado, permitiendo que las aves puedan absorber y sintetizarlos de una manera más rápida y efectiva para poder depositarlos en su organismo ([Nogareda et al, 2016](#)).

#### **2.3.1.3 Zanahoria**

Esta se puede suministrar en la dieta de los pollos de engorde ya sea fresca, en harina o los residuos de esta al extraer su jugo, de igual manera es absorbida por el organismo del ave, sintetizada y transportada a los distintos tejidos, proporcionando de esta manera la pigmentación en la piel, grasa y por ende las patas ([Jácome et al, 2024](#)).

#### **2.3.2 Métodos Sintéticos**

Estos métodos son una alternativa dentro de la producción de pollo de engorde debido a los avances en nutrición y genética, ya que estos no tienen acceso a las

fuentes naturales de pigmentación los productores optan por agregar colorantes sintéticos en la dieta. Uno de los productos más utilizado es el Pixafil, este es un extracto saponificado de *Tagetes erecta*, con una presentación solida (polvo), que es utilizado como pigmentante en el alimento de los pollos de engorde (excepto pavos), se recomienda agregar de 100 a 2000 gramos por tonelada de alimento ([Arce,2022](#)).

### **2.3.3 Calidad de la canal**

La calidad se obtiene cuando el producto que se ofrece cumple con todas aquellas características que busca el consumidor, desde su apariencia (no muestra hematomas, plumas, piel etc.), y sabor, hasta el valor nutricional de este. Las exigencias de calidad por los consumidores cada vez son más grandes, por lo tanto, los productores deben cumplir con las altas demandas, tomando en cuenta que la producción está asegurando el bienestar de los mismos. La producción de carne de pollo sigue siendo demandante, y la calidad de esta influye en su costo, y de las características que desea el consumidor en cuanto a las propiedades nutricionales y lo atractivo que es esta visualmente. Actualmente existen distintos sistemas de crianza de aves de corral, lo que puede provocar lesiones o algunos otros problemas que pueden afectar la calidad de la canal, así como el estrés térmico, enfermedades metabólicas y nutricionales ([Eke, 2021](#)).

### **2.3.4 Índices de evaluación y determinación de calidad de carne.**

La alta demanda y consumo de proteína de pollo por parte de la población mundial se debe a sus bajos costos ,disponibilidad y buena calidad nutricional de la misma, por lo cual es fundamental controlar los procesos productivos y la calidad de la misma, debido a que tiene un efecto directo al consumidor por sus propiedades nutricionales(proteína alta, baja en grasa) los cuales ayudan a el desarrollo de muscular ,salud cárnica entre otro benéficos ([Youssef,2016](#)).

#### **2.3.4.1 Color de la carne**

Esta es una de las características más importantes, ya que asocian los colores brillantes con frescura y calidad, mientras que las carnes incoloras o blancas como si estuviese echada a perder o de menos calidad ([Pesado, 2022](#)).

#### **2.3.4.2 Ternura de la carne**

La ternura es también una característica que los consumidores toman en cuenta para evaluar la calidad de la carne, y esta se basa en el estrés ambiental, edad del ave, rigor mortis y la congelación de la carne ([Pesado, 2022](#)).

#### **2.3.4.3 Sabor a carne**

Aunque sea un poco más difícil distinguir el sabor al momento de comerlas, si hay una variación de estos al momento de su cocción, estos también dependen de la alimentación del animal, el manejo pre y post- mortem. Cabe mencionar que para que el producto llegue en óptimas condiciones requiere pasar por las fases de producción, distribución y para cumplir con los estándares de la calidad. Existen otros factores a tomar en cuenta para que el producto sea de calidad, en primer lugar, tenemos el desplume, el eviscerado, el sacrificio de las aves, su escaldado su transformación y el enfriado. En segundo lugar, el corte del producto, este necesita de varios cortes para obtener las piezas requeridas, y esto les puede dar un valor agregado a la hora de su venta ([Pesado, 2022](#)).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación

El experimento de esta investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el Departamento de Nutrición Animal dentro de la unidad metabólica, (Figura 1), ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila, México, con coordenadas geográficas  $25^{\circ}23'36''\text{N}$   $101^{\circ}00'02''\text{O}$ /  $25.3934$ ,  $-101.0005$  respectivamente y una altitud en metros sobre el nivel del mar de 1783.



FIGURA 1. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA UNIDAD.

## **3.2 Instalaciones y equipo**

### **3.2.1 Acondicionamiento desinfección y cuarentena de la unidad avícola**

el trabajo de campo se dio inicio antes de la repoblación de los pollos de engorde el cual consistió en la preparación y acondicionamiento de la nave avícola, de acuerdo a los protocolos de sanidad (desinfección). Primero se realizó un lavado en seco de las instalaciones, posterior a esto se procedió a lavar en húmedo con un jabón sanitizante comercial de la marca Germiklin®, y por ultimo desinfecto con un químico de la marca Creolina® y se selló por 72 horas para su secado, posterior a todo esto se encalaron los pisos para evitar la propagación de hongos y bacterias y parásitos que pudieran encontrarse, y finalmente se colocaron las jaulas para su posterior uso.

### **3.2.2 Infraestructura**

El área donde se desarrolló el experimento fue en una nave avícola acondicionada con 12 bebederos manuales con capacidad de cinco litros y 12 comederos manuales con una capacidad de 10 kg, la nave avícola cuenta con 12 sub divisiones o corrales de 1m x 1.5m cercadas cada uno con malla tipo gallinera, se incorporó viruta de aserrín con un espesor de dos centímetros de espesor para mantener una temperatura de suelo de un promedio de 32 grados, se utilizaron dos calentadores de gas y uno calentador eléctrico (Figura 2). La nave cuenta con un extractor de aire y cortinas en un costado de la nave para lograr regularizar la temperatura y calidad de aire.

### 3.3 Crianza

Esta etapa se llevó a cabo en un cuarto de crianza donde se encuentra una criadora tipo batería con cinco niveles (Figura 3), contaba cada nivel con tres comederos que rodeaban a cada nivel, es decir, dos laterales y uno enfrente, se les proporciono dos bebederos y un termómetro automático para cada apartado. El cuarto contaba con un extractor de aire y dos calentadores de gas. A los siete días de nacimiento se realizó la vacunación ocular contra Newcastle y la alimentación se realiza con alimento en pellet.



FIGURA 2. NAVE AVÍCOLA.



FIGURA 3. CRIADORA.

### 3.4 PERIODO DE ENGORDA

el periodo de la engorda se realizó, en tres etapas de alimentación, crianza, crecimiento y finalización con un total de 35 días desde la recepción hasta el sacrificio.

### 3.5 Análisis bromatológico

Para la determinación de la calidad de la carne; contenido de materia seca, (MS) proteína (PC) y grasa cruda (GC) en las piezas principales de la carne de pollo (pechuga y pierna + muslo), se realizó aplicando la metodología descrita **por la** Association of Official Analytical Chemists (AOAC), que fue adoptado como el primer método oficial tras un estudio colaborativo que revalido su fiabilidad en 1986.

### 3.6 Diseño de tratamientos (Figura 4)

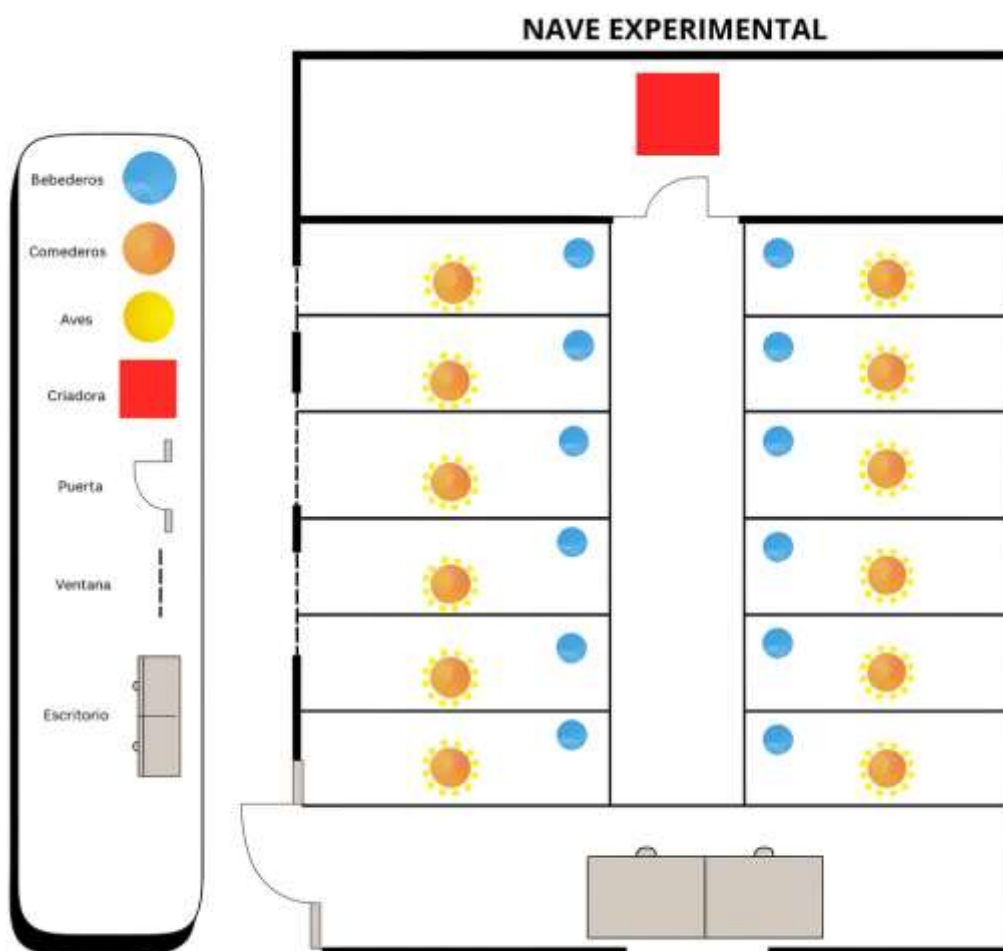


FIGURA 4. DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS TRATAMIENTOS EN LA EVALUACIÓN.

### 3.7 Variables evaluadas

#### 3.7.1 Determinación de proteína

Se usaron dos gramos de muestra de pierna, muslo y pechuga de cada uno de los tratamientos para determinar la proteína (PC) a través del método Kjeldahl (Figura 5), para lograr obtener la cantidad de nitrógeno que se encuentra en la muestra de carne. El método Kjeldahl proporciona una fórmula la cual consiste en calcular el porcentaje de nitrógeno por lo siguiente se deben calcular los ml gastados de la muestra, menos los ml blancos, multiplicando el nitrógeno del ácido por 0.014, todo esto entre los gramos de muestra y multiplicado por 100 ([C. Gerhardt GmbH & Co. KG, s. f.](#)).



FIGURA 5. MÉTODO KJELDAHL.



### 3.7.2 Determinación de grasa.

Para la determinación de grasa (GC) se usaron cinco gramos de carne picada de cada una de las muestras, mediante el método Soxhlet (Figura 6). Donde se sigue un proceso según la metodología para obtener el % de grasa total, que se obtiene del peso de matraz con grasa menos el peso del matraz solo, por 100, entre los gramos de muestra ([C. Gerhardt GmbH & Co. KG, s. f.](#)).



FIGURA 6. MÉTODO SOXHLET.

### 3.7.3 Determinación de humedad

Para determinar el porcentaje de humedad en la carne se utilizaron 10 gramos de muestra, y se empleó el método de destilación azeotrópica (Figura 7), el proceso que se lleva a cabo es realizando una toma directa de lectura del tubo tomando en cuenta la línea de la vista, este en una dirección perpendicular a la columna del tubo y multiplicar por 10.



FIGURA 7. MÉTODO DE DESTILACIÓN AZEOTROPICA.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión en la dieta de diferentes pigmentantes no modificó de manera significativa ( $P>0.05$ ) la composición proximal de la carne de pollo de engorda en las piezas principales evaluadas (pierna–muslo y pechuga). En la porción de pierna–muslo, los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y grasa cruda (GC) fueron estadísticamente similares entre los tratamientos con cempasúchil, Pixafil y el grupo testigo (Cuadro 4.1).

Para el caso de las piezas de pierna-muslo, los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y grasa cruda (GC) (Cuadro1), oscilaron de 24.34 a 27.31%, PC de 18.22 a 19.08% y de GC de 1.54 a 1.87%, respectivamente, con promedios generales de 26.04% de MS, 18.58% de PC y 1.75% de GC.

Respecto a la pechuga el comportamiento fue similar, ya que no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en las variables de MS, PC y GC y los diferentes pigmentantes evaluados (químico, natural y testigo absoluto). Por otro lado, la MS reportó valores entre 28.79 y 30.24%, la PC entre 20.31 y 21.03% y la GC entre 0.82 y 1.29%, con medias globales de 29.39, 20.70 y 1.13%, respectivamente. Estos resultados indican que la suplementación con cempasúchil o Pixafil, en las condiciones del presente estudio, no altera la calidad nutricional básica (contenido de materia seca, proteína y grasa) de las principales piezas comerciales de la canal de pollo de engorda, respecto a los pollos alimentados sin ningún tipo de aditivo.

**CUADRO 1. COMPOSICIÓN PROXIMAL DE LAS PRINCIPALES PIEZAS APROVECHABLES EN POLLO DE ENGORDA, (PECHUGA, PIERNA-MUSLO) ALIMENTADOS CON DIFERENTES PIGMENTANTES EN LA DIETA.**

Tratamiento (Pigmentante)	PIERNA-MUSLO			PECHUGA		
	MS (%)	PC (%)	GC (%)	MS (%)	PC (%)	GC (%)
Cempasúchil	26.46 a	18.22 a	1.54 a	30.24 a	20.31 a	1.29 a
Pixafil	24.34 a	18.43 a	1.87 a	29.13 a	21.03 a	0.82 a
Testigo	27.31 a	19.08 a	1.85 a	28.79 a	20.77 a	1.28 a
Total	26.04	18.58	1.75	29.39	20.70	1.13

**Ms= materia seca, PC= proteína cruda, GC= grasa total. Letras similares no presentan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) Tukey.**

Con base en los resultados obtenidos, se demostró que no existen diferencias significativas en el análisis proximal (de MS, PC y GC) de pierna–muslo y pechuga reportando que, la inclusión de cempasúchil (pigmentante natural) o Pixafil (pigmentante sintético) y la no adición de estos compuestos, no modifica la calidad nutricional básica de la carne de pollo de engorda. Esto coincide con resultados reportados por [Díaz-Gómez \(2017\)](#), en el cual se reporta que, la única función de los pigmentantes naturales y químicos en la industria avícola, tienen como principal objetivo dar coloración a piel y yema de huevo, sin alterar la composición proximal de la proteína de animal al cual se alimentó.

[Rajput et al. \(2012\)](#) y [Wang et al. \(2017\)](#) en sus respectivas investigaciones, han reportado que la adición a la dieta de extractos y polvo deshidratado de flores de cempasúchil, incrementan de forma consistente los valores de pigmento amarillo en la piel y canal debido a su alto porcentaje de xantofilas, las cuales son las encargadas de dar la tonalidad, sin afectar parámetros productivos y análisis proximal. Por otro lado, [Wei et al. \(2023\)](#), demostraron que la adición de polvo deshidratado de plantas ricas en xantofilas, mejoran la pigmentación de pechuga y muslo, y no encontraron cambios significativos en MS, PC y GC. En este contexto, los resultados demuestran que, los niveles de inclusión de pigmentantes habitualmente utilizados en la industria, tanto naturales como sintéticos, tienen un

efecto mínimo sobre la deposición de nutrientes en el músculo, mientras que su impacto se concentra en atributos visuales y, en algunos casos, en la capacidad antioxidante del tejido.

Por otro lado, en diversas investigaciones se reporta un comportamiento similar ante la adición de pigmentantes naturales, químicos y en el testigo absoluto (sin adición de ninguno), las cuales concuerdan en que este efecto se relaciona con la baja contribución de estos aditivos al aporte total de energía y proteína de la dieta. En dietas comerciales de pollos de engorda, los pigmentantes se incluyen generalmente en el orden de los miligramos por kilogramo de alimento, comparados con los gramos de proteína y lípidos aportados por los nutrientes principales (proteicos y energéticos). Por lo cual, aunque varíe la adición de diferentes pigmentantes tanto naturales como químicos y exista diferencia en digestibilidad, el efecto final sobre la composición proximal no presenta diferencias respecto a los testigos absolutos. Resultados similares se han descrito para otros aditivos de origen vegetal, como harinas de *Moringa oleifera* o extractos ricos en carotenoides, donde se observan cambios en estabilidad oxidativa o color, pero solo variaciones moderadas en proteína y grasa de la pechuga ([Pastsart et al., 2016](#); [Loetscher et al., 2013](#)).

Por otra parte, diversos trabajos han señalado que los pigmentantes y otros aditivos de origen vegetal pueden mejorar atributos de calidad distintos a la composición proximal, como la estabilidad oxidativa de los lípidos, la pérdida por goteo y la textura de la carne ([Wang et al., 2017](#); [Loetscher et al., 2013](#); [Polak et al., 2022](#)). Estos efectos se asocian a la presencia de compuestos fenólicos y carotenoides con actividad antioxidante, capaces de reducir la per oxidación lipídica durante el almacenamiento ([Bobko et al., 2015](#); [Shahidi & Ambigaipalan, 2015](#)).

## 5. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la adición de pigmentantes naturales (cempasúchil) y sintéticos (Pixafil) en la dieta de pollos de engorda no **modifica** la composición proximal de la carne de pollo pierna–muslo y pechuga. Lo cual sugiere que la elección entre un pigmentante sintético o uno de origen vegetal o incluso, no utilizar ninguno, puede basarse en criterios de producción, sistema, económica o preferencia del consumidor, sin afectar el aporte de proteína y grasa al consumidor final. Por lo cual esta investigación respalda el uso de polvo cempasúchil como alternativa natural a los pigmentantes sintéticos en dietas de pollo de engorda, al mantener una calidad nutricional equivalente en pierna–muslo y pechuga frente a aves alimentadas con aditivos químicos.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alonso Pesado, F. A. (2022, 16 de junio). Visión general de la distribución y comercialización de carne de pollo en México. BM Editores – Los Avicultores y su Entorno. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/vision-general-de-la-distribucion-y-comercializacion-de-carne-de-pollo-en-mexico/>
- ARCE, S.L. (2022, 23 de noviembre). Pixafil® Amarillo Polvo 40 – Especificaciones técnicas [Ficha técnica]. Madrid, España. Recuperado de <https://arceweb.com/wp-content/uploads/2023/11/FT-PIXAFIL-A-40-P-vs5-ES.pdf>
- Arce, S.L. (2022, noviembre 23). Pixafil® Amarillo Polvo 40 – Especificaciones técnicas [Ficha técnica]. ARCE web. <https://arceweb.com/wp-content/uploads/2023/11/FT-PIXAFIL-A-40-P-vs5-ES.pdf>
- Attia, Youssef A., Al-Harthi, Mohammed A., Korish, Mohamed A. y Shiboob, Mohamed M. (2016). Evaluación de la calidad de la carne de pollo de engorde en el mercado minorista: Efectos del tipo y la fuente de las canales. Revista mexicana de ciencias pecuarias , 7 (3), 321-339. Recuperado el 28 de noviembre de 2025, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242016000300321&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242016000300321&lng=es&tlng=en)
- Barrera, F. (2025, 25 de julio). Por qué el pollo en México es amarillo: ¿pintura artificial o un ingrediente natural? Excélsior. Recuperado de <https://www.excelsior.com.mx/expresiones/por-que-el-pollo-es-amarillo-en-mexico/1728559>
- BM Editores. (2022, 17 de octubre). La pigmentación del pollo. BM Editores – Los Avicultores y su Entorno. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-del-pollo/>

- Bobko, M., et al. (2015). Oxidative stability of chicken meat after application of natural antioxidants. In Proceedings of the International Congress of Meat Science and Technology.
- C. Gerhardt GmbH & Co. KG. (s. f.). El método Kjeldahl para la determinación de nitrógeno y proteínas. Gerhardt. <https://www.gerhardt.de/es/know-how/metodos-analiticos/el-metodo-kjeldahl/>
- C. Gerhardt GmbH & Co. KG. (s. f.). Métodos de extracción en el análisis de grasas. Gerhardt. <https://www.gerhardt.de/es/know-how/metodos-analiticos/metodos-de-extraccion-en-el-analisis-de-grasas/>
- Díaz-Gómez, J., et al. (2017). High-carotenoid biofortified maize is an alternative to color additives in poultry feed. *Poultry Science*, 96(6), 1921–1933. <https://doi.org/10.3382/ps/pew500>
- Efecto de la adición de pixafil y cempasúchil en el grado de pigmentación y calidad de la canal de pollo de engorda. <https://doi.org/10.1111/pbi.12369>
- Eke, A. C. (2021, diciembre 8). An update on the physiologic changes during pregnancy and their impact on drug pharmacokinetics and pharmacogenomics. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 33(5), 581–598. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2021-0312>
- Foroutankhah, M., Bouyeh, M., Lorestani, H., & Lorestani, A. (2019). Evaluation of *Calendula officinalis* L. (marigold) flower as a natural pigment source in broiler diets. *Animal Nutrition*, 5(4), 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.02.004>
- Gutiérrez, M. de los Ángeles. (2024, 11 de septiembre). Panorama del mercado de la carne de ave en México. aviNews. Recuperado de <https://avinews.com/panorama-del-mercado-de-la-carne-de-ave-en-mexico/>
- Gutiérrez, M. de los Ángeles. (2024, 11 de septiembre). Panorama del mercado de la carne de ave en México. aviNews. Recuperado de <https://avinews.com/panorama-del-mercado-de-la-carne-de-ave-en-mexico/>



- Jácome-Gómez, J. R., Valencia-Enríquez, X. P., Salcán-Sánchez, E. J., Martínez Sotelo, M. C., & de la Cruz Chicaiza, D. L. (2024). *Daucus carota* L. como fuente de pigmento natural y su efecto sobre parámetros zootécnicos en pollos de engorde Cobb 500. *La Técnica*, 14(1), 29–36. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/6219>
- Loetscher, Y., Krueger, M., & Messikommer, R. E. (2013). Oxidative stability of the meat of broilers supplemented with rosemary leaves, rosehip fruits, chokeberries, and entire nettle or nettle extract. *Poultry Science*, 92(11), 2938–2948. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03105>
- Lokaewmanee, K., Yamauchi, K., & Takeda, M. (2005). Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Science*, 84(1), 143–147. <https://doi.org/10.1093/ps/84.1.143>
- Martínez Peña, M. (2003). *Efecto de niveles de xantofilas de flor de cempasúchil sobre la pigmentación de la piel en pollo de engorda* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000315683>
- Mendoza, C., & Pino, J. A. (1963). *Efecto de un antioxidante y una hormona sintética sobre la pigmentación de pollos de engorda*. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Recuperado de FAO AGRIS: <https://agris.fao.org/search/en/providers/122436/records/67598d177b9a06a08f08279a>
- Pantoja, L., & González, Ó. (2022, 27 de septiembre). Salud intestinal y pigmentación del pollo de engorde. *Actualidad Avipecuaria*. Recuperado de <https://actualidadavipecuaria.com/salud-intestinal-y-pigmentacion-del-pollo-de-engorde/>
- Pastsart, U., et al. (2016). Proximate composition and variation in colour, drip loss and pH of breast meat from broilers supplemented with *Moringa oleifera* leaf meal over time. *International Journal of Poultry Science*, 15(9), 349–356.
- Rajput, N., Naeem, M., Ali, S., Khan, M. A., & Tipu, M. A. (2012). Effect of dietary supplementation of marigold pigment on immunity, skin and meat color and

- growth performance of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14(4), 233–304.
- Santiago-Ruedas, K. J. (2021). Pigmentos naturales y sintéticos en producción de pollo de engorde. *Natural and Synthetic Pigments in Broiler Chicken Production*. Universidad Francisco de Paula Santander, Seccional Ocaña. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29126.40002>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Unión Nacional de Avicultores. (2024, 1 de agosto). El consumo de pollo per cápita crecerá a 35 kg en México en 2024. El Sitio Avícola. <https://www.elsitioavicola.com/poultrynews/34691/el-consumo-de-pollo-per-capita-crecera-a-35-kg-en-maxico-en-2024/>
- Wang, S., Zhang, L., Li, J., Cong, J., Gao, F., & Zhou, G. (2017). Effects of dietary marigold extract supplementation on growth performance, pigmentation, antioxidant capacity, and meat quality in broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(1), 71–77. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0211>
- Wei, Y., et al. (2023). Effects of different types of xanthophyll extracted from marigold on growth performance, skin color, and carcass traits of broilers. *Animal Bioscience*, 36(7), 1036–1046. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0462>
- Zambrano Mora, J. S. (2025). Influencia de la suplementación de tres fuentes comerciales de xantofilas amarillas en la dieta de pollos de engorde sobre la intensidad del pigmento y su impacto económico (Trabajo de titulación para optar al título de Médico Veterinario Zootecnista). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias. <https://rest-dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/37520bf7-0ed1-484a-9bb9-73c3769fa8a6/content>