

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



**Influencia de un alimento comercial adicionado con Hi GOLD 15
premezcla, sobre la ganancia de peso y pigmentación de la piel en
pollo de engorda durante las primeras cinco semanas de vida**

Por:

JOSE MANUEL SOLIS ARANDA

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Septiembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISION DE CIENCIA ANIMAL

Influencia de un alimento comercial adicionado con Hi GOLD 15
premezcla, sobre la ganancia de peso y pigmentación de la piel
en pollo de engorda durante las primeras cinco semanas de vida

POR:

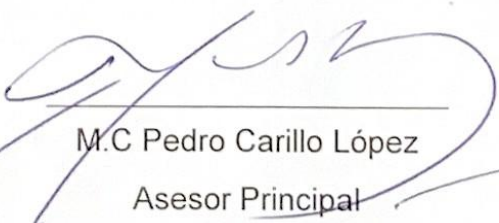
JOSE MANUEL SOLIS ARANDA

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

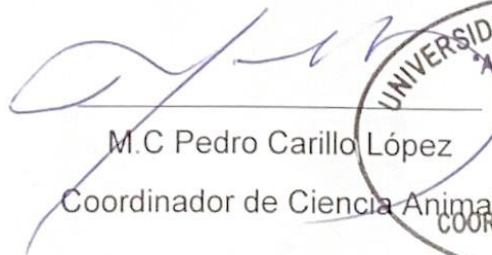
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


M.C Pedro Carillo López
Asesor Principal


Ing. Ricardo Deyta Monjaras
Coasesor


M.C Ricardo Fabricio Estrada
Melo


M.C Pedro Carillo López
Coordinador de Ciencia Animal

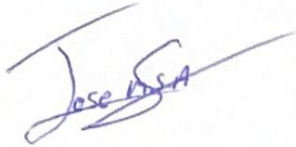


Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, septiembre 2025

DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos; Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (autor plagio); por comprar, robar, pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamiento de un autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas, o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de esos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, serán perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.



Autor Principal

Jose Manuel Solis Aranda

Agradecimientos

A mi familia, por el apoyo incondicional en mi etapa académica.

A Dios, por darme el valor de seguir adelante a pesar de todas las adversidades.

Al Ing. Pedro Carrillo López, por apoyarme, ser un amigo y compartir de sus conocimientos para realizar este trabajo.

Al Ing. Ricardo Deyta Monjaras, por estar presente en este proyecto y en mi etapa universitaria, brindarme su amistad y aconsejarme en todo momento.

Al Ing. Ricardo Fabricio Estrada Melo por su apoyo y aprendizaje en esta etapa.

A mis amigos, por todas las experiencias vividas en la universidad y fuera de ella, por hacerme sentir como en familia y por hacer la estadía universitaria más amena.

A mi alma, terra, mater, a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme ser uno más de los suyos, al recibirme, apoyarme y proporcionarme las herramientas y enseñanzas para llegar a ser un profesional.

A mis maestros del departamento de producción animal, por ser parte de mi formación y compartir de sus conocimientos durante esta etapa.

Dedicatorias

A mi padre Rubén Solís Rogel, por estar siempre conmigo y nunca dejarme solo, por permitirme estudiar lejos de casa y enseñarme cada día más sobre la vida, por formarme como un hombre de valor y metas.

A mi madre Leticia Aranda Ramírez, por apoyarme y creer en mi desde que tuve mi sueño de lograr una licenciatura, por aconsejarme y estar siempre al pendiente de mí.

A mis hermanos, Rubén Solís Aranda y Alison Itzel Solís Aranda, por compartir una vida de enseñanzas y momentos increíbles toda la vida, por aconsejarme y no dejarme en los momentos difíciles.

A mis sobrinas Romina Aranza Solís Chaves y Regina Dayan Medina Solís, por sacarme cada día una sonrisa, creer en mí y compartir con ellas una etapa más.

A Bianca Yamileth Romero Brito por apoyarme en esta etapa y ayudarme a no rendirme.

A mis abuelitas Leonila Rogel Sotelo y Viviana Margarita Ramírez Galván por apoyarme, brindarme todo su cariño, confiar en mi para proponerme metas y poder cumplirlas y, sobre todo, por estar siempre presentes en mi corazón.

ÍNDICE GENERAL

I	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Objetivos	3
1.1.1	Objetivo general	3
1.1.2	Objetivo específico	3
1.2	Justificación	3
II	REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1	Pollo de engorda.....	4
2.1.1	Producción mundial de carne de pollo.....	4
2.1.2	Producción de carne de pollo a nivel nacional	5
2.2	Consumo per cápita de carne en México.....	6
2.3	Tipos y sistemas de producción.....	6
2.4	Líneas de pollo de engorda.....	7
2.5	Sistema digestivo de las aves.....	9
2.6	Etapas en la alimentación	13
2.7	Importancia del agua.....	15
2.8	Aditivos	16
2.8.1	Aditivos pigmentantes	16
2.8.2	Aditivos pigmentantes en la alimentación animal	17
2.8.3	Principales tipos de pigmentación	18
2.8.4	Absorción de pigmento.....	19
2.8.5	Factores que influyen en la pigmentación	19
2.8.6	Equipo de medición para la pigmentación.....	20
2.9	Enfermedades comunes en pollo de engorda.....	21
III	MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1	Localización y ubicación	23

3.1.1	Clima predominante	23
3.2	Materiales	23
3.2.1	Insumos.....	24
3.3	Cronograma:	25
3.3.1	Acondicionamiento de equipo.	25
3.3.2	Proceso experimental.....	25
IV	RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1	Ganancia de peso.....	28
4.2	Niveles de pigmentación	30
V	Conclusiones	32
VI	Literatura citada.....	33
VII	Anexos.....	39

Índice de cuadros

Cuadro 1.-Rendimientos del pollo de engorda	14
Cuadro 2.- Contenido de xantofilas en principales materias primas	19
Cuadro 3.- Tipos de alimento utilizado en el experimento	24
Cuadro 4.- Información nutrimental alimento iniciador	26
Cuadro 5.- Información nutrimental alimento engorda	27
Cuadro 6.- Información nutrimental del aditivo pigmentante.	27

Índice de figuras

Figura 1.- Principales productores de carne de pollo	4
Figura 2.- Principales estados productores de carne de pollo	5
Figura 3.- Consumo per cápita de carne en México.....	6
Figura 4.- Sistema digestivo de las aves.....	9
Figura 5.- Peso semanal de los pollos utilizados	28
Figura 6.- Ganancia de peso semanal	28
Figura 7.- Diferencia semanal de los niveles de pigmentación	30
Figura 8.- Limpieza y desinfección.....	39
Figura 9.- Habilitación de criadora y corrales	40
Figura 10.- Mezclado de alimento con aditivo	41
Figura 11.- T1 y T2.....	42
Figura 12.- Pesaje.....	43
Figura 13.- Medición de los niveles de pigmentación.....	44

Resumen

En la industria avícola, el color de la piel en el pollo de engorda ha adquirido una relevancia comercial considerable, especialmente en mercados donde los consumidores asocian ciertas tonalidades con frescura, calidad y valor nutricional. Tradicionalmente, se han utilizado pigmentos sintéticos para lograr una coloración uniforme y atractiva, sin embargo, en los últimos años, el interés por alternativas más saludables ha impulsado la búsqueda y aplicación de pigmentos naturales. De ahí el interés de llevar a cabo el presente trabajo, el cual se desarrolló en la granja avícola del departamento de producción animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en la calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo Coahuila. El experimento tuvo una duración de cinco semanas iniciando el día 29 de febrero del 2024 y concluyendo el 4 de abril del 2024. Se utilizaron 102 pollos de engorda machos de un día de nacidos de la línea Ross, con un peso promedio de 45 gramos (gr). Se utilizaron dos tratamientos: T1 alimento comercial con aditivo pigmentado, T2 alimento comercial sin aditivo pigmentado, al término de cada semana, los pollos se pesaban con la finalidad de analizar las diferencias en ganancia de peso, a su vez y a la par del tiempo de la acción anterior se sacrificaba 1 pollo por tratamiento, esto a partir de la segunda semana para valorar los niveles de pigmentación en la piel, empleando el abanico de Roche. Los resultados que se presentaron fueron los siguientes: para el T1 se obtuvo en la quinta semana de experimento una GP (Ganancia de Peso) de 746 gr, mientras que para el T2 635 gr, lo cual marca una diferencia de 111 gr de GP entre tratamientos. Para los resultados del nivel de pigmentación de la piel, el T1 mostró un aumento progresivo a partir de la segunda semana y hasta alcanzar el nivel 6 de pigmentación en la quinta semana de observación, por otro lado, el T2 se mantuvo siempre en el nivel 1 durante las 4 semanas en que se estuvo midiendo la pigmentación, de acuerdo a lo anterior se puede decir que el alimento comercial con aditivo pigmentado influye en la ganancia de peso así como en los niveles de pigmentación de la piel en el pollo de engorda.

Palabras clave: ganancia de peso, aditivos pigmentados, pollo de engorda, pigmentación de la piel.

Abstract

In the poultry industry, the skin color of broiler chickens has acquired considerable commercial importance, especially in markets where consumers associate certain shades with freshness, quality, and nutritional value. Traditionally, synthetic pigments have been used to achieve uniform and attractive coloration; however, in recent years, interest in healthier alternatives has driven the search for and application of natural pigments. Hence the interest in carrying out this study, which was conducted at the poultry farm of the Animal Production Department of the Antonio Narro Autonomous Agrarian University, located at 1923 Antonio Narro Road, Buenavista, Saltillo, Coahuila. The experiment lasted five weeks, beginning on February 29, 2024, and concluding on April 4, 2024. A total of 102 day-old male Ross broiler chickens, with an average weight of 45 grams (g), were used. Two treatments were used: T1: commercial feed with a pigmented additive, T2: commercial feed without a pigmented additive. At the end of each week, the chickens were weighed to analyze differences in weight gain. In turn, and at the same time as the previous action, one chicken per treatment was sacrificed, starting in the second week to assess skin pigmentation levels using the Roche fan. The results presented were the following: for T1 a GP (Weight Gain) of 746 gr was obtained in the fifth week of experiment, while for T2 635 gr, which marks a difference of 111 gr of GP between treatments. For the results of the skin pigmentation level, T1 showed a progressive increase from the second week and until reaching level 6 of pigmentation in the fifth week of observation, on the other hand, T2 always remained at level 1 during the 4 weeks in which pigmentation was being measured, according to the above it can be said that commercial feed with pigmented additive influences weight gain as well as skin pigmentation levels in broiler chickens.

Keywords: weight gain, pigmented additives, broiler chicken, skin pigmentation.

I INTRODUCCIÓN

La avicultura se define como una práctica destinada a la producción de aves, específicamente pollos y pavos, empleando métodos meticulosos en cuanto a su cuidado y nutrición para preservar la calidad distintiva de la avicultura mexicana. A nivel económico, este sector adscribe aproximadamente un millón de puestos de trabajo, tanto directos como indirectos, y tiene un impacto significativo en el comercio tanto a nivel nacional como internacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México, 2015).

El análisis del consumo avícola revela que las especies más demandadas son el pollo y la gallina. Dentro de este grupo, se identifican distintas razas de gallinas que satisfacen necesidades específicas del mercado. Por un lado, las gallinas ligeras están orientadas a la producción de huevos, mientras que las gallinas pesadas son criadas principalmente por su carne. Existe también una categoría intermedia, las gallinas semi pesadas, que se utilizan para ambos propósitos: la obtención de carne y la producción de huevos. En cuanto a los pollos, estos son predominantemente criados para el consumo de carne, específicamente la variedad conocida como pollo de engorda, que proviene de las gallinas pesadas (SADER, 2015).

En años recientes, el uso de sustancias pigmentantes en la avicultura ha adquirido una relevancia significativa, impulsada fundamentalmente por las preferencias del consumidor, en lugar de ser una necesidad nutricional de las aves. Este fenómeno se refleja en el comportamiento del mercado, donde los compradores de pollos en la ciudad de México tienden a valorizar más aquellos ejemplares de engorda que exhiben tonalidades amarillas en la piel y las patas, en comparación con aquellos que presentan una coloración más pálida o carecen de dicho pigmento. Esta situación

evidencia cómo las expectativas estéticas de los consumidores pueden influir en las prácticas de cría y comercialización en la industria avícola. (Cuca *et al.*, 1963).

Cada empresa dedicada a la producción de pollo de engorda aplica diversas combinaciones y concentraciones de pigmentos, los cuales son seleccionados de acuerdo con sus criterios internos. El objetivo común de estas prácticas es lograr un color dorado que simule una apariencia natural. Dichos pigmentos pueden ser de origen natural, presentes en ingredientes como maíz, alfalfa y caléndula; no obstante, en la actualidad, muchos provienen de fuentes sintéticas, lo que permite una pigmentación más rápida, aunque a un costo superior. La formulación de estas mezclas de aditivos está influenciada por factores como el tipo de mercado objetivo, la disponibilidad de los insumos y su costo asociado (López, 2023).

Por otro lado, el uso de aditivos como generador de GP se han venido utilizando drásticamente para economizar y obtener una mayor ganancia en el mercado, ahora el pollo ha tenido un crecimiento y una producción más rápida a lo acostumbrado. Asimismo, los aditivos pigmentantes se han utilizado para aprovechar dos aspectos como una mayor GP y un color de la piel deseable ya que influye mucho a la hora de que el cliente elige el producto ya sea por mitos o costumbres de las personas, aunque la carne siga teniendo las mismas características nutritivas. Esta investigación nos lleva a observar la diferencia de los niveles de pigmentación y GP por semana con el mismo alimento comercial, agregándole una dosis específica de un aditivo pigmentante a un tratamiento.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Observar el comportamiento en la ganancia de peso y nivel de pigmentación en pollo de engorda durante las primeras cinco semanas de vida, empleando alimento comercial con aditivos pigmentantes.

1.1.2 Objetivo específico

- Observar las diferencias en la ganancia de peso por semana.
- Identificar las diferencias en los niveles de pigmentación por semana.

1.2 Justificación

El uso de pigmentos en la alimentación del pollo de engorda tiene una idea significativa para una buena aceptación del producto final en el mercado, en particular corresponde al color de la piel en el pollo de engorda y en el huevo en las gallinas ponedoras, siendo el color de la piel uno de los principales rasgos de calidad percibidos al momento de elegir un pollo en el supermercado.

Cabe resaltar que en muchas ocasiones el color amarillo en la piel del pollo lo asocian las personas como un pollo sano y fresco, lo que esto lleva a los productores adicionar xantofilas a la dieta de su granja, así se hace más competitivo y más rentable su pollo.

Por ello la finalidad de este trabajo fue observar y comparar los resultados de la GP y el nivel de pigmentación que obtiene el pollito al incluir un porcentaje de aditivo pigmentante mezclado con el alimento comercial.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Pollo de engorda

El pollo de engorda se distingue como uno de los animales más eficientes en la producción agrícola debido a su rápida tasa de crecimiento, su notable índice de conversión de alimento en proteína y el alto valor nutritivo de su carne. Desde una perspectiva ambiental, esta carne es también la que presenta las menores emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo así a una menor contaminación. Sin embargo, la sostenibilidad de la alta producción requerida en las granjas avícolas enfrenta retos significativos, dado que depende de una cantidad considerable de insumos. Entre estos insumos se encuentran las instalaciones, el equipamiento necesario, los alimentos, los instrumentos de vacunación y los medios de transporte, cada uno desempeñando un papel crucial en el mantenimiento de la producción (Cuellar, 2022).

2.1.1 Producción mundial de carne de pollo

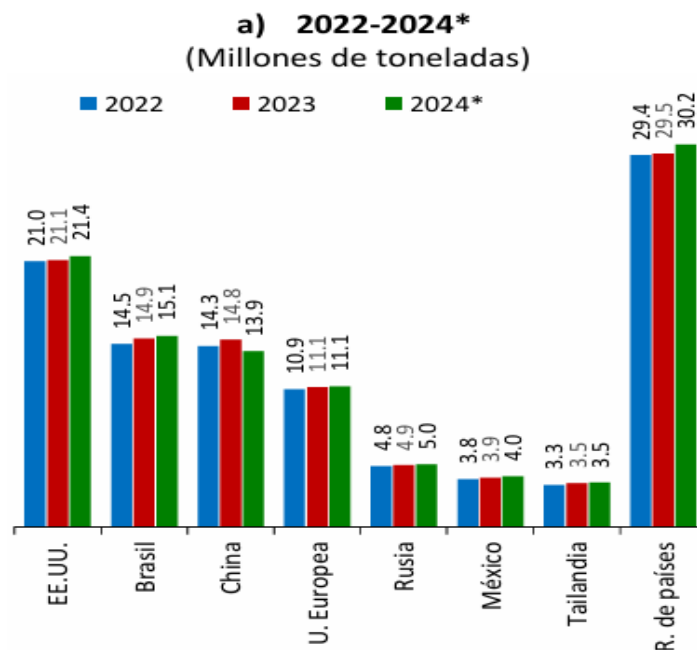


Figura 1.- Principales productores de carne de pollo (USDA, 2024)

USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) (2024), expone que en 2023 China contribuyó con el 14.3 por ciento (%) del volumen mundial de carne de pollo, alcanzando 14.8 millones de toneladas, lo que representó un crecimiento anual del 3.5 %. La Unión Europea (UE) también incrementó su producción en 1.7 % anual, totalizando 11.1 millones de toneladas, debido a una fuerte demanda interna. A pesar de los brotes de influenza aviar y la competencia de las importaciones, la producción en países como Reino Unido, España, Polonia y Alemania sigue en aumento y destacan como los principales productores de carne de pollo en la UE.

2.1.2 Producción de carne de pollo a nivel nacional

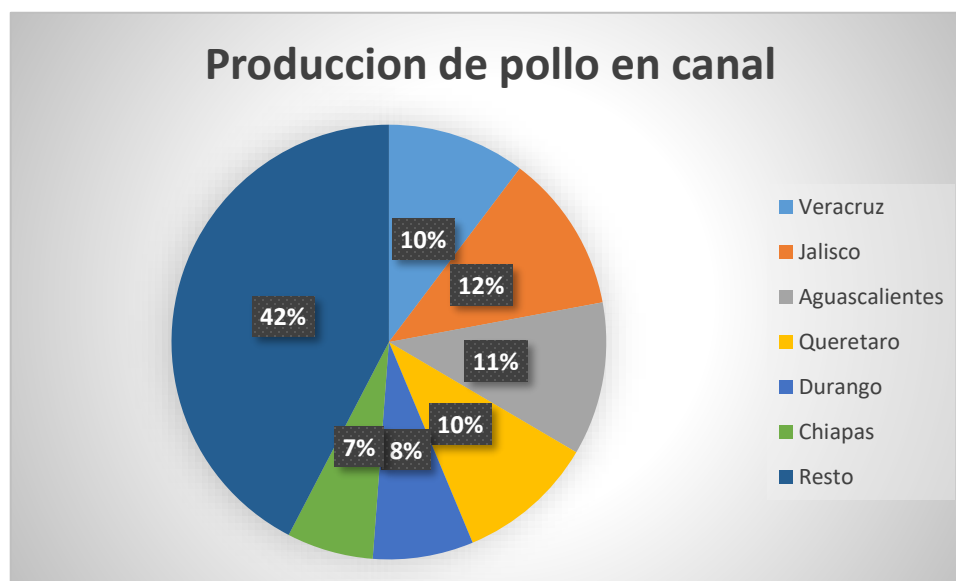


Figura 2.- Principales estados productores de carne de pollo

En 2023, la producción de carne de pollo en México alcanzó 3.88 millones de toneladas. Los principales estados productores fueron Jalisco (12 %) y Veracruz (10 %), seguidos por Aguascalientes, Querétaro, Durango y Chiapas. En contraste, Ciudad de México, Tamaulipas y Tlaxcala registraron los niveles más bajos de producción debido a limitaciones logísticas, económicas y urbanas (SIAP, 2023).

2.2 Consumo per cápita de carne en México

La OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) y la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2023), indican que el consumo per cápita de pollo en nuestro país durante 2023 se ubicó en 22.4 kilogramos (kg), nivel superior al que se registra a nivel mundial, el cual se estima en 10.2 kg, esto se atribuye a factores como accesibilidad económica, versatilidad culinaria y expansión de consumo en restaurantes.

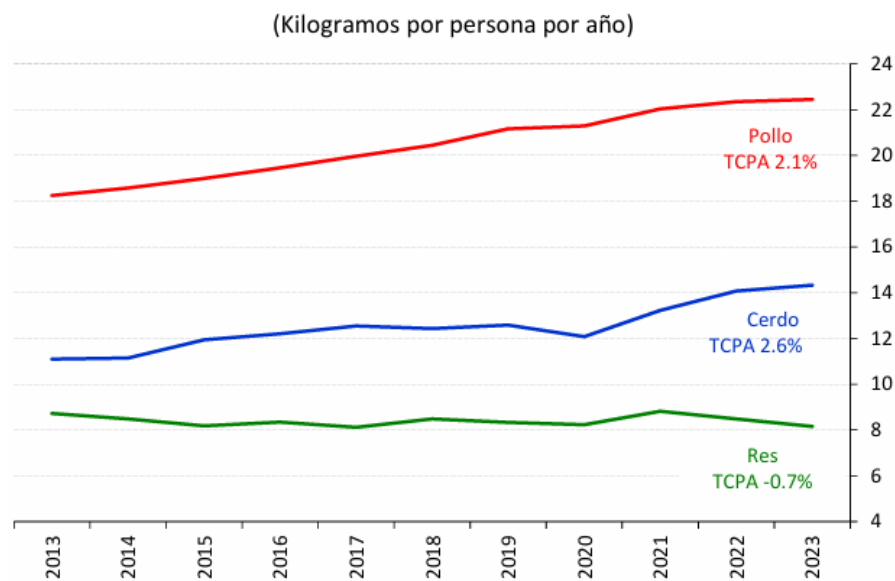


Figura 3.- Consumo per cápita de carne en México (OCDE, 2023)

2.3 Tipos y sistemas de producción

Tipos

En la actualidad, la industria avícola se clasifica en diversas categorías de producción, las cuales incluyen: la producción de carne, que abarca el pollo parrillero y el pollo campero; la producción de huevos, centrada en las gallinas ponedoras; y la producción de doble propósito, que combina la producción de carne y de huevo (Bavera, 2011).

Sistemas

En el sector avícola se pueden identificar tres sistemas de producción principales, que se distinguen por el tipo de tecnología que emplean. Estos sistemas son el tecnificado, el semitecnificado y el de traspatio o rural. Cada uno de estos sistemas exhibe diferentes niveles de integración vertical y horizontal, además de dirigirse a sectores de mercado variados. El sistema tecnificado está orientado a satisfacer la demanda de grandes áreas urbanas, mientras que los sistemas semitecnificado y de traspatio o rural se enfocan en la producción para mercados micro regionales y en la autosuficiencia, respectivamente. Con estos sistemas han ayudado a los productores abastecer y satisfacer las demandas productivas que tiene el pollo de engorda en el mercado (Alonso *et al.*, 2017).

- Sistemas tecnificados: altamente mecanizados y automatizados, con control preciso de factores como temperatura y ventilación.
- Sistemas semi tecnificados: combinan prácticas tradicionales con algunas tecnologías modernas, adaptándose a condiciones locales.
- Sistemas rurales o de traspatio: prácticas tradicionales con mínima o nula mecanización, orientadas al autoconsumo y mercados locales (Alvarado *et al.*, 2017).

2.4 Líneas de pollo de engorda

En relación a las líneas que se emplean mayoritariamente para la producción de pollos de engorde en la Industria Avícola en México se destacan la Ross, Cobb y Hubbard, todas estas son razas que provienen originariamente de los Estados Unidos y Francia, ya que en este país no se cuenta con investigación en el ámbito genético porque la instrumentación a utilizar en estos casos resulta sumamente costosa (SADER, 2016).

Ross

El pollo Ross 308 responde de manera efectiva a las expectativas de los consumidores que buscan un ave con un rendimiento confiable y la adaptabilidad necesaria para cumplir diversos criterios en el producto final. A nivel global, el pollo Ross 308 es reconocido por su rendimiento constante en las instalaciones de engorde. Tanto los productores integrados como los independientes aprecian aspectos como la tasa de crecimiento, la eficiencia en la conversión de alimento y la solidez del desempeño de esta ave (Aviagen, 2025).

Cobb 500

El Cobb 500 se clasifica como una raza de pollo de engorde, destacándose por su notable eficiencia en la conversión de alimento y su acelerada tasa de crecimiento. Esta combinación de características lo convierte en una opción preferente entre los productores avícolas. Además, el Cobb 500 ofrece varias ventajas adicionales identificadas por Vargas (2009):

- Un rendimiento sobresaliente en términos de producción.
- Capacidad para crecer adecuadamente con dietas de menor coste.
- Generación de carne a un costo reducido.
- Un nivel elevado de uniformidad en los lotes de aves.
- Ofrece un rendimiento reproductivo que se mantiene competitivo en el mercado.

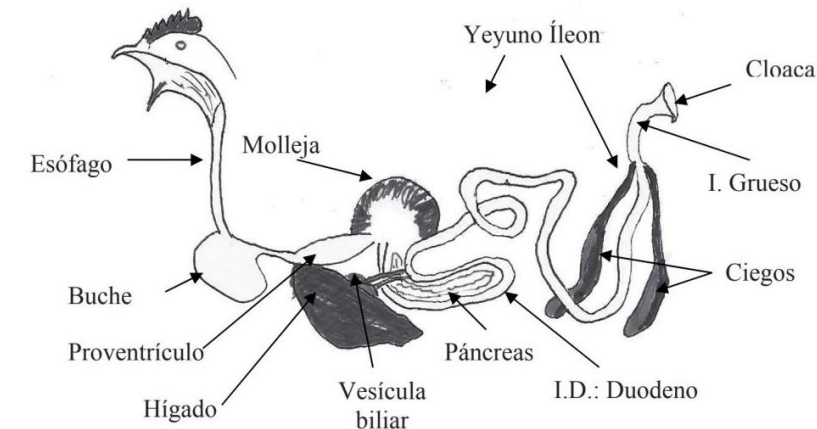
Estas particularidades hacen del Cobb 500 una variedad altamente valorada en la industria avícola (Vargas, 2009).

Hubbard

Hubbard presenta tres distintos tipos de líneas en el mercado (Ultra Yield, MPK y Clásica) y por lo general las casas comerciales recomiendan trabajar con esas líneas además de un sistema de sexado del pollo para que se mantenga la uniformidad en la parvada, esto ayuda a facilitar el manejo y la alimentación. Las características más destacadas del pollo Hubbard CLASSIC son su notable capacidad de crecimiento en

las etapas iniciales y su eficiente índice de conversión alimentaria. Se manifiestan su robustez y flexibilidad ante diversas condiciones de temperatura y tipos de alimentación. Estas ventajas permiten alcanzar un costo mínimo en la producción de pollo vivo destinado a la cocina, debido a su elevado rendimiento total en carne. La Hubbard CLASSIC se distingue como una excelente raza para la cría, generando un promedio de 148 pollitos en un periodo de 64 semanas. Su habilidad para adaptarse a distintos entornos la convierte en una opción óptima tanto para climas templados como tropicales (Hubbard, 2015).

2.5 Sistema digestivo de las aves



Esquema sistema digestivo

Figura 4.- Sistema digestivo de las aves (Angulo, 2009).

Pico

El sistema digestivo de las aves inicia en el pico, cuyas estructuras óseas principales incluyen los huesos nasales, maxilar, premaxilar y el esqueleto mandibular. Todas estas piezas óseas están cubiertas por una ranfoteca, una capa córnea epidérmica muy dura. La forma del pico se adapta al tipo de alimentación de cada ave y cumple las funciones que en mamíferos realizan labios, carrillos y dientes. En ciertas especies como las psitácidas (loros, guacamayas y similares) el pico incluso actúa como un órgano prensil, permitiendo manipular objetos con destreza (Gil, 2008).

Esófago

El esófago en las aves es un tubo muscular prolongado y expandible, que conecta la boca con el estómago. Su función principal es transportar el alimento mediante movimientos peristálticos.

Muchas especies presentan una dilatación conocida como buche o ingluvio, ubicada antes del tórax, que actúa como depósito temporal. En él, el alimento se humedece y ablanda, gracias a glándulas mucosas y la saliva. Además, la mucosa esofágica contiene pliegues y glándulas mucosas que generan moco para lubricar el alimento y facilitar su paso al estómago.

La estructura del esófago varía entre especies, reflejando adaptaciones específicas a diferentes dietas y comportamientos alimentarios (Zanuzzi y Barbeito, 2014).

Buche

El buche es un ensanchamiento estructural diversificado según la especie cumple distintas funciones que entre ellas se encuentran:

Órgano de almacenamiento temporal: actúa como reserva de alimento cuando se ingieren grandes cantidades de forma discontinua.

Humedecimiento del alimento: el buche humedece el alimento, facilitando su posterior digestión en el tracto posterior. Crea condiciones óptimas para activar enzimas exógenas antes de su paso a la molleja.

Modulación del pH y fermentación microbiana: el alimento retenido puede fermentar, bajando el pH y favoreciendo la actividad enzimática y microbiana benéfica.

Estrategia alimenticia óptima: con alimentación intermitente, se almacena más en el buche, lo que incrementa la eficacia de enzimas y posiblemente mejora la digestión general (Svihus, 2014).

Estomago

En las aves consiste en proventrículo (estómago glandular) y molleja (estómago muscular). Dependiendo de los hábitos alimenticios del ave predomina en tamaño uno u otro.

El proventrículo, reconocido como el estómago glandular o verdadero, es un órgano de tamaño reducido por el cual el alimento transitó de manera expedita. Su función primordial consiste en la secreción de un fluido gástrico que guarda similitudes con el de los mamíferos no rumiantes; este fluido está compuesto principalmente por pepsina y ácido clorhídrico. En paralelo, la molleja desempeña un papel crucial mediante una acción mecánica que permite la mezcla y el triturado del alimento. En este proceso, los fluidos generados por el proventrículo se combinan con el bolo alimenticio durante la etapa de molido (Borja, 2017).

Intestino delgado.

El intestino delgado es una región que se encuentra desde la salida de la molleja hasta los inicios de los ciegos, cuya longitud es considerablemente mayor en comparación con otros mamíferos y presenta un diámetro relativamente constante a lo largo de su extensión. Desempeña tres funciones fundamentales:

- a) Produce jugos intestinales que contienen diversas enzimas, las cuales son esenciales para completar la digestión de las proteínas y facilitar la degradación de los azúcares en formas más simples, especialmente en la porción del duodeno.
- b) Se encarga de la absorción de los nutrientes derivados de los alimentos ya digeridos, trasladándolos al sistema circulatorio.
- c) Realiza una acción peristáltica en forma de ondas que transporta los materiales no digeridos hacia los ciegos y el recto. El intestino delgado se clasifica en tres secciones: duodeno, yeyuno e íleon. (Vargas, 2015).

El intestino grueso.

El intestino grueso presenta una longitud reducida en la mayoría de las especies y cumple una función crucial en la absorción de agua y electrolitos. Este proceso se

potencializa gracias a los movimientos retroperistálticos, que son contracciones musculares que direccionan el contenido intestinal en sentido opuesto al habitual, es decir, hacia el estómago o los ciegos. Esta dinámica es fundamental para mantener la homeostasis orgánica, permitiendo la recuperación de agua a partir de la orina. Adicionalmente, en situaciones donde la dieta es deficiente en sal, se observa un aumento en la longitud de las vellosidades situadas en los enterocitos del colon; este cambio morfológico tiene como objetivo optimizar la capacidad de absorción del intestino (Rodríguez *et al.*, 2017).

Glándulas anexas de sistema digestivo.

Las glándulas anexas del sistema digestivo son el hígado y el páncreas (Vargas, 2015). El Hígado es un órgano cuya función es esencial para mantener la salud de las aves, encontrándose suspendido por el peritoneo en las cavidades dorsal derecha e izquierda y entre sus funciones destacan la intervención en la digestión, además de su rol en el proceso de eliminación de las toxinas y participación en el metabolismo de las proteínas, grasas e hidratos de carbono (Masaquiza, 2012).

Páncreas: la estructura se la compara como similar a la del páncreas de los mamíferos y consiste en un tejido secretor especial para el jugo pancreático, así como otros grupos de células que son llamadas los islotes Langerhans. En conjunto, el páncreas cumple dos funciones clave:

- Digestiva, al secretar el jugo pancreático con enzimas para el intestino delgado.
- Metabólica, al producir hormonas (insulina, glucagón, somatostatina) que regulan los niveles de glucosa (Zambrano, 2021).

Los órganos antes señalados al trabajar en conjunto de forma adecuada permiten una dinámica efectiva para el mantenimiento de las funciones básicas de los organismos vivos, en este caso los pollos requieren que se encuentren funcionando de tal manera que permitan absorber los nutrientes y desechar lo que impida al animal un crecimiento adecuado.

2.6 Etapas en la alimentación

Pre iniciación- crianza

Vázquez (2018) señala que existen diferencias anatómicas y fisiológicas notables entre pollos jóvenes y aquellos de mayor edad. En los pollos recién nacidos, la transición de la absorción embrionaria de la yema a la ingestión de alimento implica modificaciones significativas en el sistema digestivo. En los primeros días postnatal, tanto el páncreas como el intestino experimentan un incremento de tamaño que es casi cuatro veces superior al crecimiento del resto del organismo. A su vez, el sistema digestivo de los pollos jóvenes se caracteriza por su inmadurez, lo que conlleva la necesidad de garantizar que los niveles de nutrientes sean óptimos, utilizando además ingredientes de alta digestibilidad.

Inicio

Se establece que el período que abarca desde el día 11 hasta el día 22 de vida del pollito es crucial, ya que en esta fase se observa un crecimiento acelerado del esqueleto, acompañado por una mineralización notablemente rápida. Durante este tiempo, también se produce el desarrollo de la estructura corporal destinada a la posterior incorporación de masa muscular. Asimismo, en esta etapa se completa el desarrollo del sistema encargado de la termorregulación, así como el nivel de densidad del plumaje que cubrirá al pollito (Vázquez, 2018).

Engorda

La fase de remate del lote representa el 70% del alimento ingerido por el pollo, utilizando una formulación peletizada que minimiza la presencia de finos. Las aves muestran aversión hacia los finos y prefieren los granos; por lo tanto, para lograr una rentabilidad diaria óptima, es fundamental comenzar con una presentación de pellet que sea de excelente calidad (Mejía, 2016).

Cuadro 1.-Rendimientos del pollo de engorda (Aviagen, 2022).

Día	Peso Corporal (g) ¹	Ganancia Diaria (g)	Promedio Ganancia Diaria (g)	Cantidad Alimento Diario (g)	Alimento Acumulado (g) ²	CA ³
0	44					
1	62	18			11	0,181
2	80	18		15	26	0,328
3	101	21		19	45	0,450
4	124	23		23	68	0,549
5	150	26		27	95	0,632
6	180	29		31	126	0,701
7	213	33	24	35	161	0,759
8	249	36	26	40	201	0,808
9	288	40	27	44	245	0,851
10	332	43	29	49	295	0,888
11	379	47	30	54	348	0,920
12	429	51	32	59	408	0,950
13	483	54	34	64	472	0,976
14	541	58	36	70	542	1,000
15	603	62	37	75	617	1,023
16	668	65	39	81	698	1,045
17	737	69	41	87	785	1,065
18	809	72	43	93	878	1,085
19	885	76	44	99	977	1,104
20	964	79	46	105	1082	1,122
21	1046	82	48	111	1193	1,141
22	1131	85	49	118	1310	1,159
23	1219	88	51	124	1434	1,177
24	1310	91	53	130	1564	1,195
25	1403	93	54	136	1701	1,212
26	1499	96	56	143	1843	1,230
27	1597	98	58	149	1992	1,248
28	1697	100	59	155	2147	1,266
29	1799	102	61	161	2308	1,283
30	1902	104	62	167	2475	1,301
31	2008	105	63	173	2648	1,319
32	2114	107	65	178	2826	1,337
33	2222	108	66	184	3010	1,355
34	2331	109	67	189	3200	1,373
35	2441	110	68	195	3394	1,390

2.7 Importancia del agua

El agua desempeña un papel crucial en la avicultura a lo largo de todo el ciclo de producción. Su relevancia se manifiesta tanto en los volúmenes necesarios para el consumo, dado que su disponibilidad es fundamental para el correcto funcionamiento de los organismos avícolas, como por su representación significativa en los diversos tejidos de los animales. Además, el agua se utiliza como un medio para la administración de tratamientos terapéuticos. En este contexto, es relevante considerar el estado actual de las fuentes de agua, así como su potencial como un vector para la introducción de contaminantes en el entorno avícola (Nieto, 2023).

Se trata de un recurso que, en ciertas circunstancias, se presenta como fácilmente accesible y de bajo costo. No obstante, en el contexto actual, el elemento clave para planificar una explotación avícola no es tanto la cantidad disponible, sino la calidad de los recursos. Esta calidad se ve amenazada por un proceso de involución vinculado al incremento de contaminaciones fecales y nitrogenadas, originadas por las actividades pecuarias e industriales. Esta situación demanda una vigilancia más rigurosa y la implementación de procesos de sanitización más avanzados (Nieto, 2023).

El agua constituye un nutriente esencial para la supervivencia de todos los organismos. Es imperativo que el consumo de agua por parte de los humanos y la ganadería se realice de manera sostenible y responsable. En el contexto de la avicultura, especialmente en el engorde de pollos, el análisis del consumo de agua se presenta como un indicador crucial de la salud y el bienestar del lote. Un consumo insuficiente de agua puede llevar a una disminución en la ingesta de alimento y a la manifestación de problemas de salud en los pollos (Aviagen, 2018).

Por el contrario, un consumo excesivo de agua podría señalar la existencia de complicaciones de salud intestinal, lo que incrementaría la aparición de áreas húmedas en las jaulas e incrementaría los requerimientos de ventilación en las instalaciones. Los datos proporcionados por Aviagen sugieren que aproximadamente el 70-80% del agua que ingiere un pollo de engorde se elimina a través de las heces o se presenta

en forma de humedad que necesita ser gestionada eficazmente en la granja (Aviagen, 2018).

2.8 Aditivos

Casa (2011), indica que los aditivos para alimentación animal son muy diversos, por lo que su definición puede ser compleja. En términos generales, se consideran productos incluidos en pequeñas cantidades en los alimentos para mejorar su valor nutricional, el bienestar o la salud del animal.

Según el reglamento CE (Conformidad Europea) N°1831/2003, se definen como sustancias, microorganismos o preparados añadidos de forma intencional al alimento o al agua con el objetivo de influir positivamente en:

- El impacto ambiental de la producción.
- El rendimiento, bienestar, salud y digestibilidad.
- El control de enfermedades intestinales como coccidiosis o histomoniasis.

Los aditivos tienen diversas clasificaciones por su uso estos pueden ser:

- a) Tecnológicos: antioxidantes, emulsionantes, acidificantes.
- b) Sensoriales: aromas, pigmentos.
- c) Nutricionales: vitaminas, minerales traza, aminoácidos.
- d) Zootécnicos: mejoradores de la digestión, estabilizadores intestinales.
- e) Coccidiostatos o histomonostatos: para prevenir enfermedades parasitarias.

2.8.1 Aditivos pigmentantes

Es una materia prima alimenticia concentrada en xantofilas naturales, se adiciona en las dietas del pollo de engorda y las aves de postura. Favorece la pigmentación de la piel y la yema de huevo cuando se administra de manera directa o mezclado al alimento balanceado.

2.8.2 Aditivos pigmentantes en la alimentación animal

En la avicultura, el uso de pigmentantes en aves ha cobrado relevancia por la preferencia del consumidor y no por necesidades nutricionales. El color de los alimentos influye en su aceptación, y el nivel de pigmentación deseado varía según la zona geográfica y tradiciones locales. Para lograr el tono dorado en la canal, se ha incrementado el uso de xantofilas naturales y pigmentos sintéticos, lo que representa hasta un 10% del costo total del alimento. Sin embargo, el aumento en los precios de pigmentantes desde 2010 ha llevado a una reducción en su uso, combinando pigmentos naturales y sintéticos para mantener el color deseado, ya que este agrega valor y mejora la demanda del producto (Hernández, 2018).

Fernández (2016), menciona que el color de los alimentos es una característica clave que influye en la aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor. En el caso del pollo, una piel o yema poco pigmentadas suelen asociarse con enfermedad o mala calidad, mientras que colores intensos (amarillo o naranja) se relacionan con salud, frescura y buen sabor.

Con los avances en genética y nutrición, las aves consumen menos alimento y no acceden a fuentes naturales de pigmentos. Por eso, los productores comenzaron a añadir pigmentos sintéticos en el alimento para satisfacer las preferencias del mercado.

La preferencia de color varía según la cultura, pero en general:

- Colores más intensos son percibidos como productos de mayor calidad.
- Los consumidores los asocian con animales sanos.

Los aditivos pigmentantes (en su mayoría no nutritivos) se utilizan para mejorar el aspecto físico del pollo y su aceptación. Sin estos, es difícil lograr una buena pigmentación solo con fuentes naturales, ya que muchos ingredientes ricos en carotenoides tienen bajo valor energético (Ríos, 2018).

Por ende, es difícil encontrar una fuente de pigmento que nos aporte valor nutricional y pigmentación a su vez ya que una fuente amarilla de los tobillos del pollo de engorda

y de la piel de la canal depende principalmente de los carotenoides naturales en el alimento y los carotenoides sintéticos exógenos. Los carotenoides naturales solo se pueden sintetizar a partir de plantas, microorganismos y algas (Yang, 2020).

2.8.3 Principales tipos de pigmentación

Carotenoides.

Los pigmentos naturales se encuentran presentes en una variedad de organismos, incluyendo vegetales, frutas, granos, algas, así como en ciertos hongos y bacterias. Hasta la fecha, se han catalogado más de 600 tipos distintos de estos pigmentos a través de los diferentes grupos mencionados. Dentro de esta clasificación, se destacan las xantofilas y los carotenos, siendo la principal distinción entre ambos que las xantofilas contienen oxígeno en su estructura molecular, mientras que los carotenos carecen de este elemento. Los carotenos son reconocidos por su función como precursores de la vitamina A y su capacidad antioxidante. Por otro lado, las xantofilas desempeñan un papel significativo en la pigmentación, englobando compuestos como la Luteína, la Zeaxantina y la Cantaxantina, de los cuales estos últimos son particularmente relevantes en el sector avícola (Solla, 2012).

La luteína es una xantofila y uno de los 600 carotenoides naturales conocidos. La luteína es sintetizada únicamente por las plantas y, al igual que otras xantofilas, se encuentra en grandes cantidades en vegetales de hojas verdes como la espinaca y la col rizada.

La zeaxantina es que se encuentra en plantas y algunos microorganismos, es el pigmento que le da al pimentón, al maíz, al azafrán, a las bayas de goji y a muchas otras plantas. También se encuentra en altas concentraciones en la yema de huevo (IOSA, 2025).

La cantaxantina se clasifica como un eficiente eliminador de radicales libres y se considera el antioxidante liposoluble más eficaz que se encuentra en la naturaleza. Las actividades biológicas de la cantaxantina están vinculadas, al menos en parte, a

su aptitud para desempeñar el rol de antioxidante en los tejidos de los organismos animales (Rojas *et al.*, 2015).

2.8.4 Absorción de pigmento

Los pigmentos presentes en la alimentación son incorporados en los quilomicrones. Estas lipoproteínas son elaboradas en el epitelio intestinal y tienen la función de recoger los triglicéridos y el colesterol que provienen de la dieta. Su transporte se realiza desde el intestino delgado hacia los tejidos a través del sistema linfático. Posteriormente, los quilomicrones, mediante la linfa, son conducidos a la sangre, donde se distribuyen para ser depositados en la piel, los tarsos y el tejido adiposo (Mora, 2014).

Cuadro 2.- Contenido de xantofilas en principales materias primas (Cuca et al., 1963).

Materia prima	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	2.2
Sorgo	1.5

Fuente: Mora (2014)

2.8.5 Factores que influyen en la pigmentación

De manera general existen dos factores críticos a considerar para garantizar la adecuada pigmentación del pollo de engorde estos son:

Durante la crianza: raza, sexo, manejo, factores nutricionales/alimentación, utilización de granos con micotoxinas, condiciones sanitarias, mezcla de xantofilas, temperatura, dosificación de pigmento y la edad del pollo. Procesamiento de la canal: captura y transporte, aturdimiento, escaldado, desplume y almacenamiento de la canal (Italcol, 2019)

2.8.6 Equipo de medición para la pigmentación.

Colorímetro de reflectancia

El colorímetro de reflectancia en el sistema CIELAB de brillantez (L); miden la cantidad de luz reflejada en determinados valores de longitud de onda, traduciéndola en escalas internacionalmente aceptadas, abarcando desde 0 negro hasta 100 blanco; en el caso de la piel de pollo el rango aceptable para esta variable es entre 64 a 72 (Olson *et al.*, 2022).

Abanico de roche

Dsm-firmenich proporciona un método simplificado, exacto y estandarizado para la evaluación del color de la yema de huevo. Para optimizar la precisión en este proceso de medición, la empresa ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de las inclinaciones de los consumidores a nivel global. Sus hallazgos indican que, aunque las preferencias pueden diferir entre regiones, en la mayoría de los países, los consumidores tienden a preferir un color de yema que alcance un valor de 12 o superior (YolkfanTM, 2025).

Cinta colorimétrica

Es un espectro cromático elaborado por DSM Nutritional Products. Los tonos seleccionados han sido definidos a través de criterios estandarizados del sistema de colorimetría de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación), lo cual permite establecer una referencia objetiva para la evaluación del color de la piel en aves de corral. En este contexto, el número 101 representa un tono amarillo claro, mientras que el 108 corresponde a un tono anaranjado. Mediante este espectro, es posible determinar la absorción de carotenos en la alimentación de las aves y así identificar el número correspondiente al color de la piel del pollo evaluado (Astudillo, 2012).

2.9 Enfermedades comunes en pollo de engorda

Ascitis

Identificada también como enfermedad de las aguas, se trata de una acumulación anormal de líquido seroso en la cavidad abdominal, la cual es generada por agentes tóxicos. Este trastorno se caracteriza por provocar lesiones en órganos vitales como el hígado y los riñones, lo que a su vez conduce a condiciones desarrolladas como hidropericardio e hidroperitoneo evidentes. La condición tiene predilección por aves jóvenes, especialmente pollos y pavos que superan las tres semanas de edad; sin embargo, se presenta con mayor frecuencia en especies avícolas que experimentan un crecimiento acelerado, como los especímenes destinados a engorde. Su incidencia es notablemente menor en gallinas ligeras y en aves reproductoras pesadas que están sujetas a un régimen alimenticio restringido (Rojo, 1984).

Los síntomas asociados con malestares en aves silvestres suelen manifestarse poco antes de la muerte y, en muchas ocasiones, permanecen ausentes hasta ese crítico momento. En la situación observada, ciertos signos como disnea, plumas erizadas, estado de depresión y una postura similar a la de un pingüino se evidenciaron dos días antes del fallecimiento, destacándose además la distensión abdominal ocasionada por la acumulación de líquido. En cuanto a los hallazgos post-mortem, se reveló una congestión generalizada, depósitos de fibrina tanto en la cavidad abdominal como en la superficie del hígado, un hígado con bordes redondeados y desprendimiento de la cápsula de Gilsson. También se registró la presencia de hidropericardio, un corazón caracterizado por su forma redondeada y flácida, nefromegalia y líquido en la cavidad abdominal (López *et al.*, 1991).

Coccidiosis

La coccidiosis aviar representa una enfermedad parasitaria originada por protozoos pertenecientes al Phylum Apicomplexa, específicamente de la familia Eimeriidae. Aunque diferentes especies de aves pueden verse afectadas, el impacto económico es más significativo en los pollos de engorde y en las gallinas ponedoras o reproductoras. Esta enfermedad se desarrolla a través de la ingestión de ooquistes

esporulados, lo que puede desencadenar un cuadro clínico o subclínico. Los síntomas más destacados de esta afección incluyen diarrea y una notable reducción en las tasas de producción. (Cacho, 2013).

La coccidiosis, puede provocar enteritis, pérdida de líquidos, mala absorción de nutrientes, inflamación intestinal con hemorragias (petequias), daño al epitelio e incluso destrucción de los cilios, lo que puede causar hemorragias severas y muerte. Además, se asocia con defectos óseos, especialmente en huesos largos como las tibias, relacionados con el rápido aumento de peso, lo que afecta la locomoción de las aves y puede llevar a su muerte por deshidratación o falta de alimentación. (Ruiz, 2022).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y ubicación

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, 25315 Saltillo Coahuila, a una altitud de 1,783 msnm (5,850 pies), una latitud 25.35283° o 25° 21' 10" norte y a una longitud -101.03121° o 101° 1' 52" oeste.

3.1.1 Clima predominante

En Saltillo, los veranos son largos y calurosos; los inviernos son cortos, fríos y secos. En general, las temperaturas medias anuales en Coahuila oscilan entre 18 y 22°C. En los meses más cálidos, de mayo a agosto, las temperaturas pueden superar los 30°C. En los meses de noviembre a marzo, las temperaturas son iguales o inferiores a 0°C.

3.2 Materiales

- Herramientas: carretilla, pinzas, pala, desarmador etc.
- Área techada: 9 metros (m) de largo x 10 m de ancho.
- Divisiones: 2 corrales para el experimento.
- Utensilios de limpieza (escobas, cubetas, recogedor y trapos).
- Viruta: Cama de 5 centímetros (cm).
- Bebederos: 4 de iniciación capacidad 4 litros.
- Bebedero: 2 automáticos capacidad de 80 aves.
- Comederos: 4 colgantes capacidad para 10 kg.
- Charolas de iniciación: 2 charolas capacidad para 100 pollitos.
- Criadora automática: capacidad 1200 pollitos.

- Bascula gramera: capacidad para 800 gr.
- Bascula digital: capacidad 10 kg.
- Plástico tipo Túnel.
- Mesa de manejo.
- Abanico de Roche.

3.2.1 Insumos

Para este trabajo se adquirieron 102 pollos de engorda machos de un día de nacidos de la raza Ross, 52 para el T1 y 50 para el T2.

Alimento

Para este proyecto se les administro dos dietas, una de iniciación de la marca comercial Kampfer F-18 y una de engorda de la marca Nutripollo.

Cuadro 3.- Tipos de alimento utilizado en el experimento

Alimento	Etapas	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Kampfer F-18	Iniciación	29/02/2024	06/03/2024
Nutripollo	Engorde	06/03/2024	04/04/2024

Aditivo pigmentante

El aditivo que se utilizó fue de una marca en harina llamada HI GOLD 15 premezcla de la empresa IOSA industrial orgánica.

En el experimento se plantearon 2 tratamientos de observación:

Para el T1 se ofreció 0.6 % de aditivo pigmentante en el alimento iniciador y de engorda.

Para el T2 solo se proporcionó alimento sin ninguna dosificación de algún aditivo.

Medicamentos

Mucoso: este se utilizó en polvo soluble de la marca avimex para combatir la gripe que los pollitos comenzaron a tener a consecuencia del cambio de temperatura de su traspaso de la criadora a los corrales.

3.3 Cronograma:

3.3.1 Acondicionamiento de equipo.

Para un bienestar de los pollitos se realizaron diversas actividades desde 40 días antes de su llegada, se repararon las bases de los corrales, se retiró escombros y estiércol, así mismo se colocaron trampas y cebos por presencia de roedores, se barrió, desinfectó y se lavó a presión con agua y jabón piso, paredes y techo, al igual que el equipo que se utilizó (criadora, comederos, bebederos y charolas), por consiguiente, se encalo el interior de la granja.

Para que el pollito no sufriera un cambio drástico de temperatura se colocó plástico negro tipo túnel a una distancia de dos metros de ella que cubre del piso al techo de la granja esto para conservar el calor de la criadora.

Horas antes de la llegada del pollito traído de la incubadora “Huinalá” del Estado de Monterrey, Nuevo León se encendió la criadora y se sirvió alimento al igual que agua para que estuviera a una temperatura de 37°C. Cabe resaltar que durante las 5 semanas se les ofreció alimento y agua limpia ad libitum, así por igual se monitoreó todos los días verificando el consumo de estos.

3.3.2 Proceso experimental

Se recibieron los pollitos el 29 de febrero del 2024 los cuales a su llegada se instalaron, pesaron y se fueron colocando en la criadora de forma al azar para el inicio del experimento.

Al finalizar la semana 1 para el traslado del área de crianza al de engorda se prepararon los corrales con viruta 5 cm de espesor, bebederos automáticos, comederos colgantes y foco led.

Por otra parte, se pesaron todos los pollitos al finalizar cada semana para poder obtener la ganancia de peso.

El primer día de la semana 2, es decir, el 7 de marzo del 2024, se traspasaron los pollitos de la criadora a los corrales previamente equipados. Así mismo desde el traspaso de los pollitos a los corrales se lavó comederos y bebederos, otra actividad que se realizó fue que se les volteó la cama día con día para evitar enfermedades a causa de la humedad.

Para adquirir los niveles de pigmentación, a partir de la segunda semana se sacrificó 1 pollito por corral y se tomó el nivel en la pechuga utilizando el abanico de roche. Esta técnica se hizo al finalizar cada semana en este caso era cada jueves.

Al inicio de la semana 4 se comenzó a presenciar pollitos con problemas de inanición, presentando la enfermedad de ascitis en ambos corrales. Se decidió seleccionar los pollos enfermos y separarlos de su corral para su respectivo tratamiento.

Se monitoreó todas las noches por cambios bruscos de temperatura, por ende, se suministró mucosol en la presencia de pollitos con estornudos. Su modo de aplicación 2 gr x 20 litros de agua (expectorante mucolítico formulado a base de yodo orgánico, utilizado como tratamiento sintomático de reacciones postvacunales y enfermedades respiratorias en aves) (Castillo, 2012).

Información nutrimental del alimento y aditivo ofrecido.

Cuadro 4.- Información nutrimental alimento iniciador

Kampfer F-18	%
Proteína cruda	18
Grasa cruda	2.5
Fibra cruda	3.0
Cenizas	7.0

ELN	57.5
Humedad	12.0

Cuadro 5.- Información nutrimental alimento engorda

Nutripollo	%
Proteína cruda	21.0
Grasa cruda	4.0
Fibra cruda	3.5
Cenizas	7.0
ELN	52.5
Humedad	12.0

Cuadro 6.- Información nutrimental del aditivo pigmentante.

HI GOLD 15 premezcla	%
Proteínas	11.6
Grasa	7.0
Fibra	3.0
Cenizas	1.0
Carbohidratos	53.7
Humedad	12.0

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

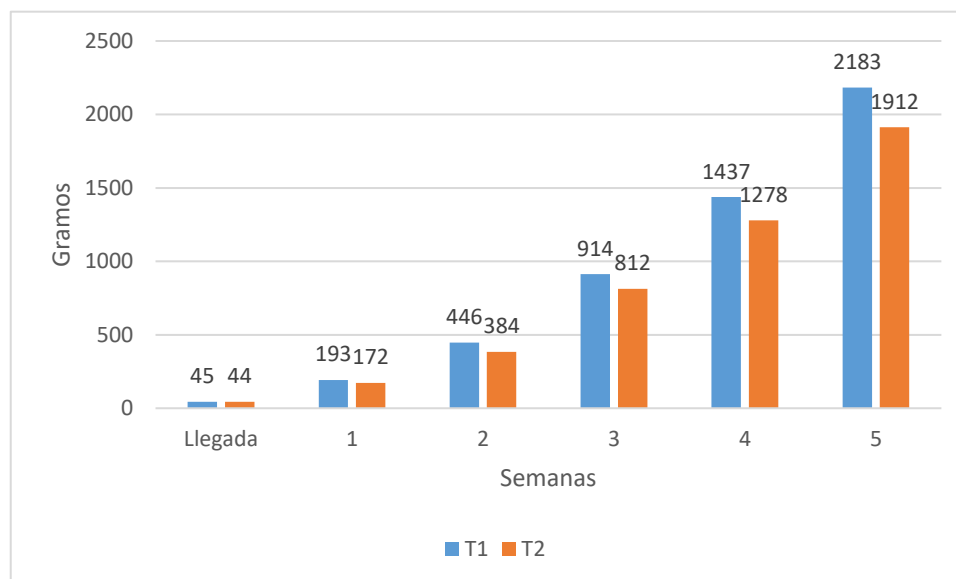


Figura 5.- Peso semanal de los pollos utilizados

4.1 Ganancia de peso

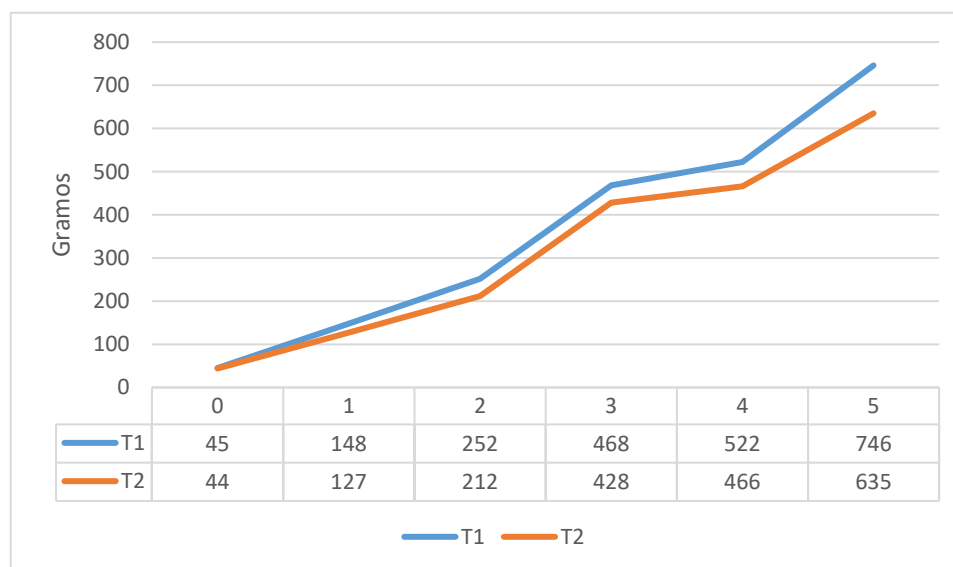


Figura 6.- Ganancia de peso semanal

Como resultado en la variable GP se obtuvieron los siguientes datos. El T1 obtuvo una ganancia de 21 gr sobre el T2, la segunda y tercera semana por 40 gr, la cuarta semana por 56 gr y la quinta semana por 111 gr siendo esta la más reflejada a diferencia de las semanas anteriores. En general el T1 se mantuvo las 5 semanas

superior sobre el T2 en la GP esto se debe al 0.6% de proteína que aportaba el aditivo en el T1 desde el inicio del experimento.

Los hallazgos presentados son congruentes con los de Lucas (2021), quien documenta un impacto positivo en la ganancia de peso al utilizar aditivos naturales derivados de algas marinas durante las fases de iniciación y finalización. Lucas observó variaciones significativas en las semanas 1, 2 y 8, destacando un aumento del consumo en el tratamiento 3 (dieta de Algimun). Asimismo, se registró una mejora en la ganancia de peso en el tratamiento 3 en comparación con el tratamiento 1, que se basó en una dieta sin aditivos. Este fenómeno puede atribuirse al efecto positivo del producto Algimun en la salud intestinal y en la absorción de nutrientes, lo cual facilita una conversión alimenticia más eficiente.

Al comparar los datos presentados por Carvajal y colaboradores (2017), se observa que, en la fase inicial de crecimiento, la ganancia de peso se ve afectada negativamente por el aumento del porcentaje de inclusión de Harina de zapallo (HZ). Específicamente, se registra una diferencia de 183,3 g entre el tratamiento T1 (sin HZ) y el tratamiento T3 (con una inclusión del 15% de HZ). Los análisis de laboratorio indican que la incorporación de HZ reduce la digestibilidad del alimento durante esta etapa inicial, lo que, a su vez, impacta de manera desfavorable en la ganancia de peso.

Por su parte los resultados de Ríos (2018), en comparación con los del presente trabajo son distintos, ya que, en la ganancia de peso al agregar a su dieta achiote como pigmento natural se reportó mayor ganancia de peso para el tratamiento testigo (sin achiote) con 2871,82 gr, mientras que el resultado más bajo lo registró el T1 (2,5% achiote), con 2572,48 gr. Esto se debe a que el achiote es un aditivo natural que se utiliza principalmente para mejorar la apariencia de la carne de pollo, proporcionando una coloración más deseable. Aunque puede tener beneficios indirectos para la salud y el crecimiento, su principal función no es la de aumentar la ganancia de peso en los pollos de engorda.

4.2 Niveles de pigmentación

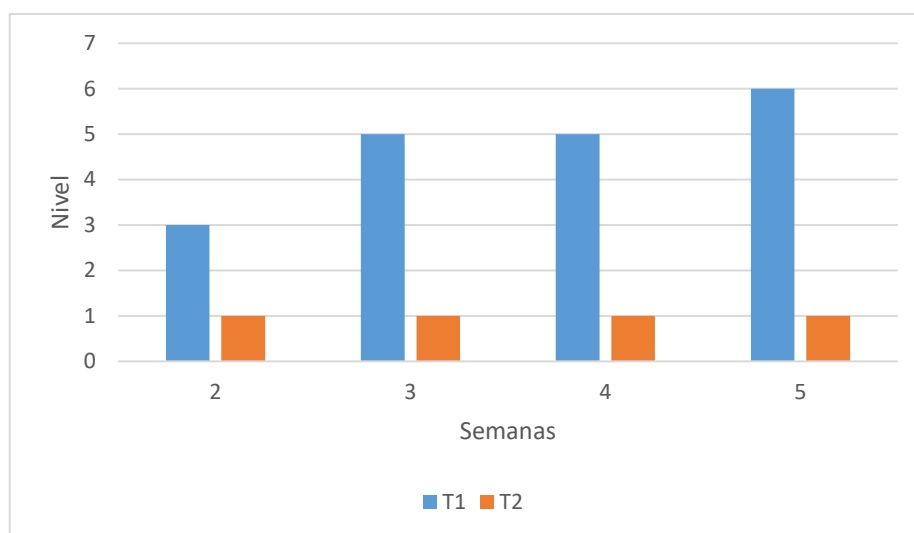


Figura 7.- Diferencia semanal de los niveles de pigmentación

En los resultados de los niveles de pigmentación se encontró que la comparación entre los dos tratamientos es muy distante. Para los pollitos del T1 se obtuvo una coloración mayor, llegando al nivel 6, mientras que para el T2 solo se mantuvo en el nivel 1 durante las 5 semanas.

Se observó que el T1 en la segunda semana solo obtuvo 2 niveles superior al T2, mientras que en la semana 3 y 4 obtuvo una diferencia de 4 niveles y en la semana 5 se alcanzó una diferencia de 5 niveles.

Ríos (2018), basado en la cinta colorimétrica encontró en su trabajo diferencias significativas, entre el tratamiento T1 con respecto a los tratamientos T0 (0% de achiote), T2 (5%) y T3 (7,5%), y se determinó que el tratamiento T1 (2,5% de achiote) alcanzó el mayor valor de pigmentación con una media de 8,4 puntos en la escala de 1 a 10. Cabe señalar que el achiote contiene carotenoides, siendo la bixina el principal componente, que representa alrededor del 80% del contenido total.

Según el estudio de Carvajal y colaboradores (2017) sobre la pigmentación, se evidenció que al incorporar un 7,5 % y un 15 % de harina de zapallo, se logró un incremento significativo en la intensidad del color amarillo, conforme a las mediciones

realizadas con el abanico colorimétrico DMS, obteniendo calificaciones de 103 y 104, respectivamente. En contraste, los animales que recibieron la dieta control, que no contenía harina de zapallo (0 %), mostraron un color amarillo pálido, con un valor de 102.

Esto se debe a que cantidad de carotenos totales presentes en el zapallo deshidratado de la variedad “Unapal Abanico 75” se mide en 139,83 microgramos por gramo ($\mu\text{g/gr}$), lo cual se categoriza como un contenido elevado cuando se compara con el de carotenos en el maíz. Esta elevación en los niveles de carotenos sugiere que su inclusión en dietas alimenticias en proporciones del 7,5% y 15% ha inducido un efecto pigmentante natural en los pollos. Esta conclusión se respalda mediante la evaluación realizada a través del abanico colorimétrico DMS.

V Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos, se puede mencionar que el uso del aditivo pigmentante HI GOLD 15 PREMEZCLA en razón de un 0.6 % sobre una dieta comercial para la alimentación de pollos para la engorda puede favorecer en la Ganancia de Peso y los Niveles de Pigmentación de la piel, con ello se puede resaltar el valor agregado que le da el aditivo pigmentante al incluirlo en el alimento para obtener pollos con características deseables para el mercado y el consumidor. por ello se debe aprovechar y dar el uso correcto a los aditivos pigmentantes en las granjas avícolas, así mismo extender las semanas de producción para lograr una coloración más perceptible en caso de que su mercado del productor así lo requiera.

VI Literatura citada

- Alvarado**, J., Puente, A., Rubio, M., y Villareal, F. 2017. La cadena de valor de embutidos y otras conservas de carne de cerdo en México. Ed, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). P 22.
- Angulo**, A. E. 2009. Fisiología aviar. Edicions de la Universitat de Lleida. 1ª Edición. Lleida. España. P 10.
- Astudillo**, M. 2012. Elaboración y evaluación de dos dietas para la alimentación de aves rapaces mantenidas en cautiverio en el zoológico de Quito en Guayllabamba. Tesis de Licenciatura, Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. Pp. 36-37.
- Aviagen**. 2018. Aviagen Brief: Utilización del agua en pollos de engorde. https://staging.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AviagenBrief-WaterUtilizationInBroilers2018-ES.pdf (16, Mayo, 2025).
- Aviagen**. 2022. Objetivos de rendimiento del pollo de engorde Ross 308/308FF. Aviagen. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs-v2/RossexRoss308_BroilerPerformanceObjectives2022_ES.pdf (3, Abril, 2025).
- Aviagen**. 2025. Aviagen: Ross 308. <https://aviagen.com/es/brands/ross/products/ross-308> (14, Junio, 2025).
- Bavera**, G. A. 2011. Manual de Avicultura: 2º año ciclo básico agrario. Sitio Argentino de Producción Animal. Dirección de educación agraria. Argentina. P 10.
- Borja**, H. 2017. Anatomía y fisiología aviar. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ed, Mónica María Estrada Pareja. Zoot., Esp., MSc. Ayacucho, Perú. P 22.
- Cacho**, M. E. 2013. Coccidiosis: La enfermedad, consecuencias y tratamiento. Ponencia. 50º Symposium Científico de Avicultura, Lleida, España. https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/emilio_del_cacho.pdf.

- Carvajal**, T. J., Martínez, M. C., y Vivas, Q. N. 2017. Evaluación de parámetros productivos y pigmentación en pollos alimentados con harina de zapallo (*Cucurbita moschata*). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 10 (3): 93–100.
- Casa**, C. 2011. Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. Ponencia. XXVI Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf.
- Castillo**, A. A., y Ortega, M. J. E. 2012. Evaluación del efecto expectorante de tres diferentes dosis de Mucosol en pollos de engorde. Tesis Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. P 4
- Cuca**, M. Pino J. A. y Mendoza, C. 1963. Uso de pigmentos en la alimentación de las aves, Centro Nacional de Investigaciones Pecuarias, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, México, D. F. Téc. Pec. en México. (2): 42.
- Cuéllar**, S. J. A. 2022. Panorama de la producción de huevo y del pollo de engorde en México. Veterinaria Digital. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/panorama-de-la-produccion-de-huevo-y-del-pollo-de-engorde-en-mexico/> (7, Junio, 2025).
- Fernández**, S. 2016. Ideal Amino Acid Patterns for Broiler Chicks. Department of Animal Sciencies. University of Illinois, Urbana, Illinois. ed.J.P.F. D`Mello. Pp 223-234.
- Gil**, C. F. 2008. Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos. Universidad de Murcia. España. Pp 9-10.
- Hernández**, G.M. 2018. La pigmentación de huevos y pollo de engorda. BM Editores Los Avicultores y su Entorno Vol. No. 89. <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/> (28, Marzo 2025).
- Hubbard. 2015. Hubbard Broiler Management Guide. <https://avicultura.poultry.com/productos/hubbard/hubbard-classic> (8, Mayo, 2025).
- HunterLab. 2021. MiniScan EZ para carne de aves de corral. https://www.hunterlab.com/media/documents/126_MiniScan_EZ_for_Poultry_es.pdf (7, Junio, 2025).

- IOSA.** 2025. Industrial Orgánica IOSA. <https://www.iosa.com.mx/> (20, Junio, 2025).
- Italcol** S.A. 2019. Manual Pollo Engorde: Línea Dorada Manual Técnico. https://italcol.com/wp-content/uploads/2019/09/Manual-Pollo-Engorde-Li%CC%81nea-Dorada_c.pdf (30, Mayo, 2025).
- López, C. C., Arce, M. J., Ávila, G. E., y Vásquez, P. C.** 1991. Investigaciones sobre el síndrome ascítico en pollos de engorda. Revista Ciencia Veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México. Vol. 5. Pp 13- 46.
- López, M. R. Q.** 2023. Pigmentación en Pollo de Engorda, Engormix. https://www.engormix.com/avicultura/fitobioticos-avicultura/pigmentacion-pollo-engorda_a51908/ (02, abril, 2025).
- Lucas, M. A. N.** 2021. Aditivos naturales a base de algas marinas en dietas para pollos de engorda. Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Repositorio Institucional BUAP. Tlatlauquitepec, Puebla. Pp 4- 25.
- Masaquiza, M. D. A.** 2012. Evaluación de cuatro atrapadores de micotoxinas (mycofix plus, mycofix select, aluminosilicatos, paredes de levaduras) en dietas para pollos parrilleros en crecimiento- engorde. Tesis Licenciatura. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. P 8.
- Mejía, F. J.** (2016). Alimentación del pollo de engorde fases pre iniciación, iniciación y engorde. <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/25> (12, abril, 2025).
- Mora, C.C.R.** 2014. Utilización de Harina de Achiote (*Bixia Orellana l*) como pigmentante en el engorde de pollos. Tesis Licenciatura. Universidad Tecnica de Machala. Ecuador. P 11.
- Nieto, J.** 2023. Cartilla de potabilización del agua: Gestión del recurso hídrico en granjas avícolas. Federación Nacional de Avicultores de Colombia (FENAVI), y Fondo Nacional Avícola (FONAV). P 3.
- OCDE/FAO.** 2023. Perspectivas agrícolas OCDE-FAO 2023-2032, Publicaciones de la OCDE, París.

- Olson, R.J., Ibarra. E.J., y Gonzales, G.C.** 2022. La evaluación de la pigmentación del pollo de engorda. Ficha técnica e2022-15, Abanico Boletín Mexicano Vol. 1. <https://abanicoacademico.com/abanicoboletinmexicano/article/view/193>
- Pesado, F. A., Castañeda. S. M., Escorcía, M. M. y Merino, G. R.** 2017. Unidad 7: Zootecnia de aves. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. México. Pp 5-8.
- Ríos, B. S. N.** 2018. Evaluación del pigmentante natural *Bixa orellana* L. (Achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona. Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Macas, Ecuador. Pp 3- 51.
- Rodríguez, F C., Waxman, D. S., y Lucas, B. J. J.** 2017. Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica en medicina aviar (II): aparato digestivo, aparato cardiovascular, sistema músculo-esquelético, tegumento y otras características. Revista Panorama Actual del Medicamento. 41 (104): 223-234.
- Rojas, V., Callacna, M., y Arnaiz, V.** 2015. Uso de un aditivo a base de cantaxantina y extracto de achiote en dietas de gallinas de postura y su efecto sobre la coloración de la yema y la vida de anaquel del huevo. Revista Scientia Agropecuaria. 06 (03): 191- 199.
- Rojo, M.E.** 1984. Enfermedades de las aves. Editorial trillas S.A. de C.V. México. 2^{da} edición. México. Pp 1- 456.
- Ruíz, M. E.** 2022. Evaluación de las sustancias húmicas extraídas de una lombricomposta para reducir infecciones por *Eimeria acervulina*. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro. Repositorio Institucional de la UAQ. Pp 10-11.
- SADER.** 2015. Pollos, gallinas y la avicultura en México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/pollos-gallinas-y-la-avicultura-en-mexico> (01, abril, 2025).
- SADER.** 2016. La saludable carne de pollo. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cdgsiap/es/articulos/la-saludable-carne-de-pollo> (13, Abril, 2015).

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México.** 2015. Pollos, gallinas y la avicultura en México, <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/pollos-gallinas-y-la-avicultura-en-mexico> (01, abril, 2025).
- Solla.** 2012. El Uso De Pigmentos En Avicultura. Solla notas N° 34. <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Uso%20De%20Pigmentos%20En%20Avicultura.pdf>
- Svihus,** B. 2014. Manejo para mejorar la funcionalidad del tracto digestivo en aves. Capítulo III. XXX Curso de Especialización FEDNA. Editorial Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, España. Pp 31- 32.
- USDA-FAS.** 2024. China - People's Republic of. Poultry and Products Semi-Annual.
- Vargas,** G.O.N. 2015. AVICULTURA. Universidad Técnica de Machala. Ediciones UTMACH. 1ª Edición. Machala, Ecuador. P 24.
- Vargas,** R.J.E. 2009. Evaluación de líneas de pollo (*Gallus gallus*) de engorde Ross 308 y Cobb 500 en operación de Cargill en Nicaragua. Tesis Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. Pp 02-03.
- Vázquez,** M. E. 2018. Evaluación del rendimiento productivo de pollos de engorda alimentados con diferentes niveles de proteína cruda Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. Pp 17-20.
- Yang,** N. 2020. Coloración de pollos de engorde: Medidas técnicas para mejorar, Engormix. https://www.engormix.com/avicultura/calidad-carne-pollo/coloracion-pollos-engorde-medidas_a45026/ (18, Julio, 2025).
- YolkFanTM.** 2025. dsm-firmenich. <https://www.dsm-firmenich.com/anh/es/products-and-services/tools/yolkfan.html> (20, Julio, 2025).
- Zambrano,** P. N. P. 2021. Morfometría en órganos accesorios del TGI en pollos de engorde alimentados con torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*). Tesis Licenciatura, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa Manahi, Ecuador. P 15.

Zanuzzi, C. N., Y Barbeito, C. G. 2014. Sistema digestivo, Histología de las aves. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. 1ª ed. La Plata, Argentina. Pp 155–204.

VII Anexos

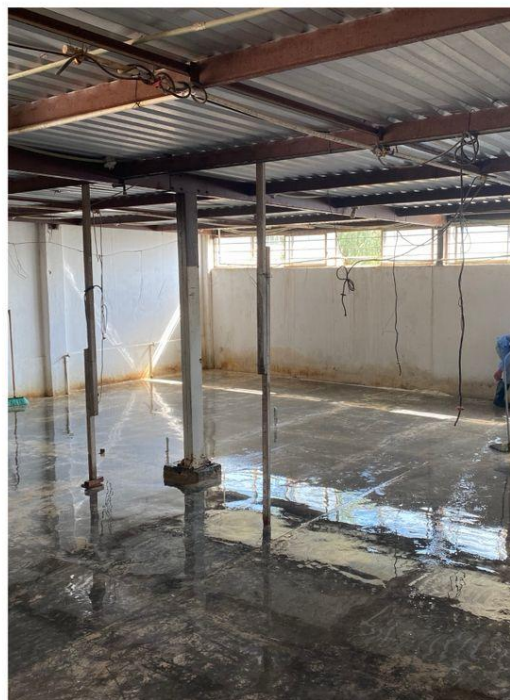


Figura 8.- Limpieza y desinfección



Figura 9.- Habilitación de criadora y corrales



Figura 10.- Mezclado de alimento con aditivo



Figura 11.- T1 y T2



Figura 12.- Pesaje



Figura 13.- Medición de los niveles de pigmentación