



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO,
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y PH DEL INTESTINO
DELGADO EN POLLOS SASSO ALIMENTADOS CON UNA DIETA
COMPLEMENTADA CON UN ADITIVO FITOGÉNICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A

PMVZ. Marian Moreno Díaz

ASESORES

Dr. Ignacio Arturo Domínguez Vara

Dr. Juan Edrei Sánchez Torres

Dr. Ernesto Morales Almaráz



Toluca, México, noviembre de 2025

DEDICATORIA

.

AGRADECIMIENTO

CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Producción de carne de pollo, cerdo y bovino a nivel mundial.....	2
2.2 Producción de carne de pollo, cerdo y bovino en México.....	4
2.3 Principales líneas genéticas de aves utilizadas en la producción de carne (características).....	6
2.3.1 Pollo Ross.....	6
2.3.2 Pollo Hybro.....	8
2.3.3 Pollo Cobb.....	9
2.3.4 Pollo Sasso.....	11
2.3.5 Pollo Husband.....	13
2.3.6 Pollo Arbor Acres.....	13
2.4 Características ambientales para la producción de carne de pollos.....	14
2.5 Uso de los aditivos en la alimentación animal.....	16
2.5.1 Aditivos fitogénicos ¿qué son?.....	16
2.5.1.1 Principales plantas usadas.....	17
2.5.1.1.1 Efectos beneficios en la utilización de los aditivos fitogénicos.....	18

2.5.1.2 Modo de acción de los aditivos fitogénicos.....	18
2.5.1.3 Efecto antimicrobial de los aditivos fitogénicos.....	18
2.5.1.4 Efecto antioxidante de los aditivos fitogénicos.....	19
2.5.1.5 Efecto promotor del crecimiento de los aditivos fitogénicos.....	20
2.5.1.5 Efecto de los aditivos en la salud intestinal.....	20
2.5.1.6 Efecto de la adicción de los aditivos fitogénicos en el comportamiento productivos y digestibilidad en los animales.....	20
III JUSTIFICACIÓN.....	22
IV HIPÓTESIS.....	24
V OBJETIVOS.....	25
5.1 General.....	25
5.2. Específicos.....	25
VI. MATERIAL Y MÉTODO.....	26
6.1 Material.....	26
6.1.1 Material de campo.....	26
6.1.2 Material biológico.....	26
6.2 Método.....	26
6.2.1 Animales e instalación.....	26
6.2.2 Dietas y tratamiento.....	27
6.2.3 Desarrollo experimental.....	28
6.2.4 Comportamiento productivo.....	29
6.2.4.1 Consumo diario de alimento.....	29
6.2.4.2 Ganancia diaria de peso (GDP).....	30

6.2.4.3 Conversión alimenticia (CA).....	30
6.2.4.4 Eficiencia alimenticia (EA).....	30
6.2.4.5 Peso vivo final a la matanza, peso canal caliente, peso canal fría y rendimiento de la canal.....	30
6.2.4.6 Mediciones instrumentales.....	31
6.2.4.6.1 Medición de pH en intestino delgado.....	31
6.2.4.6.2 Medición de pH en carne.....	31
6.2.4.6.3 Volumen.....	31
6.2.4.6.4 Color.....	32
6.2.4.6.3 Pérdida de agua por cocción.....	32
6.2.4.6.4 Fuerza de corte.....	32
6.2.5 Análisis estadístico.....	33
VII LÍMITE DE ESPACIO.....	34
VIII LÍMITE DE TIEMPO.....	35
IX RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
9.1 Comportamiento productivo.....	36
9.2 Evaluación de la canal	37
9.3 Valores de pH en cortes primarios pechuga, pierna y muslo	39
9.4 Valores de pH en duodeno, yeyuno e íleon.....	40
9.5 Peso de cortes primarios.....	41
9.6 Valores de volumen de pechuga, pierna y muslo.....	43

9.7 Color.....	44
9.8 Perdida de agua	45
9.9 Fuerza de corte.....	46
X CONCLUSIÓN.....	48
XI LITERATURA CITADA.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	TÍTULO	PÁGINA
1.	Comportamiento productivo en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	37
2.	Características de la canal en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	38
3.	Valores de pH de los cortes primarios pechuga, pierna y muslo a los 45 minutos y a las 24 horas en pollo Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	40
4.	Valores de pH en duodeno, yeyuno e íleon en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	41
5.	Peso de cortes primarios de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	42
6.	Volumen de los cortes primarios de pechuga, pierna y muslo de pollos Sasso a alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.....	43
7.	Color en pechuga, pierna y muslo en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	45
8.	Perdida de agua por cocción en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	46
9.	Fuerza de corte en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico	47

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	TÍTULO	PÁGINA
Figura 1.	Imágenes de referencia para la ubicación donde se llevó a cabo el procedimiento del experimento.	27
Figura 2.	Diagrama del desarrollo experimental.	29

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la respuesta productiva (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia), analizar el pH en intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) y las características de la canal en pollos de la línea Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. En el experimento se usaron doscientos dieciséis pollos de la línea Sasso, con un peso inicial promedio de 420 g, la duración del experimento fue de 47 días, en el cual, se utilizaron cuatro tratamientos experimentales, los cuales fueron: T1: Dieta Testigo (alimento balanceado), T2: Dieta Testigo + aditivo fitogénico (1000g/ton), T3: Dieta Testigo + aditivo fitogénico (2000 g/ton) y T4: Dieta Testigo + aditivo fitogénico (3000 g/ton). Los resultados se analizaron bajo un diseño experimental completamente al azar utilizando el modelo lineal general PROC GLM de SAS. La comparación de medias se realizó mediante el método de Tukey. El consumo de alimento, ganancia de peso, peso vivo final, conversión y eficiencia alimenticias no fueron afectados ($P>0.05$) por el aditivo fitogénico. En la evaluación de las características de la canal, peso pre-matanza, pesos de canales caliente y fría, y rendimiento de la canal no hubo diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos. En contraste, el pH de la carne pechuga, pierna y muslo medido a 45 min y 24 h post matanza de los pollos fue afectado ($P<0.05$) por el suministro del aditivo fotogénico. Los valores de pH en duodeno y yeyuno fueron afectados ($P<0.05$) por el aditivo fitogénico. El peso de las piernas, y volumen de piernas y muslo, aumentaron ($P<0.01$) por efecto de la dosis del aditivo fitogénico. El suministro del aditivo fitogénico influyó ($P<0.01$) en los parámetros de coloración de la carne de los pollos. La pérdida de agua por cocción y la fuerza de corte en carne del muslo fue mayor ($P<0.05$) en los tratamientos 3 y 4. Se concluye que a inclusión del aditivo fitogénico en la dieta de pollos Sasso no afectó el comportamiento productivo, sin embargo, tendió a acidificar el contenido duodenal y redujo el pH de la carne. También se observó que aumentó el peso y volumen de las piernas. Asimismo, el aditivo fotogénico puede influir en la coloración de la carne

y pérdida de agua por cocción, y en menor grado en la fuerza de corte o suavidad de esta.

Palabras clave: Aditivo Fitogénico, Pollo Sasso, Comportamiento Productivo, Características Canal, Calidad Carne.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, la producción mundial de carne de pollo es un sector indicativo de crecimiento, es en una de las principales proteínas de origen animal para consumo humano, tanto nutrimentalmente como en su variedad de productos, esto ha impulsado la cría de diversas líneas genéticas con estrategias nutricionales para aumentar su rendimiento productivo. (Panorama Agroalimentario, 2024). Departamento de Agricultura de Estados Unidos). Aunque en regiones como el valle de Toluca, México, donde la altitud y la baja disponibilidad de oxígeno limitan la cría de líneas genéticas de crecimiento rápido tales como la Cobb y Ross, se ha optado por líneas alternativas como Sasso. El pollo Sasso se distingue por tener gran rusticidad y bajo requerimiento de oxígeno, por lo tanto, es viable para la producción avícola en zonas de mayor altitud. Se caracteriza por su buena flexibilidad a sistemas de producción semi intensivo y extensivo, su carne es de alta calidad organoléptica, su productividad se puede mejorar mediante la planificación de dietas innovadoras que mejoren el crecimiento, la eficiencia de la conversión alimenticia y producción rentable de carne (Sasso Poultry, 2023). Al respecto, los aditivos fitogénicos se están utilizando como aditivos alimenticios ya que son promotores naturales de crecimiento que han logrado un mayor impacto como alternativa natural y razonable en lugar del uso de antibióticos cuya inclusión se ha limitado debido al aumento de la resistencia microbiana y peligro para la salud pública. Los aditivos fitogénicos son compuestos vegetales que tienen propiedades antioxidantes, antimicrobianas, digestivas y antiinflamatorias, ya que mejoran la salud intestinal, mejoran el sistema inmune y aumentan el rendimiento productivo. Los estudios realizados han demostrado que al incluir en la dieta aditivos fitogénicos se mejora la digestibilidad de los nutrientes, el microbiota intestinal, las secreciones enzimáticas y, por otro lado, se reduce el estrés oxidativo; lo anterior ha impactado en una mayor tasa de ganancia de peso, conversión alimenticia y calidad de la carne (Azizi *et al.*, 2023). El presente estudio tiene como objetivo evaluar la respuesta productiva, las características de la canal y el pH intestinal en pollos de engorda de la línea Sasso alimentados con dietas complementadas con un aditivo fitogénico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de carne de pollo, cerdo y bovino a nivel mundial

En el sector agrícola, ha experimentado un crecimiento significativo a nivel global, convirtiéndose en una de las principales fuentes de proteína animal para el consumo humano. Este aumento ha sido provocado por varios factores, entre los cuales hay alta demanda, ocasionada por el crecimiento de la población, la urbanización y la percepción del pollo como una carne más saludable, accesible y versátil en comparación con otras carnes selectas, incluso también el manejo de la inocuidad. Por otro lado, el sector ha enfrentado retos importantes relacionados con el bienestar de los animales, la sostenibilidad ambiental y la bioseguridad, sobre todo ante brotes de enfermedades aviarias, como la Influenza Aviar Altamente Patógena (IAAP). La carne de origen avícola sigue siendo el primer elemento fundamental de la seguridad alimentaria y fuente de proteína con una cadena de producción que continúa adaptándose a las variaciones en las preferencias de los consumidores y las exigencias normativas.

Según la FAO (2025), en el año 2020, la carne de pollo equivale al 40 % de la producción mundial de carne.

- **Pollo**

Mientras en la década reciente, la producción mundial del sector avícola permaneció con un crecimiento promedio anual de 2.1%, registrando un volumen mayor histórico de 103.5 millones de toneladas (mdt) en el año 2023. El crecimiento se mantuvo fomentando por el alto en la producción en los países de Estados Unidos, Brasil y la Unión Europea, así como China (Panorama Agroalimentario, 2024).

En el año de 2022, Brasil rebasó a China para llegar al segundo productor a nivel global y el país sudamericano sigue fortaleciendo su posición (Panorama Agroalimentario, 2024).

En Estados Unidos, es el número uno en ser el productor mundial de carne de pollo, la producción tuvo un máximo nivel histórico de 21.1 mdt en el año 2023, con una representación a la producción mundial de 20.4 (Panorama Agroalimentario, 2024).

Por su parte, Brasil tuvo una producción global de 14.4% en el año 2023, alcanzando 14.9 mdt, lo que representó un alto crecimiento de 3.0% anual, posicionándose como el segundo país con el mayor aumento anual entre los principales países productores, superado únicamente por el país de Tailandia, con 4.5%. Las instalaciones de Brasil están libres de Influenza Aviar altamente patógena (IAAP) (Panorama Agroalimentario, 2024).

China en el año de 2023 contribuyó con 14.3% total del volumen, con 14.8 millones de toneladas mostrando un aumento 3.5% en su producción anual. El país de China enfrenta limitaciones en la importancia genética aviar debido a la aparición de IAAP, así como la clausura de los mercados de aves vivas, lo que ha afectado negativamente la producción del sector avícola (Panorama Agroalimentario, 2024).

- **Cerdo**

Durante los últimos diez años, la producción global de carne de cerdo tuvo en el año 2023 un alto valor de 116.3 millones de toneladas (mdt), lo que alcanza un mayor crecimiento de 1.5% de la producción (Panorama Agroalimentario, 2024).

El país de China registró un crecimiento de 4.6% en la producción anual con un volumen de 58.0 mdt, lo que representa el número más alto desde el año 2014 (Panorama Agroalimentario, 2024).

En la producción mundial, en el año 2023 representó un 78.4% de la carne porcina en canal y se situó en tres grandes países como China, Unión Europea y EEUU (Panorama Agroalimentario, 2024).

- **Bovino**

La producción mundial de carne de bovino creció a un ritmo moderado en la última década, a una tasa promedio anual de 0.4%. A partir de 2017 presentó un

dinamismo mayor, con incrementos anuales de hasta 2.3%. En 2023, la producción creció 1.1%, para ubicarse en un máximo histórico de 60.0 mdt de carne en canal (Panorama Agroalimentario, 2024).

Estados Unidos es el principal productor de carne de bovino, en 2023 produjo 12.3 mdt que representó 20.5% de la producción mundial. Este volumen fue 4.7% menor con relación al año previo, Brasil, es el segundo gran productor mundial de carne de bovino, produjo 10.95 mdt en 2023, lo que significó un aumento anual de 5.8% y el país de China se mantiene como el tercer productor mundial de carne de bovino. En 2023 produjo 7.53 mdt, lo que significó un aumento anual de 4.9%; con dicho volumen contribuyó con el 12.6% de la producción mundial (Panorama Agroalimentario, 2024).

2.2 Producción de carne de pollo, cerdo y bovino en México

En los últimos diez años, la producción de carne de pollo en México ha tenido un crecimiento constante, convirtiéndose en una de las actividades más importantes del sector agropecuario, a esto se debe que sigue siendo la fuente de carne más aceptable con respecto a las carnes de cerdo y de res. Este aumento ha sido impulsado por una demanda interna que sigue en expansión, gracias al crecimiento de la población, a los cambios en los hábitos alimenticios y a la preferencia por fuentes de proteína que son más económicas y saludables. No obstante, el sector avícola ha tenido que lidiar con importantes desafíos, como el aumento de los costos de insumos, brotes de enfermedades y la necesidad de implementar prácticas más sostenibles. A pesar de estos obstáculos, la industria avícola se mantiene como un pilar fundamental de la economía y la alimentación, con perspectivas optimistas para los años venideros.

- **Pollo**

En la última década, el desarrollo del sector avícola en México mostro un crecimiento de una tasa promedio de 3.3% cada año. Según la SIAP-SADER

(2024), la producción de carne de pollo en el 2023 llegó a un nivel máximo de 3.89 mdt, lo que representó un aumento de 2.8% anualmente.

Durante el año 2023, los estados de Veracruz, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro y Durango lideraron con la producción estatal de carne de pollo, con un conjunto de generaron el 53.1 % de la producción total de país (Panorama Agroalimentario, 2024).

Por otro lado, SIAP-SADER (2024) revelaron que Veracruz tuvo un mayor crecimiento, con un aumento en su producción de 8.3%, teniendo un alcance de 537.9 mil toneladas.

Por su parte el estado de Jalisco, la producción de carne de pollo creció de 3.9% anual en 2023, logrando un volumen de 440.3 miles de toneladas. Los estados de Aguascalientes y Querétaro son los que continúan con un crecimiento positivo; sus producciones aumentaron en el 2023 con una tasa anual de 2.6 y 1.2%, respectivamente (Panorama Agroalimentario, 2024).

- **Cerdo**

La carne porcina ha ocupado el segundo lugar con mayor crecimiento los últimos cinco años, registrando un incremento anual con un promedio de 2.5% en los años 2019-2023; en primer lugar, es la carne de ave con un crecimiento del 2.8%, mientras que el lugar tercero es la carne de res, con un aumento del 2.2% anual (Panorama Agroalimentario, 2024).

Los principales estados de producción nacional Jalisco 23.3%, Sonora 17.8%, Puebla 10.6%, Yucatán 9.4%, Veracruz 9.2% y Guanajuato 7.9%, que en conjunto representa 78.1% de la producción en todo el país (Panorama Agroalimentario, 2024).

- **Bovino**

En México, la cría de ganado vacuno es reconocida como la actividad ganadera más importante; en el año 2022, su contribución al valor total de la

producción pecuaria a nivel nacional fue del 27.9%, lo cual representa 164 mil millones de pesos (Panorama Agroalimentario, 2024).

En el año 2023, todos los estados de México experimentaron un alto nivel en la producción de esta carne; los incrementos más destacados se dieron en los estados, como Veracruz, Jalisco, Durango, San Luis Potosí y Chiapas (Panorama Agroalimentario, 2024).

2.3 Principales líneas genéticas de aves utilizadas en la producción de carne: características

Las aves destinadas para la producción de carne requieren reunir ciertas peculiaridades que tienden a acceder a los altos rendimientos de producción Aviagen (2014).

Características que se buscan en líneas productoras de carne:

- Menor incidencia de enfermedades
- Mayor rapidez de crecimiento
- Mayor conversión de alimento a carne
- Alto rendimiento de canal

Según la Unión Nacional de Avicultores (2015), las líneas genéticas más utilizadas para abastecer el mercado de carne de pollo son

- Ross
- Hybro
- Cobb
- Hubbard

2.3.1 Ross

Es una de las variedades más populares a nivel mundial. Su reputación se basa en su capacidad de crecer rápidamente con un consumo mínimo de alimento.

Es la solución ideal para empresas que necesitan pollos con rasgos uniformes y una excelente productividad de carne. Está diseñada para satisfacer las necesidades de los clientes que requieren consistencia en el rendimiento y versatilidad para satisfacer una amplia gama de requisitos del producto final (Ross 308, 2022).

Características

- Es una de las líneas genéticas que se ajusta a temperaturas entre 22 y 26 °C.
- Su cuerpo es de forma robusta
- Es una raza precoz, de buena conversión y eficiencia alimenticias
- Se distingue por su alta velocidad de rendimiento
- Se distingue por su alto nivel de rusticidad
- Aclimatación a cualquier mercado
- Velocidad en ganancia de peso
- Peso elevado de pechuga
- Su peso en el día cero es de 44 g en machos y también para hembras.
- En el día 21 su peso es de 1,046 g, su ganancia de peso es 82 g/d, su consumo diario es de 111 g/d y su índice de consumo es 1.141 kg en machos.
- En las hembras en el día 21 su peso es de 978 g, la ganancia de peso es de 72 g, el consumo diario es de 99 g y el índice de consumo es 1,161 kg.
- Para el día 56 en machos su peso es de 4,714 g, su ganancia diaria es de 100 g, su consumo diario es de 258 g y su índice de consumo es de 1.766 kg.
- En las hembras para el día 56 su peso es de 3,922 g, su ganancia diaria es de 75 g y su consumo diario es de 211 g.
- En su rendimiento de canal en el macho cuando tiene un peso de 3.0 kg en la pechuga alcanza 25.86%, en la pierna alcanza 13.96% y en el muslo 9.79%.

- En el rendimiento de canal en la hembra cuanto tiene un peso de 3.0 kg en la pechuga alcanza 28.06%, en la pierna alcanza 13.69% y en el muslo 9.17% de rendimiento de canal.
- Los pollos Ross son conocidos por su alto crecimiento, lo que les permite lograr el peso deseado en un tiempo corto.
- Se aclimata a diversos sistemas de producción y tipos de alimentos, lo que les permite mantener un buen rendimiento incluso en condiciones difíciles.
- La variedad del tamaño y la presencia de los pollos Ross es crucial para permitir su manejo y procesamiento, y también puede resultar en un alto rendimiento.

2.3.2 Hybro

Esta línea genética se adapta a diversos climas, proporcionando rusticidad y un mejor rendimiento. Además, las hembras presentan altos niveles de conversión y ganancia de peso en comparación con otras líneas genéticas, lo que resulta en una conversión y eficiencia altas. Esto la convierte en una opción preferida para la producción de carne. Está diseñada genéticamente para tener un menor rendimiento de la carne y adaptarse a diversas condiciones climáticas (Kan, 2018).

Características

- Diseñada para tener rotación y para mejorar la producción de carne en plantas avícolas.
- El pollo Hybro ha probado de manera consistente ser una excelente alternativa genética.
- Hybro destaca por su alto crecimiento, teniendo un peso considerable en menor tiempo.
- La producción de carne es de mayores estándares de calidad y rendimiento.
- Estos pollos utilizan eficientemente el alimento, lo que se traduce en un bajo costo de producción.

- Brindan un alto porcentaje de carne utilizable en la canal.
- Tienen la capacidad de ajustarse a diferentes sistemas de producción que permiten desarrollarse en el espacio y los recursos.

2.3.3 Cobb

Es el pollo parrillero más efectivo, el beneficio es por su alta competitividad con costos de producción bajos, además tiene una tasa de crecimiento excelente, un número ascendente de avicultores reconoce la excepcional calidad de la producción y el rendimiento de carne del Cobb, así como su potencial para fabricar carne de pollo a un bajo costo. Se clasifican como una unión única de rasgos de faena, pollos y reproductores debido a su capacidad para desenvolverse bien en diversos entornos alrededor del mundo (Kan, 2018).

Las razas o estirpes para obtener el Cobb, generalmente, se sustentan en Cornish, macho generalmente (para rendimiento de pechuga), Plymouth Rock hembra (para producción de huevo), y también New Hampshire hembra; el pollo Cobb tiene la mejor uniformidad en el mercado, esto permite que la planta de procesamiento reciba mayor cantidad de aves dentro del peso esperado especificado por el cliente (Kan, 2018).

El mayor número de pollos dentro del peso esperado produce mayor número de aves aptas para la venta, lo que incrementa la ganancia de ventas y optimiza la ganancia y la rentabilidad del plantel avícola (Kan, 2018).

Características:

- Es el pollo más eficiente del mundo que tiene la conversión alimenticia mejor.
- Tiene la mayor tasa de crecimiento y capacidad para prosperar en entornos de baja densidad con menores costos nutricionales.
- Ventaja competitiva de menor costo por kilo o kilogramos producidos para una base de clientes creciente en todo el mundo.
- Una conversión alimentaria eficaz y una excelente tasa de crecimiento respaldan el objetivo del cliente de alcanzar el peso deseado.

- Posee una conversión alimenticia eficaz y un alto índice de crecimiento que respaldan la meta del cliente de alcanzar un peso previsto con la ventaja competitiva de conservar el costo más reducido.
- Es de rendimiento alto.
- Tiene la capacidad de crecer muy bien en dietas de bajo costo.
- Es de alta producción de carne de pollo a un bajo costo.
- Tiene el mayor nivel de uniformidad.
- Es de rentabilidad reproductiva competitiva.
- Es una línea muy temprana que adquiere un mayor peso en forma corta.
- En el día cero su peso es de 42 g en machos y hembras.
- En el día 21 su peso en machos es de 1,188 g, su ganancia diaria de peso es de 93 g y su consumo alimenticio diario es de 131 g.
- Para el día 56 su peso de los machos es de 4,953 g, la ganancia diaria es de 89 g y su consumo diario es de 266 g.
- En el día 21 en las hembras su peso es de 1,043 g, su ganancia de peso es de 80 g y su consumo diario es de 118 g.
- Para el día 56 de edad en la hembra alcanza un peso de 4,329 g, su ganancia diaria de peso es de 80 g y su consumo diario de alimento es de 257 g.
- La rentabilidad de la canal y la carne de pechuga suben con mayor edad.
- La utilidad de la canal y la carne de pechuga suben en función del peso vivo a cualquier edad.
- Las aves más antiguas procesadas con igual peso que las aves más nuevas a menudo rinden más.
- El rendimiento de la canal de la hembra cuando tenga el peso de 2.5 kg en la pechuga deshuesada alcanzará 26.70%, en el muslo tendrá 13.55% y en la pierna 9.04% de rendimiento.
- En el macho el rendimiento de la canal cuando tenga un peso de 2.5 kg en la pechuga deshuesada obtendrá 25%, en el muslo obtendrá 13.38% y en la pierna obtendrá 9.62% de rendimiento.
- La combinación de mayor crecimiento y eficiencia alimenticia produce en un bajo costo por kilogramo de carne producida.

2.3.4 Sasso

Son reconocidos por su rusticidad, su capacidad para adaptarse a diversos sistemas de producción y su excelente desempeño en producción de carne y huevo, lo que los hace una elección frecuente para la producción de doble uso. Son aves coloridas, de plumaje diverso, y se crían debido a su carne de excelente calidad y su habilidad para generar un gran número de huevos. Los machos Sasso tienden a llegar a pesar entre 2.2 y 2.7 kg durante 10 a 12 semanas. La carne de pollo Sasso se distingue por su calidad y gusto, siendo muy valorada tanto en el sector comercial como en el uso doméstico (Sasso Poultry, 2023).

La raza Sasso Ruby N, con su cuello pelado, es capaz de soportar condiciones de altas temperaturas. A pesar del calor estival, esta ave continuará expresando su potencial genético. El Sasso Ruby N, con su plumaje rojo intenso y su cuello rasguñado, fue escogido por su piel suave, su carácter rústico y su carne de excelente calidad (Sasso Poultry, 2023).

Características

- Puede soportar altas temperaturas.
- Correcto balance entre gusto, desempeño de la carne e índice de consumo.
- Gran clase de carne de alta calidad.
- Su peso en el día 1 en los machos como en las hembras es de 38 g.
- Su peso en el día 21 en los machos es 367 g y para las hembras es de 347 g y su índice de consumo es de 1.830 kg.
- Su peso a los 91 días en los machos es de 3,485 g y en las hembras 2,629 g y para su índice de consumo es de 3.110 kg.

El Sasso Ruby C es perfecto para aquellos que desean un ave de gran peso. Se distingue por sus singulares plumas rojas, su carne de excelente calidad y su elevado rendimiento de carne, incluso con un índice de consumo positivo.

Características:

- Ave pesada
- Plumaje rojo

- Índice de producción y consumo de carne.
- El primer día su peso se mide en 39 g tanto para hembras como para machos.
- A los 21 días de edad su índice de consumo es de 1.570 kg y a los 91 días de edad es de 2.670 kg su índice de consumo, para machos y hembras
- En el día 21 los machos llegan a pesar 528 g y las hembras pesan 497 g.
- En el día 91 los machos pesan 4,521 g y las hembras 3,411 g.

El Sasso Rainbow X es un reproductor macho de desarrollo medio. Su principal rasgo es proporcionar a su progenie una variedad de fenotipos. El Sasso Rainbow X brinda un alto nivel de rusticidad, una elevada eficiencia en términos de consumo y una carne de excelente calidad (Sasso Poultry, 2023).

Características:

- Cada pollo es singular por su color.
- Puede soportar cualquier clima.
- Excelente conversión alimenticia y carne de alta calidad.
- A los 21 días de edad su índice de consumo es de 1.690 kg y para la finalización en los 91 días de edad es de 2.880 kg.
- En el día uno su peso en los machos como en las hembras es de 39 g.
- En el día 21 de edad su peso en los machos es de 506 g y en las hembras es de 477 g.
- En los días 91 de edad su peso en los machos es de 4,099 g y en hembras de 3,093 g.

2.3.5 Husband

El cruce de una reproductora Hubbard con un macho compatible genera pollos capaces de transformar de manera eficaz el alimento balanceado en carne de excelente calidad.

Una vez criados y alimentados de acuerdo con las sugerencias de esta línea, el potencial total de los pollos Hubbard debe concretarse tanto en la crianza de pollos de sexo distinto como en la crianza de pollos mixtos (Kan, 2018).

Características

- Reacciona mejor a una temperatura un poco más elevada de la que usualmente se recomienda durante los primeros días (31-33 °C), después se reduce la temperatura de crianza diariamente hasta alcanzar los 24 °C a las tres semanas de edad.
- La eficacia alimentaria máxima se alcanza aproximadamente a los 24 °C durante las 4 a 8 semanas de edad. En términos generales, se pierde un punto (0.1) de eficiencia en la alimentación por cada grado centígrado de reducción en la temperatura ambiente por debajo de la temperatura ideal ambiental. De igual manera, temperaturas superiores a 29 °C disminuyen la eficiencia en la alimentación por más o menos un punto por cada medio grado centígrado de incremento en la temperatura.
- Al superar los 32 °C, esta pérdida se incrementa a quince puntos (0.15) por cada medio grado centígrado. Las temperaturas extremadamente elevadas reducen de manera significativa el apetito de los pollos, postergan el crecimiento corporal y disminuyen la eficacia en la alimentación.

2.3.6 Arbor acres

La utilización de un conjunto de reproductores Arbor Acres facilitará la producción de pollitos con la piel de las patas resplandecientes y rellena, exenta de sequedad y arrugas. Esto ayudará al ave a transformar el alimento ingerido en una rápida conformación y crecimiento de los músculos corporales, gracias a los elevados niveles de anticuerpos maternos contra las enfermedades virales más habituales (Kan, 2018).

Características:

- La tasa de crecimiento está relacionada a una temperatura ligeramente más alta de la recomendada (24-31 °C), donde la temperatura de la criadora se disminuye cada día hasta llegar a los 24°C a las 3 semanas de edad.
- Las sugerencias para la ingesta de alimento ideal se encuentran en torno a las temperaturas que varían entre los 20-25 °C.
- Si la Temperatura ambiente se reduce, se incrementará el consumo de alimento.
- En cambio, cuando se incrementa la temperatura ambiente, el apetito se reduce y la ingesta disminuye, impactando el crecimiento corporal del ave.
- Cuerpo: De forma redonda y rechoncho, con patas largas y fuertes.
- Carne: Sobresaturada en las patas.
- Tonalidad de las patas: Amarillo resplandeciente.
- Cresta y barbilla: Cresta sencilla y pequeña barbilla de color rojo.
- Rendimiento: Gran rendimiento en el engorde y óptimo desempeño en el procesamiento.
- Peso meta: Se espera que lleguen a 2.5 a 3.5 kg durante un lapso de 35 a 42 días.
- Conversión alimenticia: Exigen alrededor de 1.6 a 1.8 kg de comida por cada kilogramo de peso adquirido.
- Aumento diario: Se anticipa un incremento de peso de aproximadamente 80-90 g diarios hasta lograr su peso meta.
- Efecto de la canal: Un rendimiento óptimo, con más del 70% de la canal siendo carne apta para el consumo.

2.4 Características ambientales para la producción de carne de pollo

Para tener una mejor producción es importante tener un buen programa de manejo, por ejemplo tener una buena temperatura, calidad del aire y de la ventilación, el manejo del agua y de la alimentación y por último el manejo de tener una buena cama, por otro lado la bioseguridad y la sanitización es primordial ya que puede

prevenir enfermedades, es la clave del éxito, al tener buenas prácticas de higiene y seguir un programa de vacunación completo (Cobb, 2018).

- **Confort térmico (temperatura)**

En los periodos tempranos de producción es tener una buena temperatura apropiada, ya que las aves se mantiene en una zona térmica y de alta comodidad, es muy importante tomar en cuenta la temperatura, ya que puede afectar la eficiencia de la conversión del alimento y a todo esto se destina a tener un mejor crecimiento. Ross, M. d. (2018).

- **Calidad del aire y ventilación**

Para tener un mejor crecimiento y una comodidad de ciclo de vida de pollo debe tener una adecuada temperatura y también una adecuada ventilación para mantener una adecuada calidad de aire aceptable y el calor se debe repartir de forma equivalente en todo el galpón (Cobb, 2018).

Los tipos de ventilación son:

- Natural
- Ventilación cruzada
- Ventilación por túnel

Los requisitos para tener una calidad del aire y ventilación buena, dependerá de la ubicación y el tipo de sistema que será utilizado (Cobb, 2018).

- **Agua y alimentación**

Administrar agua fresca es fundamental para tener una mayor producción, si hay un consumo negativo de agua por efecto abra un bajo consumo de alimento y tendrán un menor rendimiento, una regla fundamental es muy importante que el sistema alimentario y sistema de agua no se quede vacío por ningún momento, durante el ciclo de vida de la producción ya que esto causara un estrés. Ross, M. d. (2018).

El alimento debe tener una formulación a base de energía, de nutrientes esenciales, probióticos, vitaminas y minerales para tener un correcto crecimiento y una producción saludable (Cobb, 2018).

- **Manejo de la cama**

Tener un buen manejo de cama influye mucho ya que un factor para tener un buen bienestar animal, el material de la cama debe de tener como requisito absorbente, liviano, libre de contaminantes (Cobb, 2018).

Por otro lado, si hay niveles mayores de humedad, la cama expulsará amoníaco en la atmósfera, asimismo habrá una mayor incidencia de enfermedades como la pododermatitis, coccidiosis, la colibacilosis, entre otras (Ross, 2018).

2.5 Uso de aditivos en la alimentación animal

Los fitógenos o compuestos derivados de plantas, especies, hierbas y esencias se han agregado y/o combinado con el alimento para animales de producción para mejorar la productividad y bajar la alteración del ambiente (Guo et al., 2003). También han mejorado eficiencia alimentaria, el microbiota intestinal, la resistencia y modulación del sistema inmune (Lee et al., 2010). Es reconocida la variedad de suplementos vegetales por su valor nutricional y capacidad de prevenir enfermedades (Singh et al., 2020).

Los productos originarios de plantas atraen gran interés como una fuente segura, ya que son de origen vegetal y tienen una menor toxicidad, por lo tanto, son benéficos para la producción de carne (Hady et al., 2016). Por otro lado, se utilizan para tener un mejor crecimiento y economía en la avicultura (Basiouni et al., 2023).

2.5.1 Aditivos fitogénicos

Los fitógenos son una agrupación de promotores naturales del crecimiento o impulsores de crecimiento no antibióticos, que se utilizan como aditivos alimentarios

para la nutrición y bienestar animal derivados de hierbas, especias u otras plantas. (Windisch *et al.*, 2008).

2.5.1.1 Principales plantas usadas

Se ordenan en cuatro subclases: Kuralkar *et al.* (2021).

- 1) Hierbas (productos de plantas con flores que no son leñosas y no persistentes)
- 2) Botánicos
- 3) Aceites esenciales (extractos hidrodestilados de compuestos vegetales volátiles)
- 4) Oleorresinas. Son una mezcla de aceites de resina, que se extraen de las plantas

Se componen de diversos grupos activos como: Kuralkar *et al.* (2021).

- Sustancias picantes: jengibre, pimienta de cayena, ajo y cebolla
- Flavonoides: flor de sauco y cítricos
- Taninos: vau, cataña, roble y te
- Saponinas: ginseng, quilaje, yuca y fenogreco
- Mucilagos: linaza y manzanilla
- Sustancias amargas: lupulo, diente de león, genciana
- Aceites esenciales: tomillo, anís estrellado, comino y vainilla

Estos productos vegetales son orgánicos, menos dañinos, exentos de desechos y aditivos alimentarios, siendo idóneos para los animales en contraposición a los antibióticos artificiales o sustancias químicas inorgánicas. Las propiedades antimicrobianas, antifúngicas, antiparasitarias, antivirales, antitoxigénicas e insecticidas son atribuibles a las sustancias fitogénicas (Dhama, *et al.*, 2014).

2.5.1.1.1 Efectos benéficos en la utilización de los aditivos fitogénicos

El beneficio es que inhiben y aplazan la oxidación lipídica, tienen una incidencia baja de mortalidad en enfermedades, son promotores de crecimiento y tienen una alta eficiencia alimentaria (Kuralkar *et al.*, 2021), hay una mejora en el estado antioxidante, antiinflamatorios, menor estrés, fomenta el apetito, disminuyen la adhesión de agentes patógenos, favorecen la circulación de la sangre y disminuyen el amoniaco (Azizi *et al.*, 2023).

2.5.1.2 Modo de acción de los aditivos fitogénicos

Hay un beneficio en el sistema inmune y principalmente del microbiota intestinal en el cual lleva el control de patógenos potenciales, tiene la mayor disponibilidad en absorción de nutrientes. Mejora el estrés inmunitario al que son sometidos los pollos (Hashemi y Davoodi, 2010). El primordial modo de acción es sobre el rendimiento del crecimiento (Windisch *et al.*, 2008), en la función antiinflamatoria de los antimicrobianos tiene una mayor obtención de energía, lleva una mejor productividad (Niewold, 2007), se ha escrito que hay un aumento de grosor en el lumen de la microbiota intestinal y se ha reportado dos mecanismos de acción, uno es el efecto centrado en la bacterias, inhibe la microbiota gastrointestinal normal con una mayor la disponibilidad de nutrientes por lo cual hay una reducción de costo en el mantenimiento, y el segundo mecanismo es el centrado en el huésped que se puede aplicar a los efectos inmunomoduladores en el huésped (Niewold, 2007).

2.5.1.3 Efecto antimicrobial de los aditivos fitogénicos

Determina las propiedades fisicoquímicas de las cepas bacterianas y los compuestos vegetales utilizados (Sari *et al.*, 2006); para el combate contra la bacteria *Escherichia coli* y *Salmonella*, se ha visto el efecto antimicrobiano del orégano y del tomillo (Ayachi *et al.*, 2009); el ajo tiene una mayor función en cuanto a la respuesta inmune, es de amplio espectro en las bacterias, virus y parásitos. El

tomillo actúa junto con su compuesto químico que es timol y el carvacrol para combatir el hongo *Cándida albicans* (Cosentino *et al.*, 1999). Por otro lado, se han llevado investigaciones demostrando que las hojas de nogal causan reducción en la bacteria *Clostridium perfringens*, con un mayor crecimiento de los pollos (Mathis *et al.*, 2007); el orégano, su aceite esencial contiene carvacrol y timol, estos pueden eliminar algunas cepas de *Salmonella* que están presentes en el tracto digestivo del pollo (Koscova *et al.*, 2006). Algunos extractos de vegetales tienen una actividad importante contra parásitos en las aves por ejemplo contra coccidiosis (*Eimeria spp.*).

La cúrcuma es un colorante natural que se utiliza en el alimento, tiene un compuesto fenólico y tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antitumorales, en pollos reduce lesiones intestinales, con mayor ganancia de peso y reducción de la excreción de ooquistes (Allen *et al.*, 1998). Por otro lado, el jengibre tiene una función en la absorción digestiva, tiene un mayor rendimiento del crecimiento (Soltan *et al.*, 2008).

2.5.1.4 Efecto antioxidante de los aditivos fitogénicos

Las características de los antioxidantes es aplazar e inhibir la oxidación lipídica, tienen una menor rancidez en el alimento (Muanda *et al.*, 2011), por ejemplo, el efecto que ejerce la cúrcuma es anticoccidial a través de antioxidantes en el sistema inmunitario (Allen *et al.*, 1998); el orégano y el tomillo contienen una mayor cantidad de monoterpenos como el carvacrol y timol, contribuyendo a las propiedades antioxidantes que dan protección en la oxidación de lípidos dietéticos (Cuppert y Hall, 1998); el romero como antioxidante ayuda a la protección de la mucosa y la función inmunológica, además los fenólicos de labiatae tienen una mejor estabilidad en pollos de engorda y una estabilidad oxidativa en la carne de pollo (Giannenas *et al.*, 2005; Florou-Paneri *et al.*, 2006).

2.5.1.5 Efecto promotor del crecimiento de los aditivos fitogénicos

Los promotores de crecimiento tienen una mayor función, que son la intestinal, y la palatabilidad y la función inmunológica, los más utilizados son los aceites esenciales que son el orégano, clavo, romero y canela, ya que se benefician de una reducción de multiplicación de coccidias y el efecto de daño de la pared intestinal (Hashemi *et al.*, 2008); se ha comprobado una mayor ganancia de peso corporal, índice de conversión alimenticia, eficiencia alimentaria, reducción del estrés, e incremento del estado antioxidante y una mejoría de la calidad de la carne (Bravo y Lonesco, 2008).

2.5.1.6 Efecto de los aditivos fitogénicos en la salud intestinal

En el trastorno intestinal la principal reacción es el daño a la mucosa, esto es importante en el rendimiento óptimo y rentabilidad en las estrategias de alimentación para la producción de pollo de engorda y producción de huevo (Chrubasik *et al.*, 2005). El componente fitogénico llega a mejorar la estabilidad de la salud intestinal y la presión microbiana, los nutrientes se absorben a través de las vellosidades que se dispersan hacia el interior del intestino, la complementación alimenticia con aditivos fitogénicos produce una mayor longitud de las vellosidades con una mayor capacidad para la absorción de nutrientes, mejorando la rentabilidad de producción avícola (Steiner, 2006). Se ha informado que el extracto del tomillo, clavo y canela son efectivos contra las bacterias, estimulando las secreciones digestivas de la bilis, saliva y moco, hay un mayor reabastecimiento en la actividad enzimática (Platel y Srinivasan, 2004).

2.5.1. Efecto de la adición de los aditivos fitogénicos en el comportamiento productivos y digestibilidad en.

Las plantas fitogénicas no tienen importancia nutricional, por otro lado, mejoran la productividad y el bienestar, su principal componente, que son los polifenoles (Abdelli *et al.*, 2021), aumentan la productividad, con mayor eficiencia del uso del alimento, alivio del estrés, mayor calidad de la canal, cambios

morfológicos en el intestino, lo que aumenta la secreción intestinal, salival y ácidos biliares (Mnisi *et al.*, 2022).

III. JUSTIFICACIÓN

La demanda de carne para consumo humano ha ido creciendo debido al crecimiento de la población humana. La carne que se consume en mayor cantidad actualmente es la de pollo, es una carne blanca y con un costo más accesible para la población, al ser una buena fuente de proteína de origen animal.

Las principales líneas genéticas que se utilizan para la producción de carne de aves son la Cobb y Ross, estas se caracterizan por un crecimiento rápido, teniendo más eficiencia en la conversión alimenticia, sin embargo, su requerimiento de oxígeno es mayor debido a su mayor tasa de crecimiento.

El Valle de Toluca se encuentra en la zona centro de la República Mexicana, tiene una altura promedio de 2,660 msnm, lo cual hace que no se encuentren cantidades adecuadas de oxígeno en el medio ambiente y que por lo tanto la producción de carne de pollo no se lleve a cabo en esta región, comparado con otras regiones del país a menor altitud sobre el nivel del mar, por lo tanto, la concentración de oxígeno es mayor.

Hay otras líneas genéticas como la Sasso que son pollos con un crecimiento menor, teniendo menor requerimiento de oxígeno y que se pueden adaptar a las condiciones que se presentan en el Valle de Toluca.

Por otro lado, en el mercado hay aditivos que pueden incrementar el crecimiento de los animales, los cuales, algunos de estos aditivos están hechos a base de plantas, las cuales tienen ciertos compuestos químicos que pueden modificar el tamaño de las vellosidades intestinales y por lo tanto mejorar la digestibilidad de los nutrientes.

Se ha observado que la adición de estos aditivos fitogénicos en las dietas para animales incrementa el comportamiento productivo en cerdos, bovinos y aves; sin embargo, los estudios que se han realizado en pollos han sido en donde la concentración de oxígeno es óptima para su crecimiento, y en pollos de las líneas Cobb y Ross, principalmente.

Por lo antes mencionado, se plantea la realización de un estudio en el Valle de Toluca, utilizando pollos de menor crecimiento, como lo es la línea Sasso, alimentados con dietas que contengan un aditivo fotogénico en su dieta.

IV. HIPÓTESIS

La inclusión de un aditivo fitogénico en la dieta de pollo de la línea Sasso en etapa de crecimiento y finalización, modifica el comportamiento productivo, las características de la canal y el pH del intestino delgado.

V. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento productivo, las características de la canal y el pH en las tres secciones del intestino delgado en pollos línea Sasso alimentado con dietas adicionadas con un aditivo fitogénico.

5.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar la respuesta productiva en términos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia en pollos de la línea Sasso alimentados con dieta adicionada con un aditivo fitogénico.
- b) Evaluar los valores de pH en el intestino delgado en las secciones de duodeno, yeyuno e íleon.
- c) Evaluar las características de la canal en términos de peso de la canal fría, de la canal caliente y el rendimiento de la canal en pollos de la línea Sasso alimentados con dieta adicionada con aditivo fitogénico.
- d) Evaluar el pH de pechuga, muslo y pierna a 45 minutos y 24 horas post matanza en pollos de la línea Sasso.
- e) Evaluar los cortes primarios de pollo (pechuga, pierna y muslo) de la línea Sasso.
- f) Evaluar el volumen de los tres cortes primarios (pechuga, pierna y muslo) del pollo de la línea Sasso.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. Material

6.1.1 Material de campo

- Overol.
- Formatos de registros.
- Dos básculas digitales.
- Dos carritos utilitarios.
- Lapicero.
- Jaulas acero inoxidable de 55 x 55 x 55 cm.
- Bebederos de plástico tipo tazón, de ½ litro de capacidad.
- Cubeta o bote con capacidad de 20 litros.
- Comederos de plástico tipo tazón, de 1 kg de capacidad.
- Botas de hule.

6.1.2 Material biológico

Un total de 216 pollos de la línea Sasso con peso vivo promedio de 420 gramos.

Alimento balaceado comercial para crecimiento y finalización de pollo de engorda

Aditivo fotogénico (naturale line, complejo de aditivos fitogénicos).

6.2 Método

6.2.1 Animales e instalaciones

El procedimiento experimental se llevó a cabo en el Área Experimental Avícola ubicada en la Coordinación de Producción “Posta Zootécnica” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, localizada en el Campus Universitario “Cerrillo”, Piedras Blancas, Estado de México.



Figura 1. Imágenes de referencia para la ubicación donde se llevó a cabo el procedimiento del experimento.

Se inició el periodo experimental con la construcción de las jaulas metálicas y se colocaron los bebederos y comederos; posteriormente, se ubicaron en la Unidad Experimental Avícola y se identificaron con numeración consecutiva a cada jaula.

Se utilizaron un total de 216 pollos de la línea Sasso con un peso inicial promedio de 420 g, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente a uno de los cuatro tratamientos experimentales. Se asignaron tres aves por jaula, 18 jaulas por tratamiento, mantenidas en producción hasta los 46 días post nacimiento.

6.2.2 Dietas y tratamientos

Las dietas experimentales se especifican a continuación:

-
- T1: Dieta Testigo (alimento balanceado elaborado)
 - T2: Dieta Testigo + inclusión del aditivo fitogénico (1000 g/ton).
 - T3: Dieta Testigo + inclusión del aditivo fitogénico (2000 g/ton).
 - T4: Dieta Testigo + inclusión del aditivo fitogénico (3000 g/ton).
-

Las dietas experimentales que se suministraron cubrieron los requerimientos nutricionales de los pollos de la línea Sasso. Las dietas se prepararon en la planta de alimentos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. El alimento fue depositado en recipientes para prevenir que la fauna nociva no lo contaminara.

6.2.3 Desarrollo experimental

Para iniciar el experimento se pesaron los pollos en grupos de tres aves por jaula y se distribuyeron de forma aleatoria a los tratamientos, se utilizaron 18 jaulas por tratamiento (T1, T2, T3 y T4); después se suministró el alimento midiendo el consumo durante el día para después pesar el rechazo y calcular el consumo diario de alimento.

Los pollos iniciaron con un peso vivo promedio de 420 g y se pesaron una vez a la semana durante los 46 días de duración de la engorda a las 8:00 h. Se realizó el cambio de la cama de las aves cada dos días para prevenir enfermedades causadas por bacterias, virus y hongos y así mantener controlado los niveles de amoníaco y la reducción de dermatitis en las almohadillas, evitando la presencia de la humedad que favorece a la proliferación de coccidia, ya que afecta el tracto gastrointestinal ocasionando diarreas sanguinolentas y muerte.

Se implementaron las medidas preventivas necesarias para mantener la sanidad de las aves durante todo el periodo experimental con un manejo de la remoción de la cama y el lavado de los recipientes plásticos (comedero y bebedero). Se suministró el agua diariamente en dos periodos: durante el horario de 08:00-09:00 horas del día y por la tarde en un horario de 16:00-17:00 horas. Los datos del consumo diario de alimento se registraron diariamente para su posterior análisis. En la Figura 2 se muestra la evolución del experimento y la investigación en días, para cada una de las variables evaluadas.

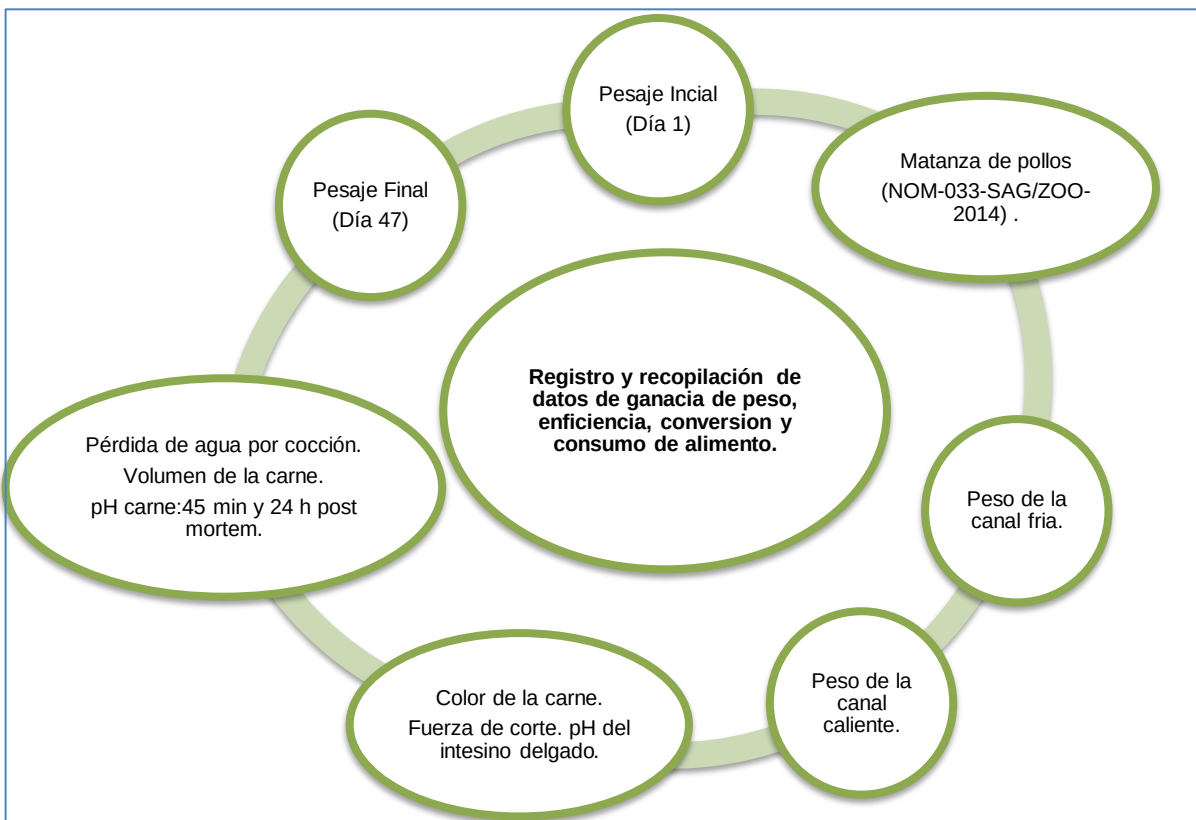


Figura 2. Diagrama del desarrollo experimental.

6.2.4 Comportamiento productivo

Se registró semanalmente el peso vivo de las aves y diariamente el consumo de alimento durante el periodo experimental, se calculó la conversión y eficiencia alimenticia de todo el periodo experimental. Finalizando los 47 días experimentales, los pollos se pesaron para obtener el peso vivo final y después fueron llevados al área de matanza siguiendo las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-SAG/ZOO-2014).

6.2.4.1 Consumo diario de alimento

El consumo de alimento de los pollos se anotó diariamente, el alimento se suministró por las mañanas (8:00-9:00 h) y al día siguiente se retiró el sobrante y se

obtuvo el peso del rechazo y así se obtuvo por diferencia el alimento consumido. El suministro del agua fue *ad-libitum*.

6.2.4.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

El peso de los pollos se hizo semanalmente, en un horario de las 8:00-9:00 h, durante el tiempo que duro el periodo experimental. La ganancia diaria de peso se obtuvo con la siguiente fórmula:

- $GDP = (\text{Peso vivo final} - \text{Peso vivo inicial}) / \text{Periodo (días)}$

6.2.4.3 Conversión alimenticia (CA)

Para evaluar este parámetro se tomaron los valores del consumo de alimento y la ganancia de peso, se empleó la siguiente fórmula:

- $CA = \text{Consumo de alimento total} / \text{Ganancia total de peso}$

6.2.4.4 Eficiencia alimenticia (EA)

Para evaluar la eficiencia alimentaria se emplearon los siguientes valores de ganancia total de peso y consumo total de alimento, mediante la siguiente formula:

- $EA = (\text{Ganancia total de peso} / \text{Consumo total de alimento}) \times 100$

6.2.4.5 Peso vivo final a la matanza, peso canal caliente, peso canal fría y rendimiento de la canal

Al finalizar la prueba de comportamiento, en el último día del experimento se obtuvieron los datos del peso vivo final de los pollos. Se realizó posteriormente la matanza de los pollos siguiendo las especificaciones que están escritas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-ZOO-2014). Se ejecutó el desangrado por medio de un

corte lateral en el cuello (degollé), y se incrusto el animal en el cono de sangrado. Luego de la matanza se realizó el escaldado, los 216 pollos se desplumaron seguidamente a su inmersión en el agua caliente la cual se mantuvo a una temperatura (53 °C durante 1.5 minutos), obteniendo un correcto desplume y eviscerado.

A los 45 minutos post matanza se pesó la canal para obtener el dato y se registró el valor del peso de la canal caliente; posteriormente, se refrigeró durante 24 horas a 4 °C, y se pesó nuevamente la canal, consiguiendo el peso de canal fría y así se obtuvo el rendimiento de la canal empleando los valores de peso de la canal fría y peso vivo a la matanza por medio de la siguiente fórmula:

$$RC = (\text{Peso canal fría} / \text{Peso vivo a la matanza}) \times 100$$

6.2.4.6 Mediciones instrumentales

6.2.4.6.1 Medición de pH en intestino delgado

Se evaluó los siguientes valores de pH en el intestino delgado en las tres porciones (duodeno, yeyuno e íleon).

6.2.4.6.2 Medición de pH en carne

Se tomó los datos de pH, con ayuda de un potenciómetro, a través de la perforación de la carne en los tres cortes primarios (pechuga, muslo y pierna), se introdujo el electrodo de forma perpendicular a la masa muscular considerando dos centímetros de profundidad, posteriormente se registró el valor medido. El pH se midió a 45 minutos y 24 h post matanza de los pollos.

6.2.4.6.3 Volumen

El volumen se evaluó introduciendo los cortes primarios (pechuga, muslo y pierna), en recipientes aforados a 1000 mL de agua y se introdujo el corte primario

y por desplazamiento del agua se midió el volumen del corte primario, mediante la siguiente fórmula:

- $\text{Volumen (cm}^3\text{)} = \text{Agua total en el recipiente} - \text{agua total desplazada}$

6.2.4.6.4 Color

Se obtuvo la medición del color en la carne presente en los tres cortes primarios (pechuga, muslo y pierna), con ayuda de un colorímetro que evaluó la luz mediante el uso de filtros de tres o cuatro colores (longitud de onda específica), L^* (Luminosidad) de claro a oscuro, a^* de verde a rojo y b^* de azul a amarillo.

6.2.4.6.5 Pérdida de agua por cocción

Se obtuvo una muestra de carne de los tres cortes primarios (pechuga, muslo y pierna), con un tamaño promedio de 5 g con espesor de 1.5 cm, la cual se colocó en bolsa de polietileno y fue introducida a baño maría a una temperatura de 75 °C; después de una hora, la muestra se sacó de la bolsa, se secó con papel filtro (sin hacer presión) y se pesó. El porcentaje de pérdida de agua por cocción (% PA) se calculó con la siguiente formula:

- $PA = (P_i - P_f) \times 100$ Donde: P_i es el peso inicial de la muestra y P_f es el peso final de la muestra.

6.2.4.6.6 Fuerza de corte

Se obtuvo la fuerza de corte en las muestras de carne donde se evaluó la pérdida de agua por cocción, se obtuvieron los valores de resistencia al corte (kg/cm^2); se utilizó un equipo Warner Bratzler, el cual realizó un corte perpendicular a las fibras con la ayuda de dos cuchillas.

6.2.5 Análisis estadístico

Para analizar la información recabada, se aplicó un diseño experimental completamente al azar. Las variables del comportamiento productivo se analizaron mediante el procedimiento PROC GML con apoyo del paquete estadístico SAS (2004). La información recabada se analizó de acuerdo con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij},$$

Donde:

- Y_{ij} es el valor de la observación
- μ es el promedio de la población
- T_i es el efecto del tratamiento y
- E_{ij} es el error experimental.
- La comparación de medias se evaluó mediante la prueba de Tukey, considerando diferencias significativas entre medias si $P < 0.05$ (Steel et al., 1997).

VII. LÍMITE DE ESPACIO

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, en el área avícola de la Posta Zootécnica, ubicada en Campus Universitario “El Cerrillo” Piedras Blancas, municipio de Toluca de Lerdo, Estado de México (Figura 1). La comunidad está ubicada entre las coordenadas 19° 24' latitud Norte y 99° 40' longitud Oeste, se encuentra a una altitud de 2,593 metros sobre el nivel del mar, su clima es templado subhúmedo con temperatura media anual de 18.2 °C y la precipitación media anual es de 738.6 mm, la estacionalidad seca es entre los meses de noviembre a febrero y la lluviosa entre junio y septiembre, la temperatura media más fría es de 2.4 °C en diciembre y la temperatura media más cálida es de 25.5 °C en junio (García, 2004).

VIII. LÍMITE DE TIEMPO

La investigación se realizó en las siguientes fases y periodos.

1.- Registro de protocolo.	Agosto 2024
2.- Trabajo de campo (experimento).	Agosto a octubre 2024
3.- Análisis de laboratorio.	Septiembre a diciembre 2024
4.- Análisis estadísticos e interpretación.	Febrero a abril 2025
5.- Redacción y revisión de tesis.	Agosto a octubre 2025

IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de pollos de la línea Sasso alimentados con dietas complementadas con aditivo fitogénico, durante el periodo experimental, los pollos se mantuvieron clínicamente sanos.

9.1 Comportamiento productivo

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del comportamiento productivo en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico, en donde se observa que en el peso vivo inicial (g), peso vivo final (g), ganancia total de peso (g), ganancia diaria de peso (g) consumo diario de alimento (g), consumo total de alimento (g), conversión y eficiencia alimenticias fueron similares ($P>0.05$) entre los tratamientos probados.

Loayza-Portilla (2021), realizó un estudio en pollos de la línea Sasso con un peso vivo inicial promedio de 509.17 g, culminando en un peso de 772.23 g, en donde se evaluó el consumo de alimento y la conversión alimenticia encontrando valores de 351.92 g y 1.72, respectivamente. En el presente estudio el peso inicial promedio de los pollos fue 420.52 g y finalizaron con un peso medio de 2,394.6 g, el consumo diario de alimento y la conversión alimenticia fueron de 125.35 g y 2.970 kg, respectivamente. Las diferencias entre ambos estudios pueden ser debido a que el presente trabajo se llevó a cabo en la ciudad de Toluca, Estado de México, que se encuentra a 2,660 m sobre el nivel del mar y tiene un clima más frío, además, hay menos oxígeno en el medio ambiente, siendo indispensable para un óptimo crecimiento en pollos, por lo cual, la deficiencia de oxígeno causa problemas de ascitis y aumento de la mortalidad.

Por otro lado, Padilla (2009), realizó un estudio en pollos de la línea Hybro, consumiendo dieta comercial adicionada con orégano, los autores observaron conversiones alimenticias inferiores, donde su consumo diario tuvo un valor de

138.5 g y conversión alimenticia de 1.660 kg, mientras que en el presente trabajo el consumo diario fue de 125.35 g y la conversión alimenticia fue de 2.970 kg. La diferencia que se observa entre los dos experimentos pudo deberse a las diferentes líneas genéticas estudiadas, además la línea Sasso tiene un crecimiento menor, comparado con otras líneas genéticas, lo cual se refleja cuando se compara con otras líneas de pollos.

Cuadro 1. Comportamiento productivo en pollos de la línea Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamientos				¹ EEM	Valor p
	1	2	3	4		
Peso vivo inicial (g)	400.52	438.85	399.48	440.69	23.52	0.593
Peso vivo final (g)	2394.6	2418.3	2323.1	2586.0	92.74	0.240
Ganancia total de peso (g)	1994.1	1979.4	1923.6	2145.3	94.10	0.246
Ganancia diaria de peso (g)	42.42	42.11	40.92	46.41	2.00	0.246
Consumo diario alimento (g)	125.35	126.81	122.14	131.52	5.29	0.654
Consumo total alimento (g)	5891.5	5960.1	5740.6	6181.8	248.7	0.654
Conversión alim., A/G	2.955	3.011	2.985	2.881	0.091	0.280
Eficiencia alim., G/A x 100	33.8	33.2	33.4	35.4	0.008	0.292

¹EEM=Error estándar de la media.

A=alimento, G=ganancia de peso.

9.2 Evaluación de la canal

En el Cuadro 2 se presentan las características de la canal en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico; se observó que en las variables peso antes de la matanza, peso de la canal caliente, peso de la

canal fría y rendimiento de la canal, no hubo diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos.

Hani *et al.* (2023) realizaron un estudio en pollos de la línea Ross 301 de 1 hasta los 36 días de edad, donde el peso promedio antes de la matanza fue de 2,093 g, peso de la canal caliente de 1,375 g, peso de la canal fría de 1,327 g y un rendimiento de la canal de 65.67%. Sin embargo, en el presente estudio donde la duración de la engorda fue de 47 días, los valores de peso a la matanza, peso de la canal caliente, peso de la canal fría y rendimiento de la canal fueron mayores. Las diferencias entre estudios pueden ser por la duración y líneas genéticas probadas.

Por otro lado, Mehmet-Kaya (2023), realizaron un estudio en pollos machos de la línea Ross 308 donde su peso antes de la matanza fue de 2,348 g, el peso de la canal fría tuvo un valor de 1,672 g y un rendimiento de la canal de 71.1%. El presente estudio tuvo un peso antes de morir similar, mientras los valores en la canal fría y rendimiento de la canal fueron mayores. Las diferencias entre estudios pueden ser debido al manejo, ambiente, días del experimento y línea genética, ya que la línea de pollos Ross tiene mayor velocidad de crecimiento vs la línea de pollos Sasso.

Cuadro 2. Características de la canal en pollo Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamiento				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
Peso antes de morir, g	2,321.4	2,351.2	22,50.1	2,310.9	58.016	0.650
Peso canal caliente, g	1,803.2	1,839.7	1,784.8	1,796.0	49.724	0.879
Peso canal fría, g	1,786.4	1,830.5	1,750.3	1,793.3	48.678	0.710
Rendimiento canal, (%)	76.95	77.85	77.79	76.60	0.311	0.152

¹EEM=Error estándar de la media.

9.3 Valores de pH en cortes primarios pechuga, pierna y muslo

En el Cuadro 3 se presenta el pH de los cortes primarios pechuga, pierna y muslo a los 45 min y 24 h post matanza en pollo Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico, en donde se observó que en el tratamiento 1 el pH de la pechuga a 45 minutos fue mayor ($P<0.05$) comparado con el tratamiento 2, y a la vez, fue similar a los tratamientos 3 y 4 ($P>0.05$). Con respecto al pH de la pechuga a las 24 h post mortem, el tratamiento 1 tuvo un valor mayor ($P<0.05$), comparado con el tratamiento 2, mientras que los tratamientos 3 y 4 tuvieron los valores más bajos de pH ($P<0.05$).

En el pH de la pierna a los 45 minutos se observó que el tratamiento 1 tuvo un valor mayor ($P<0.05$) comparado con el tratamiento 4, y a la vez fue similar a los tratamientos 2 y 3 ($P>0.05$). Con respecto al pH de la pierna a las 24 h post mortem, el tratamiento 1 tuvo un valor mayor ($P<0.05$) comparado con el tratamiento 3 y a la vez fue similar el tratamiento 2, mientras el tratamiento 4 tuvo el valor más bajo de pH ($P<0.05$).

Con respecto al pH del muslo a los 45 minutos se observó que el tratamiento 1 tuvo un valor mayor ($P<0.05$), comparado con el tratamiento 4, y a la vez fue similar a los tratamientos 2 y 3 ($P>0.05$). Mientras el pH del muslo a las 24 h post mortem fue similar ($P>0.05$) entre tratamientos.

Monika Michalczuk *et al.* (2024), evaluaron pollos de la línea Ross suministrando una dieta complementada con un aditivo fitogénico; los resultados indicaron valores de pH en pechuga a las 24 h de 6.10, este valor de pH es inferior al del presente trabajo. Por otro lado, Gelen (2022), estudiaron en la línea Ross los efectos de la suplementación dietética con aceites esenciales de tomillo y romero, donde el valor de pH en pechuga fue de 6.03 y en muslo 6.32. Los resultados coinciden con el presente trabajo, no hubo diferencias a pesar de que se evaluaron diferentes líneas genéticas y, a la vez, se realizaron en ambientes diferentes.

Cuadro 3. Valores de pH de los cortes primarios pechuga, pierna y muslo a los 45 minutos y a las 24 horas en pollo Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamiento				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
pH 45 min						
Pechuga	6.51 ^a	6.38 ^b	6.40 ^{ab}	6.42 ^{ab}	0.033	0.011
Pierna	6.57 ^a	6.35 ^{ab}	6.47 ^{ab}	6.31 ^b	0.064	0.022
Muslo	6.53 ^a	6.33 ^{ab}	6.45 ^{ab}	6.29 ^b	0.063	0.030
pH 24 h						
Pechugas	6.29 ^a	6.23 ^b	6.14 ^c	6.11 ^c	0.016	<0.001
Pierna	6.37 ^a	6.34 ^{ab}	6.29 ^b	6.23 ^c	0.015	<0.001
Muslo	6.39 ^a	6.17 ^a	6.29 ^a	6.24 ^a	0.064	0.111

¹Error estándar de la media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

9.4 Valores de pH en duodeno, yeyuno e íleon

En el Cuadro 4 se muestran los valores de pH en duodeno, yeyuno e íleon en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. Los valores del pH en duodeno fueron mayores ($P < 0.05$) en los tratamientos 1 y 3, y a la vez similar al tratamiento 2, mientras que en el tratamiento 4 tuvo un valor inferior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos; el valor de pH en yeyuno fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento 3 y a la vez similar al del tratamiento 4, mientras que en los tratamientos 1 y 2 fue inferior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos. Con respecto a los valores de pH en íleon fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos.

El pH de duodeno, yeyuno e íleon en pollos de engorda es un indicador poco considerado en las investigaciones, indicando que no se encuentran efectos del pH incluyendo cuando se dan aditivos fitogénicos en la alimentación de los pollos, ya que la literatura que está disponible se ha enfocado principalmente en la histología y en la morfología, como altura de las vellosidades y la profundidad de las criptas y, por otro lado, también está enfocado en líneas de pollo Ross y Cobb, principalmente.

Cuadro 4. Valores de pH en duodeno, yeyuno e íleon en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamientos				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
pH duodeno	6.19 ^a	6.11 ^{ab}	6.20 ^a	6.05 ^b	0.041	0.044
pH yeyuno	6.27 ^b	6.25 ^b	6.40 ^a	6.34 ^{ab}	0.033	0.006
pH íleon	6.57 ^a	6.54 ^a	6.63 ^a	6.60 ^a	0.047	0.542

¹Error estándar de la media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

9.5 Peso de los cortes primarios

En el Cuadro 5 se muestra el peso de los cortes primarios de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico; los pesos de cuello, alas, pechuga y muslo fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos. Mientras el peso de la cabeza fue mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento 4, y a la vez similar en los tratamientos 1 y 2, mientras en el tratamiento 3 tuvo un valor inferior ($P > 0.05$) vs los demás tratamientos.

Con respecto al peso de la pierna se observó un valor mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos 2, 3 y 4, mientras en el tratamiento 1 se observó que tuvo un valor inferior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos.

Con respecto el peso de la rabadilla el tratamiento 4 tuvo un valor mayor ($P < 0.05$) y a la vez similar en los tratamientos 2 y 3, mientras que el tratamiento 1 tuvo un valor inferior ($P < 0.05$).

Con respecto al peso del huacal, el tratamiento 2 fue mayor ($P < 0.05$) y a la vez similar en los tratamientos 1 y 3, mientras en el tratamiento 4 tuvo un valor inferior ($P > 0.05$) a los demás tratamientos.

Con respecto al peso de patas se observaron valores mayores ($P < 0.05$) en el tratamiento 4, y a la vez similar en el tratamiento 2, mientras en los tratamientos 1 y 3 tuvieron valores inferiores ($P < 0.05$) a los demás tratamientos.

Estudios realizados por Michalczuk *et al.* (2024), en la línea Ross muestran un mayor crecimiento, con peso de muslo de 364 g y de pechuga de 294 g. Por otro lado, en el presente trabajo el peso del muslo fue inferior teniendo un valor de 270.29 g y en el peso de la pechuga fue superior ya que tuvo un valor de 432.96 g

Yesuf (2017), realizaron un estudio para evaluar el efecto de las semillas de comino negro (*Nigella sativa* L.), fenogreco (*Trigonella foenumgraecum* L.) y cúrcuma (*Curcuma longa* L.) como aditivos naturales en las características de la canal de pollos de la línea Cobb 500; se evaluó el peso relativo de rendimiento mostrando mayor peso de la pechuga, y en alas, un menor crecimiento, comparado con el presente trabajo. La diferencia se puede atribuir a que las líneas genéticas utilizadas fueron diferentes, siendo el pollo Sasso un ave de doble propósito, y su crecimiento es diferente al de otras líneas genéticas.

Cuadro 5. Peso de cortes primarios de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamiento				¹ EEM	Valor p
	1	2	3	4		
Peso cabeza	56.73 ^{ab}	55.66 ^{ab}	54.19 ^b	57.77 ^a	0.801	0.013
Peso cuello	130.21 ^a	129.63 ^a	125.88 ^a	133.33 ^a	2.368	0.170
Peso alas	196.17 ^a	194.07 ^a	192.25 ^a	203.40 ^a	3.222	0.117
Peso pechuga	432.96 ^a	430.00 ^a	452.83 ^a	444.58 ^a	11.995	0.485
Peso piernas	207.67 ^b	221.96 ^a	227.12 ^a	230.38 ^a	3.644	0.001
Peso muslo	270.29 ^a	265.66 ^a	257.50 ^a	252.80 ^a	5.953	0.162
Peso rabadilla	193.39 ^b	201.48 ^{ab}	203.00 ^{ab}	213.26 ^a	4.079	0.011
Peso huacal	142.97 ^{ab}	153.37 ^a	142.79 ^{ab}	138.75 ^b	3.900	0.045
Peso patas	76.21 ^b	81.45 ^{ab}	75.92 ^b	83.81 ^a	1.550	0.008

¹Error estándar de la media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

9.6 Valores de volumen de pechuga, pierna y muslo

En el Cuadro 6 se presentan los valores de volumen de pechuga, pierna y muslo de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. El volumen de la pechuga fue similar ($P>0.05$) entre tratamientos.

Con respecto al volumen de pierna los tratamientos 3 y 4 tuvieron valores mayores ($P<0.05$) y a la vez similar en el tratamiento 2, mientras el tratamiento 1 tuvo un valor inferior ($P>0.05$) a los demás tratamientos.

Mientras que en el volumen del muslo los tratamientos 1, 2 y 3 tuvieron valores mayores ($P<0.05$), el tratamiento 4 tuvo valor inferior ($P<0.05$) a los demás tratamientos.

Con respecto a la variable de volumen en los cortes primarios de pechuga, pierna y muslo no se encontró literatura que evalué manera directa el volumen en centímetros cúbicos de la pechuga, pierna y muslo en pollos, la literatura disponible se centra en la determinación de los parámetros como el desempeño productivo y calidad de la carne.

Cuadro 6. Volumen de los cortes primarios de pechuga, pierna y muslo de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable (cm ³)	Tratamiento				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
Vol. pechuga	402.12 ^a	388.08 ^a	411.71 ^a	412.40 ^a	12.421	0.413
Vol. pierna	193.75 ^b	204.82 ^{ab}	211.77 ^a	215.76 ^a	3.496	0.001
Vol. muslo	252.93 ^a	259.06 ^a	251.92 ^a	224.61 ^b	5.654	0.001

¹Error estándar de a media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p<0.05$).

9.7 Color

En el Cuadro 7 se presentan los valores de color de la pechuga de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. Se

observa que el valor L^* de pechuga y muslo fueron similares ($P>0.05$) entre tratamientos.

Con respecto al color de L^* de pierna tuvo un valor mayor ($P<0.05$) en el tratamiento 3 y a la vez similar en los tratamientos 2 y 4, mientras el tratamiento 1 tuvo el valor más bajo ($P<0.05$).

Con relación al valor a^* , la pechuga tuvo un valor mayor ($P<0.05$) en los tratamientos 2, 3 y 4, y en el tratamiento 1 tuvo un valor inferior ($P<0.05$) a los demás tratamientos. Mientras el valor de a^* en la pierna los tratamientos 1, 2 y 4 tuvieron un valor mayor ($P<0.05$), y en el tratamiento 3 el valor fue inferior ($P<0.05$) a los demás tratamientos. En cuanto el valor de a^* en el muslo fue similar ($P>0.05$) entre tratamientos.

Referente al color de b^* en pechuga y muslo los valores fueron similares ($P>0.05$) entre los tratamientos; con respecto al color de b^* de la pierna tuvo un valor mayor ($P<0.05$) en el tratamiento 2, mientras el tratamiento 3 tuvo un valor intermedio ($P<0.05$) a los demás tratamientos, el tratamiento 1 tuvo el valor más bajo ($P<0.05$).

Estudios realizados por Ong, et al. (2024), muestran efectos fitobióticos de la suplementación con pasto Guinea en pollos de la línea Sasso, en donde se muestra que el color en pechuga, en el valor L^* (claridad) es de 61.03, en el valor de a^* (enrojecimiento) fue de 9.48 y en el valor b^* (amarillez) tuvo un valor DE 21.41; por otro lado, en muslo en el valor de L^* (claridad) fue de 52.97, en el valor de a^* (enrojecimiento) es de 11.10 y en el valor de b^* (amarillento) fue de 16.41.

Según Petru (2023), el estudio del efecto de los aceites esenciales de albahaca, tomillo y salvia, como aditivos fitogenicos en pollos de la línea Cobb 500, muestran influyeron en los parámetros colorimétricos del muslo, el valor de L^* (claridad) fue de 42.38, en el valor a^* (enrojecimiento) fue de 2.79 y en el valor b^* (amarillez) fue de 9.31.

El color de la carne está condicionado principalmente por los pigmentos que se le añaden al alimento que consumen los pollos, y a la región donde se comercialice, ya que, en ciertas regiones se asocia el color amarillo con frescura

del pollo, sin embargo, este puede ser modificado dependiendo de la cantidad y el tipo de pigmento utilizado. En el presente estudio, se utilizó un pigmento comercial a base de carotenoides.

Cuadro 7. Color en pechuga, pierna y muslo en pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Variable	Tratamiento				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
L*						
Pechuga	56.001 ^a	55.245 ^a	54.836 ^a	56.381 ^a	0.578	0.218
Pierna	54.407 ^c	54.856 ^{bc}	57.302 ^a	55.569 ^{ba}	0.519	0.001
Muslo	51.801 ^a	55.619 ^a	55.240 ^a	55.148 ^a	0.551	0.001
a*						
Pechuga	1.191 ^b	3.150 ^a	3.313 ^a	3.453 ^a	0.228	0.001
Pierna	4.928 ^a	4.511 ^a	2.047 ^b	4.082 ^a	0.251	0.001
Muslo	4.948 ^a	4.113 ^a	4.113 ^a	4.733 ^a	0.345	0.199
b*						
Pechuga	0.960 ^a	0.694 ^a	0.590 ^a	1.040 ^a	0.223	0.439
Pierna	0.733 ^c	2.184 ^a	1.458 ^b	0.872 ^d	0.157	0.001
Muslo	0.942 ^a	1.298 ^a	0.983 ^a	1.352 ^a	0.241	0.518

¹Error estándar de a media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

9.8 Pérdida de agua

En el Cuadro 8 se presenta la pérdida de agua por cocción en pollo Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. La pérdida de agua por cocción en pechuga tuvo un valor mayor ($P < 0.05$) en el tratamiento 3 y a la vez similar a los tratamientos 2 y 4, mientras el tratamiento 1 tuvo un valor inferior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos.

Por otro lado, en la pérdida por cocción en la pierna no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre los tratamientos.

Mientras tanto, en la pérdida de agua por cocción en muslo tuvo un valor mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos 3 y 4, mientras que en el tratamiento 1 y 2 tuvo un valor inferior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos.

De acuerdo con Hani y Al-Baadani (2023), los efectos de *Pulicaria jaubertii* en pollos de la línea Ross 301 de 1 hasta los 36 días de edad la pérdida de agua por cocción tuvo un valor de 9.54% en pechuga. La diferencia con el presente trabajo puede deberse a que los pollos Sasso suelen tener menos pérdida por tener músculos más firmes, también a la edad de sacrificio, alimentación y genética.

Por otro lado, en el estudio de Ong, et al. (2024), en pollos Sasso de 1 hasta los 56 días, alimentados con dieta más un suplemento de pasto de Guinea, los valores de pérdida por cocción en la pechuga fueron iguales a los del presente trabajo, con un valor de 21.40%, sin embargo en el muslo el valor fue inferior al del presente trabajo con 23.04%.

Cuadro 8. Pérdida de agua por cocción en carne de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Tipo de carne	Tratamiento				¹ EEM	Valor <i>p</i>
	1	2	3	4		
Pechuga	21.93 ^b	23.30 ^{ab}	24.25 ^a	22.77 ^{ab}	0.6014	0.065
Pierna	26.10 ^a	27.26 ^a	30.43 ^a	28.71 ^a	1.5441	0.239
Muslo	26.11 ^b	24.25 ^b	29.88 ^a	29.36 ^a	0.6767	0.001

¹Error estándar de a media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p < 0.05$).

9.9 Fuerza de corte

En el Cuadro 9 se presentan los valores de fuerza de corte en carne de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico. La fuerza de corte en la carne de pechuga y pierna fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Por otro lado, fuerza de corte de muslo, tuvo un valor mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos 3 y 4, mientras que en los tratamientos 1 y 2 tuvo valores inferiores ($P < 0.05$).

De acuerdo con Hani y Al-Baadani (2023), en pollos de la línea Ross 301, con la complementación dietaria de *Pulicaria jaubertii*, la fuerza de corte en la pechuga tuvo un valor de 6.61 g/kg. Por otro lado, Maged A. y Al-Garadi (2025), realizaron un estudio utilizando pollos de la línea Ross 308 de 1 hasta 35 días de edad, en el cual se observó la fuerza de corte en pechuga y tuvo un valor de 2.99 g/kg en su tratamiento control a los 35 días de edad. En el presente estudio se presentan valores inferiores a los encontrados por otros autores, esto puede deberse a la edad al momento del sacrificio, al estrés causado al momento de la matanza y al musculo utilizado para realizar esta prueba, siendo los valores presentados en el presente estudio una carne muy suave.

Cuadro 9. Fuerza de corte en carne de pollos Sasso alimentados con una dieta complementada con un aditivo fitogénico.

Tipo de carne	Tratamiento				¹ EEM	Valor p
	1	2	3	4		
Pechuga	1.18 ^a	1.26 ^a	1.26 ^a	1.25 ^a	0.076	0.857
Pierna	1.38 ^a	1.37 ^a	1.49 ^a	1.30 ^a	1.116	0.738
Muslo	1.44 ^b	1.45 ^b	1.86 ^a	1.77 ^a	1.116	0.026

¹Error estándar de a media.

^{a,b}Medias con distinta literal dentro de la misma hilera son diferentes ($p<0.05$).

X. CONCLUSIÓN

La inclusión del aditivo fitogénico en la dieta de pollos de la línea Sasso no afectó las variables del comportamiento productivo; sin embargo, acidifico el contenido duodenal y redujo el valor de pH de la carne en los tratamientos con inclusión del aditivo fitogénico.

Por otro lado, se observó que, las piernas pesaron más y tuvieron mayor volumen en los pollos que consumieron las diferentes dosis del aditivo fitogénico en la dieta.

El aditivo fotogénico puede influir en la coloración de la carne y pérdida de agua por cocción, pero poco en la fuerza de corte o suavidad de la misma.

XI. LITERATURA CITADA

- Abdelli, N., Solà-Oriol, D., and Pérez, J.F. (2021). Phytogenic feed additives in poultry: Achievements, prospective and challenges. *Animals (Basel)*. 11(12): 3471.
- Allen, P.C., H.D. Danforth, and P.C. Augustine. (1998). Dietary modulation of avian coccidiosis. *Int. J. Parasitol.* 28:1131-1140.
- Aviagen. (2014). Pollo de engorde, manual de manejo. Ross. Aviagen, Inc. Cummings research park 920 explorer boulevard NW Huntsville, AL 35806 USA. 88- 93.
- Ayachi, A., Alloui, N., Bennoune, O., Yakhlef, S., Daas, A. W., Bouzdi, S., Djemai, K., Zoughlache, K., Boudjellal, J., and Abdessemed, H. (2009). Antibacterial activity of some diseases. Page 9 of 12 <http://www.journalijer.com>.
- Azizi, M.N., Loh, T.C., Foo, H.L., Akit, H., Izuddin, W.I., and Yohanna, D. (2023). Brown and green seaweed antioxidant properties and effects on blood plasma antioxidant enzyme activities, hepatic antioxidant genes expression, blood plasma lipid profile, and meat quality in broiler chickens. *Animals (Basel)*. 13(10):1582.
- Basiouni, S., Tellez-Isaias, G., Latorre, J.D., Graham, B.D., Petrone-Garcia, V.M., El-Seedi, H.R., Yalçın, S., El-Wahab, A.A., Visscher, C., May- Simera, H.L., Huber, C., Eisenreich, W. and Shehata, A.A. (2023). Anti-inflammatory and antioxidative phytogenic substances against secret killers in poultry: Current status and prospects. *Vet. Sci.* 10(1):55.
- Bravo, D., and Ionesco, C. (2008). Meta-analysis of the effect of a mixture of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin in broilers. In: *Book of Abstracts for the 10th World Conference on Animal Production*, p150.
- Chrubasik, S., and Pittler, M.H., and Roufogalis, B.D. (2005). *Zingiberis rhizome: A comprehensive review on the ginger effect and efficacy profiles. Phytomedicine.* 12:684–701

- Cobb, G. D. (2018). Cobb Pollo de Engorda Guia de Manejo. Obtenido de Cobb: www.cobb-vantress.com
- Cosentino, S., Tuberoso, C.I.G., Pisano, B., Satta, M., Mascia, V., and Palmas, F. (1999). In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian thymus essential oils. *Lett. Appl. Microbiol.* 29: 130-135.
- Cuppett, S.L., and Hall, C.A. (1998). Antioxidant activity of Labiatae. *Adv. Food. Nutr. Res.* 42:245–271
- Dhama, K., Tiwari, R., Ullah, R., Chakraborty, S., Gopi, M., and Karthik, K. (2014). Growth promoters and novel feed additives improving poultry production and health, bioactive principles and beneficial applications; the trends and advances- A review. *International J. of Pharmacology.* 10(3):129-159.
- FAO. 2025. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción y productos avícolas. Roma, Italia.
- Florou-Paneri, P., Giannenas, I., Christaki, E., Govaris, A., and Botsoglou, N.A. (2006). Performance of chickens and oxidative stability of the produced meat as affected by feed supplementation with oregano, vitamin C, vitamin E and their combinations. *Arch. Geflugelkd.* 70: 22-240.
- García, E. (2004). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana (5ª Ed.). México: Instituto de Geografía, UNAM (cd con el programa Modifica).
- Gelen, R.G. (2022). Effects of dietary thyme and rosemary essential oils on performance parameters with lipid oxidation, water activity, pH, colour and microbial quality of breast and drumstick meats in broiler chickens. Obtenido de Open Access Archives Animal Breeding.
- Giannenas, I.A., Florou-Paneri, P., Botsoglou, N.A., Christaki, E., and Spais, A.B. (2005). Effect of supplementing feed with oregano and (or) alpha-tocopheryl acetate on growth of broiler chickens and oxidative stability of meat. *J. Anim. Feed Sci.* 14:521-535.

- Guo, M., Aston, C., Burchett, S. A., Dyke, C. , Fields, S. , Rajarao, S. J. , Uetz, P., Wang, Y., Young, K., and Dohlman, H. G. (2023). La subunidad alfa de la proteína G de la levadura, Gpa1, transmite una señal a través de la proteína efectora de unión a ARN Scp160. *Mol Cell*. 12:517-24.
- Hady, M.M., Zaki, M. M., EL-Ghany, W. A., and Korany, R. M. S. (2016). Assessment of the broilers performance, gut healthiness and carcass characteristics in response to dietary inclusion of dried coriander, turmeric and thyme. *Inter. J. of Environm. & Agric. Res*. 2:153-159.
- Hani, H., and Al-Baadani, I. A. (2023). Evaluation of Carcass Attributes and Physical, Chemical, and Qualitative Characteristics of Breast Meat of Broiler Chickens Fed on *Pulicaria jaubertii* Powder. Obtenido de Life, MDPI.
- Hashemi, S.R., Zulkifli, I., Hair-Bejo, M., Farida, A., and Somchit, M.N. (2008). Acute toxicity study and phytochemicals screening of selected herbal aqueous extract in broiler chickens. *Int. J. Pharmacol*. 4:352-360.
- Hashemi, S.R., and Davoodi, H. (2010). Phytochemicals as Class of Feed Additive in Poultry Industry. New <http://www.journalijer.com>
- Kan, L. (2018). Álbum de Razas de Pollos de Engorda. Obtenido de SCRIBD: <https://es.scribd.com/document/370902240/Album-de-Razas-de-Pollos-de-Engorda>
- Koscova, J., Nemcova, R., Gancarcikova, S., Jonecova, Z., Scirankova, L., Bomba, A., and Buleca, V. (2006.). Effect of two plant extracts and *Lactobacillus fermentum* on colonization of gastrointestinal tract by *Salmonella enteric* var. Dusseldorf in chicks. *Biol. Brat*. 61(6):775-778.
- Kuralkar, P., and Kuralkar, S.V. (2021). Role of herbal products in animal production –An updated review. *Journal of Ethnopharmacology*. 278:114246.
- Lee, K. W., Lee, S. H., Lillehoj, H. S., Li, G. X., Jang, S. I., Babu, U. S., Park, M. S., Kim, D. K., Lillehoj, E.P., Neumann, A. P., Rehberger, T. G., Siragusa, G. R. (2010). Effects of direct-fed microbials on growth performance, gut

- morphometry, and immune characteristics in broiler chickens. *Poult Sci.* 89:203-2016.
- Loayza-Portilla, R. J. (2021). Eficiencia de los pollos de engorde Sasso bajo diferentes requerimientos nutricionales.
- Maged, A., and Al-Garadi, R. A. (2025). Phytogenic and prebiotic feed additives as. Obtenido de *Cogent Food & Agriculture*.
- Mathis, G.F., Hofacre, C., and Scicutella, N. (2007). Performance improvement with a feed added coated blend of essential oils, a coated blend of organic and inorganic acids with essential oils, or virginiamycin in broilers challenged with *Clostridium perfringens*. International Poultry Scientific Forum, Atlanta, Georgia, USA.
- Mehmet-Kaya, S. K. (2023). Growth performance, carcass, and meat quality traits in broiler chickens reared on plastic grid flooring, wood shavings, and zeolite supplemented wood shavings. Obtenido de *Tropical Animal Health and Production*.
- Michalczuk, M. P. A. (2024). The Effect of Phytogenic Additive in Broiler's Diet on Production Results, Physicochemical Parameters, and the Composition of Volatile Organic Compounds of Broiler Meat Assessed by an Electronic Nose System. Obtenido de *Animals*
- Michalczuk, M. P. A. (2024). The Effect of Phytogenic Additive in Broiler's Diet on Production Results, Physicochemical Parameters, and the Composition of Volatile Organic Compounds of Broiler Meat Assessed by an Electronic Nose System. Obtenido de *Animals*
- Mnisi, C.M., Mlambo, V., Gila, A., Matabane, A.N., Mthiyane, D.M.N., Kumanda, C., Manyeula, F., and Gajana, C.S. (2022). Antioxidant and antimicrobial properties of selected phytogenics for sustainable poultry production. *Appl. Sci.* 13(1):99.

- Muanda, F., Kone, D., Dicko, A., Soulimani, R., Younos, C. (2011). Phytochemical composition and antioxidant capacity of three malian medicinal plant parts. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine. 21-28
- Niewold, T.A. (2007). The nonantibiotic anti-inflammatory effect of antimicrobial growth promoters, the real mode of action a hypothesis. Poult. Sci. 86(4). 605-609
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZAG-ZOO-2014, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres. <https://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/cicuae/normas/Norma033.pdf>.
- Ong, Y. I., Chunga, L. T., Nayana, N., Azizantes, M. F. A., Firdaus, C. F., Jessed, A., and Saziliante, A. Q. (2024). Phytobiotic effects of Guinea grass supplementation on production and health performances of coloured-broilers. Italian J. of Anim. Sci. 24:149-163.
- Padilla, L. B. (2009). Efecto de la suplementación de aceites esenciales de orégano sobre la digestibilidad y parámetros productivos en pollos de engorde. Obtenido de Revista Ciencia Animal N° 2.
- Panorama Agroalimentario. (2024). Carne de pollo. Obtenido de USDA- FAS.
- Petru, A. V. (2023). Effect of Basil, Thyme and Sage Essential Oils as Phytogenic Feed Additives on Production Performances, Meat Quality and Intestinal Microbiota in Broiler Chickens. Obtenido de Agriculture: <https://www.mdpi.com/journal/agriculture>
- Platel, K., and Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? Indian J. Med. Res. 119:167-179.
- Ross 308. (2022). Pollo de engorde. Obtenido de ROSS, An Aviagen Brand.
- Ross, M. d. (2018). Manual de manejo Del pollo de engorde Ross. Obtenido de ROSS, An Aviagen, Brand.

- Sari, M., Biondi, d. m., Kaâbeche, M., Mandalari, G., D'arrigo, M., Bisignano, G., Saija, A., Daquino, C., and Ruberto, G. (2006). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil of several populations of Algerian *Origanum glandulosum*. *Desf. Flavour Frag. J.* 21: 890-898.
- SAS Institute Inc. (2004). *SAS/STAT® 9.1 User's Guide*. SAS Institute Inc.
- Sasso Poultry (2023). Pollos de engorde Sasso - South America. Aves de corral tradicionales en America Del Sur - South America.
- SIAP-SADER. (2024). Panorama agrolimentario. Obtenido de FIRA.
- Singh, S., Kumar, V., Dhanjal, D.S. and Singh, J. (2020). Biological control agents: Diversity, ecological significances, and biotechnological applications. In: *Natural Bioactive Products in Sustainable Agriculture*. Springer Nature, Germany.
- Soltan, M.A., Shewita, R.S., and El-, M.I. (2008). Effects of dietary anise seeds supplementation on growth performance, immune response, carcass traits and some blood parameters of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 7:1078-1088.
- Steel, D.R.G., Torrier, J.H., and Dickey, D.A. (1997). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª ed. McGraw-Hill. México, D.F., pp. 622.
- Steiner, T. (2006). *Managing Gut Health - Natural growth promoters as a key to animal performance*. Nottingham University Press, Nottingham, United Kingdom.
- Unión Nacional de Avicultores. (2015). *Estirpes de Pollos para Producción de Carne en México: Análisis Detallado*. Obtenido de Studocu: https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-de-la-salle-bajio-ac/produccion-de-aves/estirpes-productoras-de-carne/40828270?utm_source=chatgpt.com

- Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., and Kroismayr, A. (2008). Use of phytogenic products as additives for swine and poultry. *J. of Anim. Sci.* 86:140-148.
- Yesuf, B. M. (2017). Effects of different levels of turmeric, fenugreek and black cumin on carcass characteristics of broiler chicken. *J. Livestock Sci.*