

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**Nivel de pigmentación de las canales de pollo de engorda con
pixafil y cempasúchil**

POR

Guillermo López Martínez

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título profesional de

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre de 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

**Nivel de pigmentación de las canales de pollo de engorda con
pixafil y cempasúchil**

POR:

Guillermo López Martínez

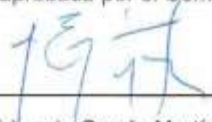
TESIS PROFESIONAL

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito 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




Dr. Francisco Alonso Rodríguez Huerta
Asesor



MC. Camelia Cruz Rodríguez
Asesor

El Coordinador de Ciencia Animal



MC. Pedro Carrillo López



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre, 2025

Manifiesto de Honestidad Académica

El suscrito, Guillermo López Martínez estudiante del nivel licenciatura de la especialidad de zootecnia, con matrícula 41213821, 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, reconocimiento 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.



Tesista de licenciatura/UAAAN

DEDICATORIA

A mis padres el Sr. Joel López Luna y la Sra. Ma de Jesús Martínez Rodríguez por darme la vida, por la motivación en cada uno de los momentos donde quise renunciar, por siempre darme el apoyo en cada una de las decisiones que llegue a tomar y sobre todo por guiarme por un buen camino y llegar a ser la persona que soy ahora.

A mis hermanos por ser un gran pilar en este largo recorrido, por llenarme de consejos y comentarios de superación para lograr alcanzar cada una de mis metas y mostrarme ese apoyo incondicional en cada una de las circunstancias.

A mi abuelo Amado Martínez Méndez por ser mi segundo padre y llenarme de buenos consejos y motivarme a tomar este camino depositando siempre su confianza en mí, por ser un gran pilar en mi formación desde pequeño y protegerme hasta que dios se lo permitió y sé que desde el cielo me sigue guiando y cuidando para llegar a ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por siempre acompañarme desde el día que inicio este recorrido hasta el camino final, por estar en cada uno de los momentos donde hubo derrotas o victorias, agradecerle a dios que me permitió llegar con salud a mí y a mi familia para estar juntos en este logro.

A mis padres el Sr. Joel López Luna y la Sra. Ma de Jesús Martínez Rodríguez por siempre llenarme de confianza que podría lograr cosas que nunca imaginaba, porque me hacían sentir con su compañía aun estando distantes, gracias a mis padres por su apoyo sentimental y económico gracias a ellos nunca me faltó nada durante estos 5 años.

A mi hermana María de Jesús López Martínez por ser parte de este proceso y una de las personas que me motivo que me embarcara en esta carrera y siempre darme consejos y regañarme para dar lo mejor de mí en cada una de las cosas que realizaba.

A mi hermano Rafael López Martínez por ser mi ejemplo a seguir y mi motivación para ser cada día mejor, por apoyarme desde el inicio hasta el final de la carrera y siempre estar cuando lo llegue a necesitar.

A mis hermanos Melchor, Camilo y Adrián López Martínez por siempre brindarme su apoyo y llenarme de consejos para lograr superarme, gracias por siempre insistir que podría llegar a ser mejor.

A mis asesores: **Dr. José Eduardo García Martínez, la MC. Camelia Cruz Rodríguez y el Dr. Francisco Alonso Rodríguez Huerta**, por todo el apoyo brindado a lo largo de carrera y el experimento de tesis, por siempre hacerme sentir como si estuviera en mi casa, por llenarme de consejos dentro y fuera de la institución, por siempre exigirme para ser mejor persona y profesionalista, gracias por esa gran amistad brindada dentro y fuera de la universidad.

A mi compañera Mónica Saldaña Figueroa por ser siempre mi compañera de carrera y mostrarme todo su apoyo en este camino, por los consejos, regaños y exigencia para ser mejor, gracias por siempre estar en estos 4 años.

A mis amigos y compañeros: Diego Torres, Monserrat Izaguirre, Daniela Navarro, José Cordero, Ramiro López, Cecilia Farelos y Alberto, por todos los malos y buenos momentos que vivimos en esta etapa universitaria.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos aditivos pigmentantes, uno comercial (Pixafil®) y uno natural, harina de flor de cempasúchil, (*Tagetes erecta*), sobre la pigmentación de la canal y el desempeño productivo de pollos de engorda. Se utilizaron 144 pollos machos Ross-308, distribuidos en un diseño completamente al azar con tres tratamientos (cempasúchil, Pixafil y un testigo sin pigmento), con cuatro repeticiones de 12 aves cada una. Las dietas de crecimiento y finalización fueron elaboradas de acuerdo a los requerimientos publicados por (NRC, 2021) y difirieron únicamente en la fuente de pigmentantes. La coloración de la piel se evaluó mediante equipo (colorímetro) ΔB (eje amarillo/azul) utilizando un colorímetro de reflectancia, y se registraron ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia.

Los tratamientos con cempasúchil y Pixafil incrementaron de forma significativa ($p < 0.05$) el valor de ΔB respecto al testigo (25.16 ± 0.81 y 27.32 ± 1.00 vs 10.57 ± 1.38 unidades), sin diferencias estadísticas entre ambos pigmentantes, lo que indica una eficacia equivalente en la intensificación de la tonalidad amarilla de la canal. En contraste, los parámetros productivos no mostraron diferencias significativas entre tratamientos en ninguna fase, manteniéndose valores similares de ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia. Por lo cual, los resultados respaldan el uso de cempasúchil como alternativa natural viable respecto a los pigmentantes sintéticos comerciales, de mostrando que no existe una diferencia significativa al someterlo a un análisis estadístico, sin afectar negativamente el rendimiento productivo (GDP, CMS, CA), y ofrecen una opción natural y sustentable al sector avícola y a los consumidores.

Palabras Clave: Pigmentante, sustentabilidad, parámetros productivos.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	V
RESUMEN	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Situación actual de la producción avícola a nivel Mundial.....	3
2.2 Consumo mundial	4
2.3 Situación Nacional de la producción avícola	5
2.4 Consumo Nacional.....	6
2.5 Sistemas de producción pollo de engorda	6
2.5.1 Sistema intensivo	7
2.5.2 Sistema semi-intensivo	7
2.5.3 Sistema extensivo	8
2.6 Factores que afectan el mercado de pollo de engorda	8
2.7 Uso del pigmentante en la industria avícola.....	10
2.8 Uso de pixafil ® (ficha técnica).....	11
2.9 Uso de flor de cempasúchil como pigmentante.....	12
2.10 Principales parámetros productivos pollo de engorda.....	13
2.11 Métodos para estimar colorimetría	15
2.11.1 Técnica visual	15
2.11.2 Técnica con colorímetros de reflectancia	15
2.11.3 Método o técnica química	16
2.12 Preferencia de consumo por la pigmentación de carne de pollo.....	16
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1 Ubicación	18
3.2 Instalaciones y equipo.....	18
3.2.1 Acondicionamiento desinfección y cuarentena de la unidad avícola.....	18
3.2.2 Infraestructura	19
3.3 Crianza.....	19
3.4 Crecimiento	20
3.5 Engorda.....	21

3.6 Material experimental.....	21
3.7 Diseño de tratamientos	21
3.8 Análisis estadístico.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5. CONCLUSIONES.....	26
6. REFERENCIAS.....	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Contenido de xantofilas de algunos ingredientes utilizados en la alimentación animal.....	11
Cuadro 2. Análisis bromatológico de Pigmentante pixafil Polvo 40 ®.	12
Cuadro 3. Dieta utilizada en la etapa de crecimiento para 100 kg.....	20
Cuadro 4. Dieta utilizada en la etapa de engorda para 100 kg.....	21
Cuadro 5. Comparativo de los resultados durante las etapas de iniciación y finalización.....	25
Cuadro 6. Diferencia sobre el uso de pigmentante.....	25

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Colorímetro de reflectancia.....	16
Figura 2. Ubicación de las instalaciones de la unidad avícola.....	18
Figura 3. Nave avícola con 12 sub divisiones.....	19
Figura 4. Criadora de aves automática para la recepción de las aves durante los primeros siete días.	20

1. INTRODUCCIÓN

El sector avícola se ha consolidado como una de las industrias de mayor crecimiento y de gran relevancia a nivel mundial. Esto se debe a la alta demanda de su proteína, que destaca por su valor nutricional y un precio accesible en comparación con otras fuentes de origen animal. [\(FIRA, 2024\)](#). menciona que la producción mundial de carne de ave ha experimentado un crecimiento notable, alcanzando cifras récord de 104.1 millones de toneladas en 2024, con países como Estados Unidos y Brasil liderando el mercado.

Aterrizando en el panorama nacional, la situación no es diferente. En México, la carne de pollo es la proteína animal de mayor producción y consumo, representando casi la mitad del volumen total de carnes que se generan en el país. La producción ha mostrado un crecimiento constante según [\(UNA, 2023\)](#)., alcanzando 3.98 millones de toneladas en 2024. Este alimento es fundamental en la dieta de las familias mexicanas, siendo la principal proteína en la que invierten su gasto. A pesar del esfuerzo productivo nacional, la demanda interna supera la oferta, lo que obliga a México a importar una parte significativa del pollo que consume.

Dentro de este mercado, las preferencias del consumidor juegan un papel crucial y definen las tendencias de producción. En México, existen dos mercados principales divididos por regiones: la zona norte prefiere un pollo ligero de piel blanca, mientras que la zona centro y sur del país demanda un pollo más pesado y de piel amarilla. Esta coloración amarilla es altamente valorada por los consumidores de estas regiones, quienes la asocian con una mejor calidad, sabor y una crianza más natural, aunque nutricionalmente sea idéntica al pollo de piel blanca.

Para satisfacer esta demanda específica, la industria avícola recurre al uso de aditivos pigmentantes en el alimento de las aves. Estos aditivos, ricos en carotenoides como las xantofilas, se depositan en la grasa subcutánea del pollo, otorgándole la tonalidad amarilla deseada por el consumidor. Si bien existen pigmentos sintéticos, ha crecido el interés por el uso de fuentes naturales. Una de las fuentes naturales más importantes y estudiadas en México es la flor de

cepasúchil (*Tagetes erecta*), la cual posee una alta concentración de luteína, un carotenoide que proporciona una excelente pigmentación.

Por lo tanto, la presente investigación se enfoca en evaluar el uso de pigmentantes naturales derivados de la flor de cepasúchil en la dieta de pollos de engorde, partiendo de la hipótesis que la adición de cepasúchil en polvo tendrá efectos similares en la colorimetría vs un colorante químico.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación actual de la producción avícola a nivel Mundial

El sector avícola es una de las industrias de mayor crecimiento a nivel mundial por su alta demanda de proteína y su valor económico y nutricional, respecto a otras fuentes de proteína (animal), y su rápido crecimiento. La producción Mundial total en 2024 rompió récord al llegar a 104.1 millones de toneladas (mdt), los países de Estados Unidos y Brasil son los principales productores debido a que juntos logran producir el 38 % de la producción de carne mundial. Estados Unidos alcanzó una producción de 21.4 millones de toneladas, seguido por Brasil con 15.1 millones de toneladas, el tercer lugar lo ocupa China con 13.9 millones de toneladas y México se ubica en la sexta posición con una producción de 4 (mdt) ([FIRA, 2024](#)).

De acuerdo a la información publicada en un artículo de Panorama Agroalimentario 2024 "Carne de Pollo" de la Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, para el 2024 el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) pronosticó dicho incremento en la producción mundial, siendo países como Estados Unidos y Brasil los mayores productores, compensando la reducción de la producción de dicha proteína de china. Desde el año 2022 Brasil superó a China convirtiéndose en el segundo país con mayor producción avícola en el mundo y en Sudamérica ([BM Editores, 2023](#)).

Estados Unidos, es el principal productor a nivel mundial de carne de Pollo, con una producción histórica en 2023 con un total de 21.1 mdt, mientras que para el año 2024 se reportó una producción de 21.4 mdt con un incremento considerable vs 2023, lo que implica una contribución a la producción mundial del 20.4 %. Por su parte Brasil, tuvo una producción de 14.9 mdt en el 2023 aportando un 14.4 % de la producción mundial, para el 2024 la producción brasileña alcanzó una producción de 15.1 mdt, es decir un incremento del 1.3% posicionándolo como ya se mencionó en el segundo país con mayor producción. China los sigue de cerca y se posiciona en tercer lugar, quien a diferencia de Estados Unidos para el año 2024 enfrenta una

producción inferior del 6.3% que el año 2023, esto debido a la presencia de Influenza Aviar Altamente Patógena (IAAP), cierre de mercados de aves vivas etc. En la cuarta posición se encuentra la Unión Europea la cual se vio impulsada por una demanda interna en el 2023 con un crecimiento anual del 1.7% para ubicarse con 11.1 mdt y con un crecimiento del 0.5% para el 2024, si bien, aunque la Unión Europea enfrentó retos como los continuos brotes de IAAP y la competencia en las importaciones, la oferta de carne de pollo fue impulsada por la demanda interna ([Pesado et al., 2025](#)).

2.2 Consumo mundial

Una de las principales causas del crecimiento de la industria avícola a nivel mundial en específico en la producción de carne de pollo es la alta demanda de dicha proteína por su valor económico accesible y su excelente valor nutricional, durante el año 2023 el consumo *per cápita* reporto un incremento considerable, los países con mayor consumo *per cápita* son Estados Unidos, China, Brasil, la Unión Europea, México, Rusia y Japón. En el año 2024 se alcanzó un nuevo un volumen de consumo de 101.8 mdt de consumo mundial, lo cual representa un incremento anual del 0.5%. En Estados Unidos en el 2024 el consumo estadounidense tuvo un alcance de 18.3 mdt, es decir, que se registró un incremento anual de 2.3% vs 2023. [FIRA, \(2024\)](#) reporta cifras similares a las [\(Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, \(2024\)\)](#) donde se reporta año tras año un incremento en la producción mundial de proteína animal, como se ve reflejado en el consumo *per cápita* promedio mundial de 102.1 libras.

Ahora bien, en China para el 2024 se presentó una disminución en comparación del año 2023 de un 6.1% donde se registró un volumen de consumo de únicamente de 14.1 mdt, es decir, una oferta menor, una de las razones principales de ello, la baja oferta interna [\(USDA, 2024\)](#). Continuando con Brasil, el consumo de carne pollo para el 2024 se vio afectado con una pequeña reducción del 0.1% de la tasa anual en el 2023 la cual fue de 10.1 mdt, debido al aumento de consumo de otras proteínas animales, dicho esto, el consumo *per cápita* del país en ese año alcanzó los 46

kilogramos por año. Por último, tenemos a la Unión Europea en la cual para el 2024 tuvo un crecimiento del 0.8% del volumen que se venía manejando en el 2023, durante el cual se consumió 10.1 mdt, esto debido al crecimiento demográfico de millones de refugiados, lo que implica que el consumo per cápita también aumentara ligeramente. Es así que, a nivel Mundial per cápita, promedio de carne de pollo durante 2023 fue de 10.23 kg ([USDA, 2024](#)).

2.3 Situación Nacional de la producción avícola

En México, la carne de pollo es la proteína animal de mayor producción, representando casi la mitad del volumen total de carnes en el país. En el 2023, la producción nacional alcanzó un récord histórico de 3.89 millones de toneladas, lo que significó un incremento anual de 2.8%. Para 2024, esta cifra creció un 2.4%, llegando a 3.98 millones de toneladas. Las condiciones climáticas y geográficas de México favorecen a la producción nacional de pollo de engorde en todo el país, desde el norte hasta el sur del país, dentro de los estados con mayor producción se encuentra principalmente Veracruz, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Durango, que en conjunto aportan más de la mitad de la producción nacional ([UNA, 2023](#)).

Según el SIAP-SADER para 2024 Veracruz alcanzó un volumen de 550.4 mil toneladas, lo que representaría un incremento de 2.3%, en comparación a la cifra y volumen obtenidos en el 2023 por lo cual se posiciona en primer lugar a nivel nacional. Por su parte, Jalisco durante el mismo año llegó a producir 453.1 mil toneladas, es decir, que tuvo un crecimiento anual de 2,9% respecto del año anterior por estas cifras se posiciona en segundo lugar y por último Aguascalientes y Querétaro también mostraron crecimiento, con aumentos de 2.6% y 1.2%, respectivamente ([SIAP, 2024](#)).

En México el consumo de pollo de engorda se oferta en principalmente en dos presentaciones pollo ligero blanco o pollo parrillero, este pollo se comercializa principalmente en la zona norte del país, mientras que para el sur del país la comercialización es principalmente de pollo pesado vivo amarillo con animales más grandes con pesos promedios de 3.5 kg por animal ([UNA, 2023](#)).

2.4 Consumo Nacional

Durante el año 2023 el consumo de la carne, a nivel nacional fue de 9.32 mdt, del cual la carne de pollo representó un 48.1%, la carne de cerdo un 30.6 % y la carne de bovino un 21.3%. Para el 2023 el consumo de carne de pollo alcanzó un volumen de 4.88 mdt la cual para el siguiente año tuvo un aumento del 5.9% llegando a consumirse 5.17 mdt a nivel nacional. Un dato que también es importante mencionar es que la demanda interna, es decir, el consumo nacional no se abasteció con únicamente producto nacional, es decir, que sólo 79.6 % fue producto nacional y el 20.4% fue abastecido con importaciones ([FIRA, 2024](#)).

Según el artículo Panorama Agroalimentario 2024 "Carne de Pollo" de la Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, con datos obtenidos de la OCDE y la FAO se estima que el consumo per cápita a nivel nacional fue el siguiente: "el consumo *per cápita* de pollo en nuestro país durante 2023 se ubicó en 22.4 kilogramos, nivel superior al que se registra a nivel mundial, el cual se estima en 10.2kg, pero inferior al de Estados Unidos, de 35.7 kg" ([SIAP, 2024](#)).

En México, la gente compra principalmente en mercados públicos o carnicerías, carne fresca de pollo principalmente la pechuga, la pierna y el muslo, en las familias mexicanas, la carne de pollo es la carne más importante dentro de los gastos que contemplan para los alimentos. Del gasto destinado a la compra de productos de proteína animal, la carne de pollo representa la mayor proporción, con 20.9% del gasto total en este rubro. Entre las carnes, el gasto destinado a la carne de pollo es equivalente al 34.5% del gasto total destinado a este tipo de productos, seguido en importancia por el gasto destinado a la carne de res y a la carne de cerdo" ([FIRA, 2024](#)).

2.5 Sistemas de producción pollo de engorda

La industria avicultura se encuentra establecida en todo México, lo que cambia son las herramientas para su producción y la escala, en la actualidad existen tres sistemas de producción para el pollo de engorde sistemas tradicional y de traspatio,

sistema semi-intensivo y por último sistema intensivo, lo que diferencia a estos sistemas son la escala de producción y propósito, así como la tecnología.

2.5.1 Sistema intensivo

Este sistema es el más utilizado por las grandes empresas de la industria avícola a nivel nacional para el abasto del público en general, dicho sistema cuenta con grandes infraestructuras, tecnología avanzada, genética, alimentación, sanidad entre otros. Este sistema se basa a la producción intensiva con una densidad promedio de 10 que se han aplicado m pollos por metro cuadrado, dicho sistema se basa en la producción con sistemas todo dentro todo fuera ([FAO, 2023](#)).

Estos sistemas intensivos en confinamiento son de ambiente controlado donde su finalidad es brindar bienestar y confort a las aves donde se regulan temperatura, humedad, calidad del aire, presión estática, y disminuye el riesgo de entrada de patógenos todo esto con la finalidad de mejorar los parámetros productivos, como velocidad de crecimiento, e conversión alimenticia, mortalidad, parvadas homogéneas, calidad del producto y reducir el tiempo de producción. Como existe una alta tasa de producción aumenta la dependencia de materias primas de alta calidad ,alimentos balanceados, mano de obra y tratamientos sanitarios rigurosos para no comprometer la salud y bienestar de los animales, ya que los pollos no logran a permanecer más de 5 semanas dependiendo del mercado ([Ballarini et al., 2010](#)) una de las desventajas de este sistema es que no está disponible para todos los productores debido a sus altos costos de infraestructura, genética y alimentación.

2.5.2 Sistema semi-intensivo

Este sistema es utilizado principalmente por medianas o pequeñas empresas locales o estatales, principalmente son sistemas semi-tecnificados este sistema es el antecesor del sistema intensivo, son de ambiente semi-controlados, aun de cortinas, donde la temperatura la regulan manualmente con la ayuda de cortinas de lona y ventiladores, sistemas de alimentación semi-tecnificados y en ocasiones

manuales , los balanceados en ocasiones suelen ser compadras a terceras empresas por la falta de infraestructura de alimentos para la elaboración de los mismos lo cual aumento los costos finales de producción, la densidad por metro cuadrado es baja en promedio 12 aves lo cual repercute y aumenta los costos de producción disminuyendo la producción de kilos de carne por parvada, los protocolos de sanidad suelen ser más relajados por lo cual hay más probabilidad de presentar aún más las incidencias de enfermedades en el mercado ([Abraham et al., 2005](#)).

2.5.3 Sistema extensivo

Se caracterizan por tener un amplio espacio para cada una de las aves, donde se destaca más en sistemas familiares para producción de huevo y rara la vez para carne por el tiempo que conlleva llegar a un peso estimado, ya que su alimentación es más natural por lo que se basa en pastoreo y puede agregar un valor agregado, evitando problemas con el bienestar animal por los bajos niveles de estrés que sufren los animales por lo que se considera que la carne producida tiene menor cantidad de toxinas por lo que se consideran más saludables para el consumo humano, carecen de tener un ambiente controlado así como comederos o bebederos ya que es una producción más rustica ([Cerde, 2016](#)).

2.6 Factores que afectan el mercado de pollo de engorda

El cambio climático se ha convertido en un gran problema ya que es un fenómeno del cual es imposible controlar, por lo que se han tomado medidas como casetas con un ambiente controlado para evitar problemas sobre aumento de temperaturas, humedad y precipitación, y así lograr que el pollo logre expresar su máximo potencial genético logrando un crecimiento más rápido y por sí mismo una producción mayor y de mejor calidad ([Oke, 2025](#)).

El volumen de producción de carne de pollo en el país no ha sido suficiente para cubrir la demanda doméstica desde el 2010 hasta 2022, situación por la cual el nivel de compras al exterior ha presentado un constante aumento. En el periodo 2010-2022 la balanza comercial de la carne de pollo en el país presentó un déficit comercial. Los principales países que vendieron a México carne de ave y despojos de aves de corral fueron Estados Unidos de América, Brasil y Chile ([SADER, 2022](#)).

Uno de los grandes factores que afectan el mercado del pollo de engorde es el precio del alimento balanceado ya que es el mayor gasto contando con un 62% de los gastos totales, ya que es una actividad que no es dependiente de las granjas avícolas, si no, de un productor secundario perteneciente al sector agrícola el cual también depende de varios factores para poder declarar un precio sobre los insumos de las materias primas para el alimento balanceado ([UNA, 2022](#)).

Depende del volumen de producción que haya en el país de carne de pollo ya que con esto va la oferta y demanda, esto depende mucho del consumo de carne por persona, pero igual pueden estar relacionados varios factores como son las enfermedades en las aves ya que afectan la producción y suele suceder que haya muy poca oferta por lo que aumenta la demanda y el precio se dispara. Puede variar simplemente por las temporadas festivas donde sucede de la misma forma de aumento o bajo consumo de carne de pollo ([Delgado et al., 2023](#)).

Un gran problema son las enfermedades como la gripe Aviar la cual puede llegar afectar bastante el precio de la carne de pollo, donde afecta a países como Estados Unidos y Brasil en el instante se cierran las importaciones de estos países lo cual puede elevar el precio un 9% de su precio actual, por lo que eleva el precio de carne de pollo y se deja de considerar proteína de la barata ([Expansión, 2025](#)).

La competencia es factor muy importante ya que grandes empresas que tienen acceso a materias primas a mejor precio por la acaparamiento en grandes cantidades por lo que pueden ofertar la carne de pollo un poco más barata, lo que afecta a los pequeños productores ya que se hace una inversión poco más grande, por lo que

pueden ajustar sus precios gracias a la capacidad de producir en masa, dejando a los pequeños productores con muy poco margen de ganancia.

Los factores externos son un factor que no se puede controlar o no depende de los productores ya que está influenciado por 3ras personas, ya que están van o dependen de la inflación, fluctuaciones en los precios de la energía, y los cambios regulatorios afectan los cambios de precio en la carne de pollo.

2.7 Uso del pigmentante en la industria avícola

Las preferencias del consumidor en base a la pigmentación en pollos de engorda son variables, ya que existen áreas donde prefieren piel blanca o piel amarilla y algunas que otras con tono anaranjado, esto estimando una mejor calidad de carne o atracción visual para el consumidor, por lo que las empresas deben de buscar soluciones para implementar métodos que permitan que el uso de los pigmentantes como aditivos y gracias a esto ellos le puedan dar un valor agregado a su producto ([Montilla, 1985](#)).

El uso de los aditivos en este caso los pigmentantes en el alimento donde su función es dar color a la piel, con la ayuda de los carotenoides pigmentantes los cuales se localizan principalmente en un grupo que no tienen actividad vitamínica por lo que son transferidos intactos a la grasa subcutánea, estos pueden ser producidos por las plantas, microorganismos y crustáceos. ([Cuca, 1963](#)).

El único pigmento natural que puede ser aprovechable es la xantofila, muchos ingredientes incluidos en las dietas de alimentación contienen xantofila (cuadro 1), pero no las suficientes para una buena deposición en la grasa subcutánea, los únicos ingredientes con esta capacidad es el maíz amarillo y las hojas verdes de algunas plantas. Algunas otras fuentes son harina de alfalfa deshidratada, trébol ladino, algas, extractos de maíz amarillo ([Montilla, 1985](#)).

Cuadro 1. Contenido de xantofilas de algunos ingredientes utilizados en la alimentación animal.

Información extraída de [\(Cuca, 1963\)](#).

Ingrediente	Xantofilas mg/kg
Harina de algas deshidratadas	2200
Harina de trébol ladino deshidratada	490
Harina de hoja de alfalfa deshidratada (20%)	396
Harina de hoja de alfalfa deshidratada (17%)	187
Harina de chile deshidratada	187
Gluten de maíz	88
Maíz amarillo	22
Cebada	4.4
Trigo	3.3
Avena sorgo	2.2
Harina de cempasúchil	8000-1000

Existen pigmentos sintéticos los cuales su base de fabricación son la síntesis de b-ionona de esta reacción se logran productos como el Apo-éster (Éster de ácido apo-8-carotenoico) el cual conserva no tener actividad provitaminas, pero si logran producir la pigmentación amarillenta. Otro pigmentante sintético se obtienen a partir del b-caroteno, el cual al ser sometido a ciertas reacciones químicas se obtiene la canthaxantina una molécula muy similar a la capsantina natural logrando ese color rojo intenso [\(BM Editores, 2022\)](#).

2.8 Uso de pixafil ® (ficha técnica)

El pixafil amarillo Polvo 40 es un extracto que sufre un proceso de saponificación con origen de los pétalos de *Tagetes erecta*(cempasúchil), el uso de este aditivo es como un suplemento pigmentante natural en pollos de engorda. Del cual solo está constituido por *Tagetes erecta* para lograr una concentración de 40 gramos de carotenoides y xantofilas por kilogramo (Cuadro 2) [\(Arce, 2022\)](#).

El pixafil es un polvo color café oscuro del cual tiene un olor parecido a la *Tagetes erecta* del cual su principal componente es el extracto de *Tagetes erecta* que es una sustancia rica en luteína, dos aditivos organolépticos. Su solubilidad es una base de solventes orgánicos como el hexano, tolueno, acetona. Contiene un pH de 5 a 6 ([Arce, 2022](#)).

Cuadro 2. Análisis bromatológico de Pigmentante pixafil Polvo 40 ®.

Información extraída de ([Arce, 2022](#)).

Fibra bruta	8-12%
Humedad	13-15%
Proteína bruta	8-10%
Grasas	20-22%
Cenizas	8-10%
Extracto libre de nitrógeno	30-35%

Su uso se puede administrar con algún otro pre mezcla o directo al alimento, puede ser como única fuente de pigmentante o si se esperan otros resultados se puede combinar con otros productos. La dosis que se recomienda es de 0.100 a 2.0 kilogramos por tonelada esto dependiendo de la pigmentación que se requiera llegar ([Arce, 2022](#)).

2.9 Uso de flor de cempasúchil como pigmentante

La flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) en México tiene una gran importancia cultural, pero se ha encontrado el aprovechamiento a los residuos que se generan después de la venta de la flor en la temporada que año tras año quedan logrando sacarle un mejor aprovechamiento y así desperdiciar lo menor posible. Las empresas al usar la flor como pigmentante producen carne de pollo más orgánica, lo cual es un plus para la aceptación del consumidor y agregar un costo extra por la presentación que esta le logra dar ([Chauhan, 2022](#)).

La flor de cempasúchil logra sus tonalidades en la pigmentación por los pétalos, ya que contienen un alto nivel de contenido de luteína, donde el pétalo está compuesto

de carotenoides, polifenoles y esterres de luteína siendo el componente principal, por lo que tiene un porcentaje de 70-79 de carotenoides totales ([Chauhan, 2022](#)).

Para lograr extraer las xantofilias de la *Tagetes erecta* deben de sufrir un proceso de prensado, deshidratación y molienda de la flor dando una harina de flor de cempasúchil que se puede administrar a los pollos directamente o puede someterse a un proceso de extracción con solventes para lograr obtener la oleorresina logrando una concentración de 70,000 a 120,000 ppm de xantofilias, para lograr que todas estas xantofilias estén disponibles se someten a una saponificación obteniendo un total de luteína de 80 a 90%, zeaxantina 5% y un 5 a 15% de carotenoides ([Martínez, 2004](#)).

Para una correcta dosis de harina de flor de cempasúchil, debemos de conocer las especificaciones del mercado ya que por zonas geográficas pueden variar las tonalidades de pigmentación, la recomendación es utilizar tan solo 40 a 60 ppm solo durante las últimas 4 semanas de vida del pollo de engorde, aunque en los últimos años se ha reducido la edad al sacrificio y por consecuente los pollos consumen menos alimento y esto lleva a que no consuman el pigmento requerido, es por esto que se recomienda aumentar la dosis a 80 ppm y dar en alimento desde el inicio de engorde ([Martínez, 2004](#)).

2.10 Principales parámetros productivos pollo de engorda

En la industria avícola los sistemas de producción son muy exigentes en sus parámetros productivos, peso corporal(PC), índice de conversión alimenticia (ICA), tasa de mortalidad, y consumo de alimento, los cuales juegan un papel importante en la explotación avícola, la finalidad de medir los parámetros reproductivos es mejorar los índices de las empresas, tomar decisiones en los manejos adecuados e implementarlos en las explotaciones avícolas para tener una mejor toma de decisiones, que llevara a una mejor producción ([Ramírez et al., 2005](#)).

Existen parámetros relacionados al desarrollo corporal los cuales deben estar tomando semanalmente para tener un mejor control, de los cuales son peso corporal, uniformidad, con solo estos dos parámetros se tiene un control de la

parvada que nos permite conocer su desarrollo durante su tiempo de engorde ([BM Editores, 2005](#)).

Los parámetros relacionados a la producción deben de estar controlados ya que de estos depende tener un mejor control al momento de la salida de los pollos de engorde y tener cuentas claras, los parámetros más utilizados son mortalidad, viabilidad, consumo de alimento, conversión alimenticia, ganancia diaria de peso ([Estrada et al., 2007](#)).

El peso corporal es el estándar más importante en cual en promedio se mide en diferentes días con la finalidad de evaluar cómo se comporta la parvada y para proyectar la venta de las aves respecto al peso diario y coeficiente de variación ([Salas et al., 1993](#)).

El índice de conversión alimenticio se determina de acuerdo a la cantidad de alimento para generar un kilo de carne kg alimento/kilos de carne, la cual es fundamental controlar este factor en la actualidad la industria avícola en pollo ligero se manejan conversión promedio de 1.580 ([Ramírez et al., 2005](#)).

Otro de los parámetros fundamentales a medir y evaluar en la avicultura es la mortalidad la cual se define como la mortalidad total al finalizar la parvada la cual se puede ver afectada por problemas sanitarios, enfermedades metabólicas entre otros. En la actualidad este parámetro está muy estandarizado dentro de los márgenes tolerables para que la conversión y total de producción de toneladas no se vea afectado tiene que ser en promedio el 3 % de mortalidad total de una parvada ([Estrada et al., 2007](#)).

Otro de los parámetros a medir es el consumo de materia seca la cual va de la mano con el consumo de agua en una relación de agua de 2:1 de alimento la cual es vital medir diariamente para realizar proyecciones y calcular las conversiones por semana y medir la salud gastrointestinal ([Salas et al., 1993](#)).

2.11 Métodos para estimar colorimetría

Para la región centro sur la preferencia de consumo de pollo, es el pollo amarillo del cual contiene el mismo valor nutritivo respecto al pollo blanco, más sin embargo se les proporciona colorantes particularmente carotenos para dar ese tono pigmentante a el color de carne sin modificar sus propiedad nutritivas en la actualidad existen diversas técnicas para medir la colorimetría visual, reflectancia, química entre otros las cuales tienen la finalidad de estandarizar y estimar la colorimetría del ave.

Existen varios métodos para lograr estimar la colorimetría donde puede variar la técnica, pero el lugar donde se realiza la evaluación es igual para todos los métodos. Para hacer una determinación de color correcta se debe de tomar del pectoral, los tarsos y la almohadilla plantar [\(Montilla ., et al 1985\).](#)

2.11.1 Técnica visual

El método más utilizado es el visual donde se toma la referencia de la pigmentación ya preestablecida en literatura, para este método se debe de contar con experiencia para lograr con éxito los parámetros de comparación. Una herramienta que se puede utilizar es el abanico roche el cual no es el mejor método por que presenta irregularidades en sus parámetros de comparación presentado fallas al momento de comparar resultados con otros métodos. Sin embargo, el abanico purina, conocido como guía de pigmentación en la piel, es un método visual más exacto al momento de obtener resultados de repetibilidad [\(Martínez, 2004\).](#)

2.11.2 Técnica con colorímetros de reflectancia

Para resultados más exactos existe el método a través de aparatos como fotómetros y colorímetros de reflectancia (figura 1) donde trabajan en un sistema en el cual trabaja sobre 3 letras indicando parámetros distintos, la primera de ellas es la (L) que tiene significad de luminosidad, distinguiendo si existe o no hay presencia de luz la cual cubre desde negro (0) a blanco (100). La piel de pollo para que se

considere aceptable debe de estar entre 64 a 72. La segunda letra es la (a) que tiene un parámetro de verde (-60) a rojo (+60) donde el parámetro mínimo es de 2. La última letra es la (b) con un significado de amarillamiento con una escala de azul (-60) a amarillo (+60) por lo siguiente lo mínimo aceptable es de 41 [\(Martínez, 2004\)](#).



Figura 1. Colorímetro de reflectancia.

2.11.3 Método o técnica química

Existe la determinación química de xantofilias, el cual es un proceso que se realiza en laboratorio donde se elevan los costos de producción, por lo que estas muestras solo se realizan en casos especiales para la comprobación de algún pigmentante nuevo, por lo que se deben tomar muestras de sangre/tejidos de las almohadillas de los tarsos o la piel del pecho del pollo, aunque existen variaciones que se ocasionan por el sexo y la edad del ave [\(Montilla ., et al 1985\)](#).

2.12 Preferencia de consumo por la pigmentación de carne de pollo

México es un país con gran biodiversidad de culturas, usos y costumbres dentro de los cuales a la industria avícola se ve reflejado directamente, el consumidor siempre marca las tendencias de consumo y por lo tanto producción, en la actualidad México se posiciona en quinto lugar a nivel mundial como consumidor de proteína de pollo. Hoy en día de hoy existen dos grandes mercados para el pollo de engorde el cual se divide por regiones la zona centro sur en la cual se desarrolló la producción de

pollo amarillo(vivo) con un peso promedio de venta de 3.5 kg y en la zona norte la población tiene mayor preferencia a el consumo del pollo liguero blanco con un peso promedio de 1900 kg.

La pigmentación en la carne de pollo a esta en alzada estos últimos años, esto debido a las exigencias del público, no por un factor nutritivo, si no más de un gusto visual para que la carne sea lo más naturalmente apetecible. La pigmentación adecuada dependerá del consumir por lo que esto dependerá del área geográfica, tradición o disponibilidad de productos donde se encuentre ubicado.

Los consumidores tienen el color como la característica más importante de la carne de pollo esto puede generar aceptación o rechazo. En México se determinó que el color amarillo o amarillo-naranja determina calidad, lo que nos dice que la carne de pollo es más saludable, mayor calidad, mejor sabor y algunas personas creen que el pollo fue criado en condiciones naturales. Esto ha traído como consecuencia una competencia entre empresas para cumplir con las exigencias del consumidor particularmente en el centro del país ([BM editores, 2020](#)).

Como se ha mencionado anteriormente sobre las preferencias por el pollo con un color amarillo intenso indicando que tiene mejor salud, aunque en ocasiones se prefiere un pollo de color blanco haciendo referencia a tiene muy poca grasa, es por esto que se debe aclarar que el color de la piel lo define por algunos factores genéticos y las dietas con los que estos fueron alimentados. Se debe de aclarar que un color amarillo es un simple reflejo de las xantofilias que fueron depositadas en la grasa subcutánea, la piel blanca simplemente carece de melanina ([Montilla., et al/ 1994](#)).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El experimento de esta investigación se llevó a cabo en el Departamento de Nutrición Animal en la unidad metabólica que se encuentra en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, sede Saltillo (Figura 2), ubicada en Buenavista Saltillo Coahuila, México, con coordenadas geográficas 25°23'36"N 101°00'02"O/ 25.3934, -101.0005 respectivamente y una altitud en metros sobre el nivel del mar de 1783.



Figura 2. Ubicación de las instalaciones de la unidad avícola.

3.2 Instalaciones y equipo

3.2.1 Acondicionamiento desinfección y cuarentena de la unidad avícola

Antes de realizar la repoblación de los pollos de engorde se llevó a cabo la preparación de la nave avícola, siguiendo los protocolos de desinfección primero se lavó las instalaciones después se dejó secar y se aplicó desinfectante y sellándola por tres días para una correcta desinfección, pasando los tres días de 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 bebederos manuales con capacidad de cinco litros y 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 3). 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.



Figura 3. Nave avícola con 12 sub divisiones.

3.3 Crianza

Esta etapa se llevó a cabo en un cuarto de crianza donde se encuentra una criadora tipo batería con cinco niveles, 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 (Figura 4). El cuarto contaba con un extractor de aire y dos calentadores de gas. durante esta semana se realizó la vacunación ocular al día siete contras Newcastle (EN) y la alimentación se realiza con un producto.



Figura 4. Criadora de aves automática para la recepción de las aves durante los primeros siete días.

3.4 Crecimiento

La etapa de crecimiento inicio a partir del día ocho de vida de ave en la cual inicio con la bajada de la criadora a piso de las aves en esta etapa dio inicio la evaluación del experimento dentro de la cual se alimentó con una dieta balanceada elaborada por parte del departamento de nutrición animal la cual estaba constituida por (Cuadro 3) esta etapa se alimentó a libre acceso durante 8 días.

Cuadro 3. Dieta utilizada en la etapa de crecimiento para 100 kg

Ingrediente	Cantidad (Kg)
Maíz quebrado	37.22
Soya	43.10
Salvadillo	5
Melaza	1.99
Aceite vegetal	5
Vitamin 1	4
Pigmentante	1
CaCO ₃	1.880
Ca (H ₂ PO ₄) ₂	0.81

(CaCO₃) carbonato de calcio, (Ca (H₂PO₄)₂) fosfato monocálcico.

3.5 Engorda

La etapa de engorda inicio a los 16 días de nacidos donde se balanceo una nueva dieta bajando considerablemente el nivel de inclusión de pigmentante (Cuadro 4) ya que la tonalidad esperada se debe lograr en las primeras semanas. La alimentación se manejó a libre acceso.

Cuadro 4. Dieta utilizada en la etapa de engorda para 100 kg.

Ingrediente	Cantidad (Kg)
Maíz quebrado	52.09
Soya	35.86
Melaza	5
Vitamin 2	3
Pigmentante	0.12
CaCO ₃	2.77
Ca (H ₂ PO ₄) ₂	0.97
Lisina	0.19

(CaCO₃) carbonato de calcio, (Ca (H₂PO₄)₂) fosfato monocalcico.

3.6 Material experimental.

Para este experimento se emplearon 144 pollos de la línea Ross-308, machos, con un peso promedio de llegada de 40 gramos pasando una semana de edad se realizaron lotes y se dividieron en 12 corrales con 12 aves cada uno de ellos. El alimento fue un balanceado realizado por el departamento de nutrición animal al igual que apoyo para la facilitación del pixafil. El pétalo de la flor de cempasúchil fue recolectado del restante de la fecha del día de muertos, para posteriormente ser secado con ayuda de la luz solar para lograr una mayor facilidad al momento de molerla.

3.7 Diseño de tratamientos

El diseño experimental se conformó de tres tratamientos incluyendo el testigo, cada uno de los tratamientos se dividió en cuatro repeticiones, para cada tratamiento se utilizaron 48 pollos de engorde, por lo que se usaron 12 pollos por repetición, donde la dieta era igual para todos los tratamientos y solamente cambiaba el pigmentante,

utilizando los pétalos de la flor de cempasúchil, un pigmentante comercial (pixafil) y un testigo sin pigmentante los tres tratamientos se alimentaron a libre acceso y sin restricción de agua.

3.8 Análisis estadístico

Para analizar los resultados se empleó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones donde la unidad experimental fueron 12 pollos. Para determinar la comparación entre las medias de tratamiento, se utilizó la prueba de Tukey con $\alpha=0.05$, mediante el software Statgraphics Centurion.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del Cuadro cinco muestran que la inclusión de los pigmentantes a las dietas ofrecidas a los pollos de engorde en la etapa de crecimiento y finalización, modificó de manera significativa la colorimetría de la canal de pollo. Los tratamientos con Cempasúchil y Pixafil presentaron valores de 25.16 ± 0.81 y 27.32 ± 1.00 , dichos tratamientos fueron estadísticamente superiores al testigo (10.57 ± 1.38), lo cual indica que ambos pigmentantes producen un efecto similar sobre dicho parámetro. Ambos tratamientos fueron superiores en cuanto a la pigmentación con respecto al testigo sin pigmentante, lo cual indica que es necesario adicionar cualquiera de los dos pigmentantes, con la diferencia de que Pixafil tiene un mayor costo que el cempasúchil (Cuadro 5). Los resultados no muestran diferencias significativas entre los dos pigmentantes Cempasúchil vs Pixafil, más sin embargo Cempasúchil vs Testigo como Pixafil vs Testigo mostraron contrastes significativos ($p < 0.05$), con incrementos en Δ^*B de 14.59 y 16.75 unidades, respectivamente. Esto indica que ambos aditivos incrementan la tonalidad amarilla del tejido evaluado en comparación con la dieta sin pigmento.

Por otro lado, para el caso de parámetros productivos no se vieron afectados por los tratamientos. La ganancia diaria de peso (GDP), el consumo de materia seca (CMS) y la conversión alimenticia (CA) fueron similares entre Cempasúchil, Pixafil y el testigo, tanto en la fase de iniciación como en la de finalización. Los promedios generales de GDP, CMS y CA se mantuvieron en 920 g/a, 1 385 g/a y 1.525 en iniciación, y en 1 151.17 g/a, 2 287 g/a y 1.992 en finalización, sin evidenciarse cambios atribuibles a la fuente de pigmento. En conjunto, los resultados indican que la inclusión de pigmentantes mejora el color amarillo sin comprometer el desempeño productivo de los animales.

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con una investigación por [\(Martínez, 2004\)](#), el cual consistió en agregar la adición de xantofilas de pétalo de flor de cempasúchil realizada por en el cual evaluó tres tratamientos con la adición de cempasúchil deshidratada en concentración de 40,60

y 80 ppm a la dieta dentro de las cuales la mejor colorimetría se reportó con la concentración de 80 ppm dosis similar a la evaluada en este estudio. (Cuadro 5)

Las tendencias del mercado en la actualidad buscan opciones más sustentables en la producción de la avicultura trabajos de investigación realizo por [San juana Lara et al., \(2024\)](#) reportan que el uso de colorantes naturales liofilizados en la adición a las dietas de pollo de engorda, reporta una colorimetría en la canal de pollo respecto al testigo comercial una eficacia del 95 % respecto el tratamiento con colorante natural de un 92%,entre los cuales no existe diferencia significativa entre ambas tratamientos. [Wei et al., \(2023\)](#) describe que la adición de pixafil aumenta la tonalidad a partir del día 14 de engorde en las partes principales pechuga y muslo, así como de aumentar la intensidad de color en patas y pico, al igual que se pueden mejorar los resultados a mezclar diferentes pigmentantes comerciales, la adición de pixafil a las dietas es este estudio reporta que no altera la calidad sensorial e la carne, así como los parámetros productivos (conversión alimenticia, ganancia, diaria, consumo de materia seca) por lo cual se concluye que el uso de algún colorante químico mejora la tonalidad de la carne y aporta xantofilias a la dieta. Por otro lado, se pensaba que al adicionar dichos pigmentantes, los parámetros productivos del pollo pudieran verse afectados, sin embargo, tanto la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de materia seca (CMS) y conversión alimenticia (CA) en la etapa de iniciación y finalización no mostraron diferencia estadística significativa ($P>0.05$) lo que indica que dichos valores no se vieron afectados por los mencionados aditivos. Al comparar cada uno de los resultados de los tratamientos arroja gran diferencia al no alimentar con ningún tipo de pigmentate (Cuadro 6).

Cuadro 5. Comparativo de los resultados durante las etapas de iniciación y finalización.

INICIACIÓN					FINALIZACIÓN				
Tratamiento (<i>Pigmentante</i> <i>e</i>)	Valor Δ^*B (<i>Media \pm EE</i>)	GDP (g/a)	CMS (g/a)	CA (gA/gl)	GDP (g/a)	CMS (g/a)	CA (gA/gl)		
Cempasúchil	25.16 \pm 0.81a	916 \pm 17a	1382 \pm 60a	1.525 \pm 0.025a	1121 \pm 22a	2288 \pm 37a	2.0 \pm 0.1a		
Pixafil	27.32 \pm 1.00a	929 \pm 25 ^a	1390 \pm 50a	1.525 \pm 0.048a	1169 \pm 32a	2250 \pm 30a	1.9 \pm 0.1a		
Testigo	10.57 \pm 1.38b	915 \pm 16a	1384 \pm 13a	1.525 \pm 0.047a	1163 \pm 19a	2323 \pm 44a	2.0 \pm 0.1a		
Total	20.24	920	1385	1.525	1151.17	2287	1.992		

Valor Δ^*B = coordenadas amarillo/azul (+b indica + amarillo), (GDP) ganancia de peso, (CMS) consumo de materia seca, (CA) conversión alimenticia.

Cuadro 6. Diferencia sobre el uso de pigmentante.

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Limites
Cempasúchil - Pixafil		-2.15678	3.95343
Cempasúchil – Testigo	*	14.5939	3.69052
Pixafil – Testigo	*	16.7507	3.83218

5. CONCLUSIONES

Respecto a los resultados de la presente investigación indican estadísticamente que la inclusión de aditivos (pigmentantes) en la dieta modifica significativamente la pigmentación de la canal de pollo evaluado, la adición de aditivos químico (Pixafil) y natural (Cempasúchil) tienen un efecto equivalente sobre el parámetro de color. El uso de pigmentantes corroborando la hipótesis planteada que la adición de cualquiera de los pigmentantes incrementa de forma considerable una diferencia estadísticamente significativa respecto a no usar pigmentantes en las dietas.

Por otro lado, para el caso de los parámetros productivos no mostraron diferencia estadística asociada a la inclusión de pigmentantes, estos descubrimientos sustentan que la suplementación con Cempasúchil constituye una estrategia tecnológica eficaz para intensificar la tonalidad amarilla de la carne de pollo, siendo una opción sostenible y una alternativa para la producción de pollo más natural si el uso de aditivos sintéticos.

6. REFERENCIAS

- FIRA (2024). Panorama Agroalimentario: Carne de pollo 2024. México: FIRA.
Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=121922>
- Alonso Pesado, F. A., & Rodríguez de Jesús, E. (2025, julio 15). La guerra comercial internacional y su impacto en la producción de la carne de pollo. Los Avicultores y su Entorno. BM Editores. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/la-guerra-comercial-internacional-y-su-impacto-en-la-produccion-de-la-carne-de-pollo/> BM Editores+1
- BM Editores. (2023). Producción mundial de carne de pollo y de huevo para plato. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/produccion-mundial-de-carne-de-pollo-y-de-huevo-para-plato/>
- UNA. (2023). Unión Nacional de Avicultura. 1.2 Producción pecuaria 2021. Recuperado 9 de agosto de 2023, de <https://una.org.mx/indicadores-economicos/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). Cosechando Números del Campo [Portal web]. Recuperado el [11 de agosto de 2025], de <https://numerosdelcampo.agricultura.gob.mx/publicnew/index.php>
- Unión Nacional de Avicultores. (s. f.). Industria. Recuperado el [10 de agosto de 2025], de <https://una.org.mx/industria/> una.org.mx
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2017). Engorda de pollos de engorde en piso con cama profunda. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=121922>
- Ballarini, L., & Rodríguez, E. (2010). Los pollos parrilleros en la Argentina: organización industrial, coordinación y márgenes. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas, 8(2), 101–118. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-62332010000200012&script=sci_arttext
- Abraham, S., Beux, R., & Britos, L. (2005). Sistemas de producción de pollos parrilleros en el sur de Misiones, Argentina. Revista Brasileira de Saúde e

- Rivadeneira Cerda, L. E. (2016). Cría y engorde de pollos broiler en la granja agropecuaria San Luis del cantón La Joya de los Sachas, provincia de Orellana [Tesis de grado, Universidad Estatal Amazónica]. Repositorio UEA.
<https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/305/1/T.AGROP.B.UEA.1040.pdf>
- Unión Nacional de Avicultores. (2022). Compendio de indicadores económicos del sector avícola 2022 (1.^a ed.). Unión Nacional de Avicultores.
<https://una.org.mx/compendio-de-indicadores2022/>
- Delgado Buiza, G. D. R., Mamani Ccallata, A. I., & Tamayo Machaca, X. X. (2023). Estudio de mercado para la implementación de una granja avícola de pollos de engorde en El Pedregal, Arequipa, 2023.
- Expansión. (2025, mayo 30). La gripe aviar en EU y Brasil dispara el precio del pollo en México. <https://expansion.mx/economia/2025/05/30/la-gripe-aviar-en-eu-y-brasil-dispara-el-precio-del-pollo-en-mexico>
- Oke, O. E., Akosile, O. A., Uyanga, V. A., Oke, F. O., Oni, A. I., Tona, K., & Onagbesan, O. M. (2024). Climate change and broiler production. *Veterinary Medicine and Science*, 10(3), e1416.
<https://doi.org/10.1002/vms3.1416> PubMed
- U.S. Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2024). [Produccion-carne de pollo]. Recuperado el [11 de agosto del 2025], de <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0115000>
- Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial, Subdirección de Análisis del Sector. (2024). Panorama Agroalimentario 2024: Carne de pollo. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (10 de agosto de 2024). Expectativas Agroalimentarias 2024. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Gobierno de México. Recuperado el [10 de agosto de 2025], de

- <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/expectativas-agroalimentarias-2024>
- FAO. (2023). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistemas de producción. Obtenido de <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/production-systems/es/>
- Montilla, J. J., & Angula, I. A. (1985). Pigmentantes en raciones para aves. *Selecciones Avícolas*, 27(9), 281–284.
- Cuca, M., Pino, J. A., & Mendoza, C. (1963). El uso de pigmentos en la alimentación de las aves. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, (2), 36–39. Recuperado de <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/2041>
- BM Editores. (2022, abril 20). La pigmentación de huevos y pollos de engorda. BM Editores. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/>
- ARCE, S.L. (2022, 23 de noviembre). Pixafil® Amarillo Polvo 40: Especificaciones técnicas [Ficha técnica]. ARCE, S.L. <https://arceweb.com/wp-content/uploads/2023/11/FT-PIXAFIL-A-40-P-vs5-ES.pdf>
- Montilla, J. J., & Angula, I. A. (1985). Pigmentantes en raciones para aves. En *Alimentación (IV Círculo Canfer, Prado Avícola, Marbella, 25-26 de octubre de 1984)* (¿pp. 281–?). *Selecciones Avícolas*. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1985m9v27n9/selavi_a1985m9v27n9p281.pdf
- Martínez Peña, M., Cortés Cuevas, A., & Ávila González, E. (2004). Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Técnica Pecuaria en México*, 42(1), 105–111. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61342109>
- Chauhan, A. S., Chen, C.-W., Singhanian, R. R., Tiwari, M., Sartale, R. G., Dong, C.-D., & Patel, A. K. (2022). Valorizations of Marigold Waste for High-Value

- Products and Their Industrial Importance: A Comprehensive Review. Resources, 11(10), Article 91. <https://doi.org/10.3390/resources11100091>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), a través del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Expectativas agroalimentarias 2022 [PDF]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/723488/Expectativas_Agroalimentarias_2022.pdf
- Ramírez, R., Oliveros, Y., Figueroa, R., & Trujillo, V. (2005). Evaluación de algunos parámetros productivos en condiciones ambientales controladas y sistema convencional en una granja comercial de pollos de engorde. Revista Científica, 15(1), 49-56.
- BM Editores. (21 de noviembre de 2020). Parámetros productivos en la avicultura. BM Editores. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-en-la-avicultura/>
- Estrada-Pareja, M. M., Márquez-Girón, S. M., & Restrepo Betancur, L. F. (2007). Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20(3), 288-303.
- Salas, O. A., Coello, C. L., García, G. P., Peláez, C. V., & González, E. A. (1993). Respuesta de los parámetros productivos de pollos de engorda a diferentes niveles de energía metabolizable. Veterinaria México, 24(3), 211-215.
- BM Editores. (21 de noviembre de 2020). Parámetros productivos en la avicultura. BM Editores. Recuperado de <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-en-la-avicultura/>
- Montilla S., J. J., & Angula Ch., I. A. (1984, octubre 25-26). Pigmentantes en raciones para aves. Ponencia presentada en el IV Ciclo Camfer, Prado Avícola, Maracay, Venezuela. Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/selavi/selavi_a1985m9v27n9/selavi_a1985m9v27n9p281.pdf