

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

**USO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO, Y SU EFECTO SOBRE EL
RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS COBB 500®**

DIRECTOR:

Ing. MARIO ARJONA SMITH. M.Sc

ESTUDIANTE:

SIDNEY JOSE SERRANO FOSSATTI

CIP 4-803-558

II SEMESTRE 2024

**USO DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO, Y SU EFECTO
SOBRE EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN POLLOS COBB 500®**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGIENERIO AGRÓNAMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. MARIO ARJONA S. M.Sc.

DIRECTOR

PROF. ING. RICHARD MUDARRA. M.S.c.

ASESOR

PROF. ING. ALEX SAMUDIO. M.S.c.

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2024

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Dios por la vida, por sustentarme de su mano en este largo caminar, guiándome y brindándome la sabiduría e inteligencia necesarias para culminar mis estudios universitarios.

A mis familiares quienes me acompañaron y me brindaron su apoyo incondicional.

Al Profesor M.S.c Mario Arjona, por los esfuerzos brindados como director de este trabajo, por los conocimientos brindados a lo largo de la carrera, por su amistad, consejos, guía, dedicación y paciencia.

A los asesores Profesores M.S.c Richard Mudarra y M.S.c Alex Samudio, por su aporte en la realización de este trabajo. Igualmente, agradeciéndoles por los conocimientos brindados en mi formación profesional.

A mis profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias quienes me brindaron sus conocimientos a lo largo de mi educación.

DEDICATORIA

Le dedico esta investigación a toda mi familia principalmente a:

Mis padres Sidney Serrano A y Yadira Fossatti de Serrano, quienes me apoyaron en cada momento de mi vida. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades, a ser la persona que soy hoy, con principios, valores, perseverancia y empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mi hermana Sindy Serrano quien ha sido mi apoyo incondicional en cada momento.

A mis abuelos José Serrano C y Dérnix Ávila de Serrano, gracias por ayudarme a cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	2
2.1. Descripción de los Pollos Cobb 500®.....	2
2.1.1. Características pollos Cobb 500®	2
2.2. Antecedentes sobre la utilización de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la producción avícola.....	3
2.3. Propuesta de los aceites esenciales en la producción animal.....	4
2.4. Antecedentes de la utilización del aceite esencial de orégano en la producción animal.....	5
2.5. Componentes del orégano.....	6
2.5.1. Carvacrol.....	7
2.5.2. Timol.....	7
III. MARCO METODOLÓGICO.....	8
3.1. Ubicación.....	8
3.2. Población y tratamientos	8
3.3. Diseño experimental.....	9
3.4. Análisis estadístico.....	9
3.5. Variables evaluadas	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	11
V. CONCLUSIONES	25
VI. RECOMENDACIONES	26

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis garantizado del alimento concentrado utilizado en la etapa de pre-inicio e inicio.....	9
Tabla 2. Perfil del alimento concentrado utilizado en la etapa de crecimiento y engorde.	9
Tabla 3. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el peso vivo (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.....	12
Tabla 4. Efecto del aceite esencial de orégano sobre la ganancia de peso (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.....	13
Tabla 5. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el consumo (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.....	15
Tabla 6. Efecto del aceite esencial de orégano sobre la conversión alimenticia en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.....	16
Tabla 7. Determinación del máximo biológico para las etapas productivas y el ciclo completo en pollos COBB 500®.	19
Tabla 8. Determinación del máximo económico para engorde y ciclo completo en pollos COBB 500®.....	22
Tabla 9. Determinación del margen económico esperado con los requerimientos determinados para engorde y ciclo completo en pollos COBB 500®.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación satelital de la finca.....	8
---	----------

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el rendimiento de carcasa (%) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®	18
Gráfica 2. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la etapa de pre- inicio en pollos COBB 500®	20
Gráfica 3. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la etapa de inicio en pollos COBB 500.®	20
Gráfica 4. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la fase de crecimiento en pollos COBB 500®	21
Gráfica 5. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la fase de engorde en pollos COBB 500®®	21
Gráfica 6. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para el ciclo completo de producción en pollos COBB 500®	22
Gráfica 7. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y el margen económico para la etapa de engorde en pollos COBB 500®	22
Gráfica 8. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y el margen económico para el ciclo completo de producción en pollos COBB 500®	23

RESUMEN

Para el desarrollo de este trabajo se evaluó el efecto del aceite esencial del orégano sobre variables productivas en pollos Cobb 500[®]. El mismo se realizó en una galera convencional, empleando un diseño completamente al azar (DCA), en el cual se utilizaron 200 pollos de la línea Cobb 500[®], con un día de nacido, ubicados en 20 corrales en el piso. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes tratamientos: (T0) sin inclusión de aceite esencial de orégano, y con inclusión de aceite esencial de orégano los grupos (T1) inclusión de 150 ml/1000 L, (T2) inclusión de 300ml/1000 L, (T3) inclusión de 450ml/1000. Cada tratamiento consto de cinco repeticiones de 10 pollos por repetición (corral). Muestreados en su totalidad al final de cada etapa productiva: pre- inicio (1-7), inicio (8-21), crecimiento (22-33) y engorde (34-42). Las variables fueron evaluadas para normalidad y homocedasticidad, luego sometidas a estadística paramétrica (ANOVA y Tukey-Kramer) y no paramétrica (Kruskal Wallis y comparación por pares) a nivel de significancia de ($P < 0.05$). En los resultados se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para el ciclo completo, entre el T0 y T1, T2, y T3, para las variables de: peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y rendimiento de carcasa. Encontrando para el ciclo completo un aumento de 27.1 % o mayor del peso vivo y un rendimiento de carcasa hasta un 6.73% superior al T0, por lo que se concluye que el aceite esencial de orégano tiene efecto favorable sobre dichas variables productivas.

PALABRAS CLAVES: Aceite esencial de orégano, Cobb 500[®], Conversión alimenticia, Consumo de alimento, Rendimiento de carcasa.

ABSTRACT

For the development of this work, the effect of oregano essential oil on productive variables in Cobb 500[®] chickens was evaluated. It was carried out in a conventional barn, using a completely randomized design (DCA), in which 200 chickens from the Cobb 500[®] line, one day old, located in 20 pens on the floor, were used. The treatments used were the following treatments: (T0) without inclusion of oregano essential oil, and with inclusion of oregano essential oil, groups (T1) inclusion of 150 ml/1000 L, (T2) inclusion of 300ml/1000 L, (T3) inclusion of 450ml/1000. Each treatment consisted of five repetitions of 10 chickens per repetition (pen). Sampled in their entirety at the end of each productive stage: pre-start (1-7), start (8-21), growth (22-33) and fattening (34-42). The variables were evaluated for normality and homoscedasticity, then subjected to parametric (ANOVA and Tukey-Kramer) and non-parametric (Kruskal Wallis and pairwise comparison) statistics at the significance level of (P<0.05). In the results, highly significant differences were found (P<0.0001) for the complete cycle, between T0 and T1, T2, and T3, for the variables of: live weight, weight gain, feed consumption and carcass yield. Finding for the complete cycle an increase of 27.1% or greater in live weight and a carcass yield of up to 6.73% higher than T0, therefore it is concluded that oregano essential oil has a favorable effect on these productive variables.

KEYWORDS: Oregano essential oil, Cobb 500[®], Feed conversion, Feed intake, Carcass yield.

I. INTRODUCCIÓN

La industria avícola es la de mayor crecimiento de todo el sector pecuario, impulsada principalmente por una fuerte demanda. Se ha expandido, consolidado y globalizado en los últimos 15 años en países de todos los niveles de ingreso (FAO, 2013). En nuestro país los resultados de la encuesta pecuaria de gallinas y pollos, suministrados por el (INEC, 2021), reveló que la población avícola es de un total de 27,771,000 y que de esta cantidad 20,694,300 son aves de engorde.

En el 2006, la Unión Europea prohibió el uso de promotores de crecimiento en animales destinados para el consumo humano, ya sea para mejorar su tasa de crecimiento o lograr un mayor rendimiento en la producción (OPS, 2021). La OMS (2017), recomienda firmemente una reducción general del uso de todas las clases de antibióticos de importancia médica en los animales destinados a la producción de alimentos, incluida la restricción completa de estos fármacos para estimular el crecimiento y prevenir enfermedades sin diagnóstico previo.

La prohibición de los antibióticos como promotores, debe entenderse como una medida de seguridad en salud pública, no como una medida meramente política, sino que se deben buscar nuevas alternativas al uso de los antibióticos en la alimentación animal y potenciar aquellas investigaciones que vayan encaminadas a su estudio (Torres y Zarazaga, 2002).

En la actualidad se investigan compuestos naturales para sustituir los antibióticos. Como resultado, el aceite esencial de orégano ha recibido mucha atención por sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes que pueden ofrecer beneficios higiénicos y tecnológicos en la producción animal (Zamora *et al.*, 2015).

El orégano “*Origanum vulgare*”, pertenece a la familia *Labiaceae*, es una planta herbácea aromática, utilizada por sus propiedades naturales y que, además, posee antioxidantes, omega 3, hierro, magnesio, cobre, calcio y aporta vitaminas como (B6) piridoxina, (B1) tiamina, (C) ácido ascórbico, (E) tocoferol y (K) filoquinona, indispensables para el buen funcionamiento del organismo (Acevedo *et al.*, 2013). El aceite esencial de orégano se ha propuesto como aditivo natural para su uso en pollos de engorde, teniendo su efecto principal en el tracto

gastrointestinal, además de una acción moduladora sobre el microbiota intestinal (Betancourt *et al.*, 2012).

En cuanto a los alcances, nuestra investigación la misma aportará a los estudiantes, técnicos y productores, una alternativa a través de la utilización del aceite esencial de orégano, la cual pretende mejorar los parámetros productivos en pollos COBB 500[®].

Tomando en cuenta los aspectos antes mencionados el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del aceite esencial de orégano sobre parámetros productivos en pollos COBB 500[®].

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Descripción de los Pollos Cobb 500[®]

En la avicultura, los pollos Cobb 500[®] son considerados, los más eficiente, debido a que poseen la mejor conversión alimenticia, crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo; esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo (Morris, 2015). Cobb-Vantress es la compañía líder mundial en el suministro de aves de producción para pollos de engorde y en la especialización técnica del sector. Fundada por Robert Cobb en 1916 y actualmente con sede en Siloam Springs, Arkansas, Estados Unidos. Cobb 500[®], es mundialmente famosa por presentar el menor costo de producción de carne de pollo y es el resultado de 45 años de desarrollo a través de una combinación de selección de linajes puros y modernas tecnologías, apoyados por un alto rendimiento de carne, sobre todo de pechuga (Cobb-Vantress, 2021).

2.1.1. Características pollos Cobb 500[®]

Los pollos de engorde Cobb 500[®] tienen entre sus características: un crecimiento rápido, alto peso, resistencia a enfermedades. Debido al perfil de crecimiento con que se ha seleccionado se caracteriza por tener una natural resistencia a las enfermedades metabólicas. Estos pollos de engorde se han seleccionado por vigorosos, por sus piernas poderosas y su potente aparato cardiovascular (Seiden, 2008). El Cobb 500[®] es una línea muy precoz que adquiere peso en forma rápida, por lo que permite que su sacrificio sea a temprana edad, generalmente, presenta temperamento nervioso y son susceptibles a altas temperaturas, tienen buena conformación muscular, especialmente en pechuga (Florez, 2006).

2.2. Antecedentes sobre la utilización de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la producción avícola.

Desde la década de los cincuenta Torres & Zarazaga (2002) expresaron que la adición de antibióticos en pequeñas dosis al pienso de los animales ha venido siendo una práctica habitual para mejorar las producciones. En aquel entonces no se tuvo en cuenta el efecto que el consumo de estos «factores nutritivos» (como se les consideraba en un principio), pudiera tener sobre la resistencia bacteriana. A finales de los sesenta surgieron las primeras voces de preocupación sobre el incremento de la resistencia y la posible relación con el consumo de antibióticos como promotores del crecimiento.

Los promotores de crecimiento se relacionan con el aumento diario del peso de los animales. Al usar los antibióticos promotores del crecimiento APC este objetivo se cumplió en un rango del 1 a 10% obteniéndose carnes de mejor calidad (Errecalde, 2004). Esto se atribuye a la acción de los antibióticos sobre la flora intestinal lo cual controlan la población y eliminan el ingreso de posibles patógenos. La reducción de las bacterias totales por efecto de los antibióticos promotores de crecimiento conduce a disminuir la actividad del sistema inmune intestinal, por la liberación de energía para procesos metabólicos relacionados con el crecimiento (Collier *et al.*, 2003). Desde el comienzo de la industria avícola, el uso de antibióticos como promotores de crecimiento ha hecho posible el desarrollo de sistemas intensivos de producción de pollos de engorde (Lavabre, 1990).

El empleo de antibióticos promotores de crecimiento durante la cría de animales productores de alimentos puede crear cantidades residuales en los productos alimenticios derivados para consumo. Se conoce que el propósito principal que contempla la legislación veterinaria es la protección al consumidor frente a la peligrosidad o riesgo que puedan presentar la presencia de residuos de medicamentos en los productos alimenticios de origen animal (Anadón, 2012).

En los últimos años, la comunidad científica ha manifestado una gran preocupación por el alarmante incremento de la resistencia a antibióticos debido al problema que esto supone en el tratamiento de las enfermedades infecciosas manifestando también que en numerosas publicaciones científicas, se han hecho eco en los medios de comunicación, los que han destacado la posible relación entre el uso de antibióticos en animales y el incremento de resistencias a dichos compuestos en bacterias de importancia en patología humana y animal

(Pidcock, 1996). Por otra parte, la Unión Europea prohibió el uso de antibióticos como método preventivo en la producción animal, generando la necesidad de reemplazarlos con aditivos naturales de origen vegetal, como los aceites esenciales, que realizan las misma o similares funciones que los promotores de crecimiento (Ardoino *et al.*, 2017).

2.3. Propuesta de los aceites esenciales en la producción animal

Actualmente, los aditivos para alimento animal, derivados de plantas constituyen una significativa potencialidad para promover el crecimiento, aumentar el consumo de alimento y estimular la inmunidad (Attia *et al.*, 2017). Ante esta situación, se requiere buscar productos alternativos que lo sustituyan. Mencionan (Pujada *et al.*, 2019) que el uso de plantas con propiedades medicinales, como el orégano, puede ser una alternativa de solución para reemplazar a estos promotores de crecimiento.

Para el reemplazo de los antibióticos, las plantas y sus extractos constituyen una opción atractiva, ya que encajan perfectamente en el planteamiento actual de la alimentación en la Unión Europea y tienen aceptación por parte del consumidor, para quien “los productos naturales son buenos. Una de estas plantas es el orégano que ha demostrado poseer efectos bactericidas, bacteriostáticos, coccidiostáticos y modificadores de la digestión (Mitsch *et al.*, 2004).

La suplementación dietética indica Piñón *et al.* (2015) de plantas medicinales aromáticas, hierbas, especias, sus extractos o aceites esenciales (AE) como productos fitogénicos ricos en compuestos antimicrobianos y antioxidantes, pueden mejorar la eficiencia en la utilización del alimento. Así como el rendimiento y los beneficios económicos en la producción de pollos de engorde (Li *et al.*, 2020).

Según Caicedo *et al.* (2022) los fitobióticos constituyen principios bioactivos que se encuentran en raíces, tallos, hojas y frutos de las plantas y se suministran en la dieta de las aves en forma de aceites esenciales, polvos y extractos. Estos aditivos se utilizan como mejoradores de la palatabilidad del alimento, aumentan la producción secretora de glándulas salivares, jugos estomacales, enzimas pancreáticas y ácidos biliares hepáticos. Intervienen también en el funcionamiento de las enzimas de la mucosa intestinal y borde del cepillo intestinal, en la

motilidad gástrica e intestinal, la estimulación endocrina y en la actividad antioxidante y antiinflamatoria, así como en la salud intestinal y en el desempeño productivo.

También han sido utilizados como aditivos en las dietas de aves destinadas a la producción de carne, esto es debido a que tiene efectos benéficos en la actividad antibacteriana del tracto intestinal de pollos de engorda, lo que ha beneficiado a la producción de las explotaciones avícolas (Loeza *et al.*, 2019). Es necesario tener presente, que en el desarrollo y salud del tracto gastrointestinal son la clave de la productividad de todos los animales de granja, incluyendo a las aves de corral (Stanley, 2013). Indican Soković *et al.* (2007), que de los aceites esenciales investigados mostraron una mejor actividad contra las bacterias Gram positivas que las Gram negativas.

Por su parte, Manzanilla *et al.* (2009) expresan en una serie de artículos publicados en el "Journal of Animal Science" que en los últimos cinco años nuestro grupo ha descrito una serie de mecanismos por los cuales, compuestos provenientes del orégano podrían ser útiles para substituir a los antibióticos en los piensos. Estos compuestos han demostrado ser efectivos para modificar poblaciones bacterianas intestinales, el tránsito intestinal, y finalmente mejorar en algunos casos la salud y la supervivencia del animal.

Ahora bien, expresa Ariza *et al.* (2010) si se considera que la expansión del consumo de carne de pollo es significativa en mercados emergentes que abren sus puertas a nuevas tipologías de consumidores, ávidos de proteína animal de alta calidad y con valores agregados, la perspectiva del uso de los aceites esenciales de orégano es amplia. Según Aerstrup *et al.* (1998) reemplazando a los antibióticos promotores del crecimiento a partir de la premisa que la industria es viable en ausencia de estos aditivos alimenticios con cambios en el manejo, la bioseguridad y el uso de estas alternativas.

2.4. Antecedentes de la utilización del aceite esencial de orégano en la producción animal.

El uso del orégano en la producción animal tiene formas diversas, una de ellas la constituye la extracción de su aceite esencial. Esta forma se ha incrementado considerablemente en los últimos tiempos demostrando la actividad biológica de sus componentes con muy buenos resultados. El orégano indica Ayala *et al.* (2006), representa un campo de gran interés para países

tropicales, donde las condiciones, en cuanto a biodiversidad vegetal, son excelentes para obtener aditivos con valor competitivo en el mercado de hoy por lo que se le considera, no sólo como una alternativa para sustituir los antibióticos promotores del crecimiento, sino como medio para obtener incremento en la eficiencia y palatabilidad en sistemas donde se utilicen subproductos y alimentos de escaso valor nutricional, que generalmente tienden a afectar el comportamiento animal.

El orégano "*Origanum vulgare*" posee compuestos fenólicos como el timol y el carvacrol que tienen una buena capacidad a los cuales se les atribuye propiedades antisépticas, bactericidas y antioxidantes contra patógenos como *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* (León *et al.*, 2015). Además, Loeza *et al.* (2019), expone que el aceite extraído de orégano (spp) tiene propiedades antibacteriales, antifúngicas, antiparasitarias, antimicrobianas, antivirales, antialérgicas, vasodilatadoras, estrogénicas, antiinflamatorias, espasmolíticos, antitumorales, entre otras.

Es por ello, que el uso de aceite esencial de orégano es una alternativa viable en las dietas de aves, debido que la ingesta de alimento, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y mortalidad no se ven afectadas cuando se hace uso de dicho aceite esencial (Campozano *et al.*, 2021). También, ha sido utilizado como aditivo en las dietas de aves destinadas a la producción de carne, esto es debido a que tiene efectos benéficos en la actividad antibacteriana del tracto intestinal de pollos de engorde, lo que ha beneficiado a la producción de las explotaciones avícolas (Loeza *et al.*, 2019).

2.5. Componentes del orégano

En el orégano, la actividad antimicrobiana es atribuida, principalmente, a los componentes carvacrol y timol. El timol (C₁₀H₁₄O) es un monoterpeno que se encuentra en muchos aceites vegetales. El timol es un compuesto fenólico natural conocido como 2-isopropil-5-metilfenol y es un fenol monoterpénico cristalino incoloro. El carvacrol (C₁₀H₁₄O) es un fenólico líquido que se conoce como 2-metil-5- (1-metiletil) fenol. Está presente principalmente en el aceite de orégano (Bahmani *et al.*, 2014).

Investigaciones realizadas por diferentes autores sobre los aceites esenciales de orégano (AEO) han demostrado tener propiedades antibacterianas (Van Zyl *et al.*, 2006), antioxidantes

(Botsoglou *et al.*, 2004), estimulantes de la secreción de enzimas digestivas (Lee *et al.*, 2003), estimulantes del apetito (Lavabre, 1990). Estos efectos según los autores citados por la presencia de metabolitos secundarios como carvacrol y timol.

2.5.1. Carvacrol

El carvacrol comercial se sintetiza mediante métodos químicos (Yadav y Kamble, 2009). También recibe el nombre de 5-isopropil-2-metilfenol por el Unión Internacional de Química Pura Aplicada. Este compuesto posee una amplia gama de actividades biológicas, incluyendo antibacteriana y antifúngica, Chavan y Tupe, (2014), antiviral Sánchez *et al.* (2015), antioxidante, modulador de la respuesta inmune (Khazdair *et al.*, 2018).

El Carvacrol (2-metil-5-(1-metiletil) fenol) está presente en los aceites de orégano entre un 60-70% (Ultee *et al.*, 2002). De todos los agentes antimicrobianos naturales, carvacrol es uno de los que más atención ha recibido en su mecanismo de acción; es capaz de desintegrar la membrana externa de las bacterias gram negativas, permitiendo la salida de los lipopolisacáridos e incrementando la permeabilidad de la membrana citoplasmática (Lambert *et al.*, 2001).

2.5.2. Timol

Entre los productos naturales que han sido sintetizados para producirlos en las cantidades que requieren las industrias de especialidades químicas como la farmacéutica y alimentaria tenemos como ejemplos importantes el compuesto conocido como Timol. Según Bogdan *et al.* (2015), el timol cuyo nombre químico (2-isopropil-5-metilfenol) es un monoterpeno que se encuentra como compuesto principal de varios aceites esenciales, como el de orégano. Hay numerosos estudios que muestran el buen desempeño "in vitro" de este compuesto como antimicrobiano. El timol (2-isopropil-5-metil-fenol) es una sustancia cristalina, incolora, con un olor característico; que está presente en la naturaleza en los aceites esenciales del tomillo y del orégano; el timol pertenece al grupo de los terpenos (principales componentes de las sustancias de secreción de las plantas), se caracteriza por su poder desinfectante y fungicida (Morrison y Boyd, 1990).

Lambert *et al.* (2001), indica que el timol (isopropilmetacresol, o 2-isopropil-5-metilfenol) ha sido reportado por varios autores como uno de los agentes antimicrobianos más activos de los constituyentes de los aceites esenciales en el orégano se encuentra presente en un 64%. El timol

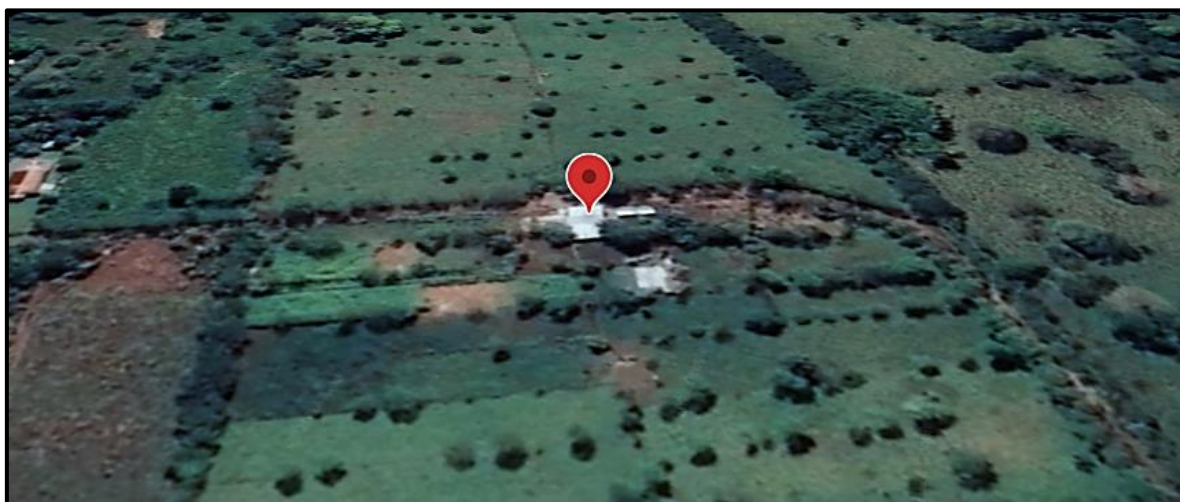
ha demostrado propiedades antiinflamatorias relevantes porque reduce la liberación de prostanoïdes, interleukinas y leucotrienos (Arcila *et al.*, 2004).

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

El estudio se realizó en una galera convencional de una finca, ubicada en el Corregimiento de Sortová, Distrito de Bugaba, Provincia de Chiriquí, República de Panamá, (Figura 1). Localizado a los 8°34'14" de Latitud Norte y 82°38'37" de Longitud Oeste y con una elevación de 425 msnm. Según datos de ETESA (2023), la temperatura anual promedio es de 27°C y la humedad relativa promedio de 82.9%.

Figura 1. Ubicación satelital de la finca.



Fuente: (Google Earth, 2024).

3.2. Población y tratamientos

Para este estudio se utilizaron 200 pollos de la línea Cobb 500[®] con un día de nacidos. Se utilizaron cuatro tratamientos: Tratamiento Control (T0): sin inclusión de aceite esencial de orégano; tratamiento 1 (T1): inclusión de 150 ml de aceite esencial de orégano/1000 L de agua; tratamiento 2 (T2): inclusión de 300 ml de aceite esencial de orégano/1000 L de agua; y tratamiento 3 (T3): inclusión de 450 ml de aceite esencial de orégano/1000 L de agua.

En los tratamientos con adición de aceite esencial de orégano el mismo se mezcló homogéneamente con el agua de bebida. La presentación del aceite esencial utilizado fue el Orego- Stim Liquido, el cual está compuesto por un 5% de aceite esencial de orégano.

En este estudio se desarrollaron las siguientes etapas de producción: pre- inicio (1-7) días, inicio (8-21) días, crecimiento (22-33) días y engorde (34-42) días. Utilizando alimento concentrado comercial para dichas etapas (tabla 1 y 2) además, se realizó el mismo manejo sanitario para todos los tratamientos.

Tabla 1. Análisis garantizado del alimento concentrado utilizado en la etapa de pre-inicio e inicio.

	Pre- inicio	Inicio
Proteína	21.50%	21.00%
Grasa	3.5%	4.00%
Fibra	3.0%	5.00%

Tabla 2. Perfil del alimento concentrado utilizado en la etapa de crecimiento y engorde.

	Crecimiento	Engorde
Proteína	19.00%	18.00%
EM (Mcal/kg)	3.00	3.120
Lisina digestible	1.079	1.017
Metionina digestible	0.431	0.407
Calcio	0.825%	0.763%
Fósforo	0.411%	0.380%

3.3. Diseño experimental

Se realizó mediante un diseño completamente al azar (DCA), para lo cual los 200 pollos utilizados, fueron ubicados en 20 corrales en el piso, a los cuales se les asignó los tratamientos, cada tratamiento contó con cinco repeticiones de diez animales. Los animales fueron muestreados en su totalidad al final de cada etapa de producción.

3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® 2021. En el análisis de los datos se incluyó pruebas de normalidad (Shapiro y Wilk, 1965) y homocedasticidad (Levene, 1960). Si las variables cumplían con los supuestos antes

mencionados fueron sometidas al análisis de varianza (ANOVA) y prueba de rangos múltiples de Tukey-Kramer (Kramer, 1956). Los que no cumplieron con uno o ambos supuestos fueron analizados mediante las pruebas de Kruskal Wallis y comparación por pares, a nivel de significancia de ($P < 0.05$). El software estadístico empleado fue Infostat (Di-Rienzo *et al.*, 2015).

3.5. Variables evaluadas

➤ **Ganancia de Peso:**

Es el aumento de peso que un animal gana por día. Esta medida se calculó con el objetivo de conocer cuánto peso está ganando el animal diariamente. Se realizaron pesajes al final de cada etapa en 100.0% de la población en cada tratamiento.

$$\text{Ganancia de Peso (g)} = \text{Peso Final (g)} - \text{Peso Inicial (g)}$$

➤ **Peso Vivo (g):**

Se registró al final de cada etapa, pesando cada uno de los pollos que se utilizaron en el estudio, por medio de una balanza de 0.01 de aproximación.

➤ **Consumo de Alimento:**

Cantidad de concentrado ingerido por el animal. Este parámetro se obtuvo de la relación entre el alimento fresco ofrecido diariamente, y el alimento rechazado el cual se pesó al final de cada etapa.

$$\text{Nivel de Consumo (g)} = \text{Alimento Ofrecido (g)} - \text{Alimento Rechazado (g)}$$

➤ **Conversión Alimenticia (C.A.):**

Relación entre el consumo de alimento y la ganancia de peso que tiene el animal en un periodo de tiempo determinado, que en este caso correspondió a cada etapa.

$$C.A = \frac{\text{Consumo de Alimento (g)}}{\text{Ganancia de Peso Corporal (g)}}$$

➤ **Rendimiento de Carcasa:**

Se obtuvo del pollo sacrificado, desangrado, desprovisto de: cabeza, patas, vísceras, plumas y riñones.

➤ **Máximo biológico y económico**

Para la determinación del máximo biológico, se consideró la ganancia de peso con respecto a la inclusión de aceite esencial de orégano. Para tal fin, se utilizó el método de regresión cuadrática que brinda una función que describe la respuesta a la inclusión de aceite esencial de orégano.

La determinación del máximo económico se basó en el comportamiento del margen económico con respecto a la inclusión de aceite esencial de orégano descrito por una curva de regresión cuadrática. El margen se estimó mediante la ecuación de rentabilidad para la cual se requiere básicamente la cantidad de carne de pollo, la cantidad del alimento consumido en función a los diferentes niveles de inclusión de aceite esencial de orégano y los precios de los insumos y del producto.

$$\pi = (\text{Precio de X}) (\text{Cantidad de X}) - (\text{Precio de Y}) (\text{Consumo de Y})$$

Donde:

π = Margen o rentabilidad

X = Producto (Carne de Pollo)

Y = Insumo (Alimento concentrado y Aceite Esencial de Orégano)

Para la determinación del máximo biológico y económico se empleó la metodología usada por (Arjona y Guevara, 2019).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fueron analizadas las variables de peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. Considerando el peso inicial como una covariable para la cual no se encontró efecto.

➤ **Peso vivo**

Los resultados de esta variable demostraron que para todas las etapas como para el ciclo completo el comportamiento de los pollos de la línea COBB 500[®] fue similar, existiendo diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y los T1, T2, y T3 con inclusión de aceite esencial de orégano en la dieta, encontrando para ciclo completo un aumento de 27.1 % o mayor del peso vivo de los animales cuyos tratamientos contenían orégano, con respecto al T0 (tabla 3).

Tabla 3. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el peso vivo (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.

TRATAMIENTO	PRE- INICIO	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE	CICLO COMPLETO
T0	129.98 ^B	610.89 ^B	1496.71 ^B	2083.34 ^B	2083.34 ^B
T1	174.50 ^A	884.96 ^A	1998.31 ^A	2685.53 ^A	2685.53 ^A
T2	172.80 ^A	874.36 ^A	1988.98 ^A	2683.48 ^A	2683.48 ^A
T3	175.32 ^A	875.36 ^A	2008.02 ^A	2647.78 ^A	2647.78 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Promedios en la misma columna con letras diferentes en superíndice indican diferencias significativas (P<0.05).

Señalan Campozano *et al.* (2021). que para los distintos niveles de aceite de orégano resultaron con los mejores promedios para peso vivo, (P<0.05). Un comportamiento similar reportó, Méndez *et al.* (2017), que indican que los tratamientos con aceite esencial de orégano presentaron mayores pesos vivos (P<0.05) con respecto al tratamiento control sin la adición de aceite esencial de orégano.

Este aumento en el peso vivo de los pollos se puede atribuir a los compuestos químicos del aceite esencial de orégano, que por tener compuestos fenolados como lo es el carvacrol y timol, posee efectos benéficos para la salud intestinal al controlar su flora y evitar la proliferación de patógenos oportunistas (Aguirre *et al.*, 2013). Estos compuestos presentes en el orégano (carvacrol y timol) poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Gallegos *et al.*, 2019). Hashemi y Davoodi (2010) atribuyen que el efecto antibacteriano y de promotor de crecimiento están estrechamente relacionados, ya que afectan benéficamente el ecosistema microbiano intestinal al controlar las bacterias patógenas y sus toxinas y, en consecuencia, mejorando la digestibilidad de los nutrientes.

De igual manera, González y Torres (2016) añaden que los aceites esenciales estimulan la actividad de las enzimas digestivas en la mucosa intestinal y el páncreas mejorando el estado funcional de las microvellosidades intestinales contribuyendo así a una mejor absorción de los nutrientes. Por otro lado, Zhang *et al.* (2005) y Peng *et al.* (2016) demostraron que este tiene efectos positivos para la salud en general. Además, Chaturvedi *et al.* (2021) indica que el aceite

esencial de orégano posee ventajas como que el mismo carece de residuos que provoquen resistencia bacteriana. Lo cual asegura las nuevas alternativas para la producción avícola (Amad *et al.*, 2011).

➤ **Ganancia de Peso**

En el análisis de la variable ganancia de peso se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y los T1, T2, y T3 con inclusión de aceite esencial de orégano en la dieta, como se observa en la (tabla 4).

Tabla 4. Efecto del aceite esencial de orégano sobre la ganancia de peso (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.

TRATAMIENTO	PRE- INICIO	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE	CICLO COMPLETO
T0	90.46 ^B	480.91 ^B	885.82 ^B	586.63 ^C	2043.82 ^B
T1	133.75 ^A	710.46 ^A	1113.35 ^A	687.22 ^A	2644.78 ^A
T2	131.85 ^A	701.56 ^A	1114.62 ^A	694.50 ^A	2642.53 ^A
T3	133.59 ^A	700.04 ^A	1132.66 ^A	639.76 ^B	2606.05 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Promedios en la misma columna con letras diferentes en superíndice indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Estos resultados se corroboran con estudios hechos por Macas *et al.* (2021), quienes indican que la aplicación de aceite esencial influyó en la fase de explotación evidenciando una diferencia altamente significativa ($P < 0.001$) en la ganancia de peso. Al igual que Apaéstegui *et al.* (2016) que indican que la mayor ganancia de peso de los grupos experimentales frente al grupo control, se debe a la adición del orégano en diferentes porcentajes. A su vez, Madrid *et al.* (2022) encontró diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso entre las dietas, con aceite esencial de orégano a las que no tenían ($P < 0.05$).

Referente a este tema, Brambilla y De Filippis (2011) encontraron el mismo comportamiento y expresaron que la adición de orégano en la dieta de los pollos aportó un cambio significativo en cuanto a ganancia de peso ($P < 0.05$). Estudios realizados por, Fotea *et al.* (2010) confirmaron que todos los grupos que recibieron aceite esencial de orégano tuvieron ganancias de peso superiores que el grupo sin adición de aceite en la dieta. Además, Tubón (2020) quien

suministró aceite esencial de orégano indicó que enmarca un novedoso campo de acción sobre el microbiota intestinal, modificando poblaciones para que el animal tenga un mejor desempeño, esto ayuda a mejorar la absorción y utilización de nutrientes lo que repercute en mejores ganancias de peso.

Las mejores ganancias de peso obtenidas en nuestro estudio se pueden explicar con lo manifestado por Ordoñez *et al.* (2018) quienes señalan que los componentes de orégano como el carvacrol y timol tiene un efecto sobre las bacterias del tracto digestivo, lo cual ayuda mantener un epitelio sano y eficiente, mientras que Carpio (2013) expresa que el aceite de orégano mejora la ganancia de peso y la digestibilidad de los alimentos.

El aumento de la ganancia de peso se explica, ya que en condiciones normales parte de los alimentos ingeridos por el pollo no son aprovechados o no son digeridos en su totalidad, esto nos indica que la capacidad digestiva del pollo puede estar limitada, y generalmente, es así en pollitos jóvenes donde la producción de enzimas endógenas es baja. El uso del aceite esencial de orégano influye sobre la digestibilidad de los ingredientes, determinando un incremento en la ganancia de peso (Brambilla y De Filippis, 2011). Por su parte, Madrid *et al.* (2017) comenta que el aceite esencial de orégano tiene efecto positivo en el tracto gastro intestinal, ya que al adicionar el aceite esencial de orégano mejora las condiciones del pH, de esta forma se potencializa el establecimiento de cepas de bacterias benéficas y mejora el nivel de absorción de los nutrientes, del pH intestinal en las diferentes porciones del intestino con la adición del aceite esencial de orégano tiene un resultado positivo ya que presentó un pH ácido, siendo el ideal para el control de la replicación de agentes patógenos.

➤ **Consumo de alimento**

Los resultados para la variable del consumo de alimento en todas las etapas, y para el ciclo completo demostraron que los valores obtenidos presentaron comportamientos similares, existiendo diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y los T1, T2, y T3 con inclusión de aceite esencial de orégano en la dieta, como se puede observar en la (tabla 5).

Tabla 5. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el consumo (g) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.

TRATAMIENTO	PRE- INICIO	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE	CICLO COMPLETO
T0	67.26 ^B	675.53 ^B	1460.89 ^C	1300.97 ^B	3504.65 ^B
T1	110.64 ^A	948.83 ^A	1692.38 ^A	1384.76 ^A	4136.61 ^A
T2	106.09 ^A	933.63 ^A	1658.88 ^B	1401.93 ^A	4100.53 ^A
T3	107.46 ^A	903.69 ^A	1678.69 ^A	1405.53 ^A	4095.37 ^A
Pv	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Promedios en la misma columna con letras diferentes en superíndice indican diferencias significativas (P<0.05).

Según los resultados obtenidos el mayor consumo, se puede deber a que el aceite esencial de orégano promueve el consumo de alimento y aumenta la palatabilidad en sistemas donde se utilizan subproductos y alimentos de escaso valor nutricional, que generalmente tienden a afectar el comportamiento y la salud animal (Lisintuña, 2014). Según, Apaéstegui *et al.* (2016), el consumo de alimento es una variable que se ve afectada por las bondades de la adición del orégano a la dieta. Cross *et al.* (2007), indican que el aceite esencial de orégano tiene propiedades para estimular el apetito, beneficiar la digestión mediante la mejora de la actividad de enzimas digestivas y absorción de nutrientes.

Por otra parte, Deyoe *et al.* (1962) reportaron que la suplementación de aceites esenciales a través de la dieta podría incrementar o disminuir el consumo de alimento; depende del tipo de aceite esencial o de la especie de procedencia, en algunos casos se da la promoción del consumo debido a su acción sobre la palatabilidad, pero en los casos de astringencia podría disminuirse el consumo. Cross *et al.* (2007) llegaron a conclusiones similares cuando evaluaron la inclusión de extractos de plantas de diferentes especies. Se destaca principalmente una respuesta diferencial frente al consumo de timol, el cual estuvo positivamente asociado con el consumo de alimento y peso corporal. Esto se corrobora con León (2022), encontró diferencia estadística (P<0.05) para esta variable, siendo los tratamientos con inclusión de aceite esencial de orégano los que consumían más alimento.

➤ **Conversión alimenticia**

Dentro de los resultados obtenidos al evaluar la inclusión de aceite esencial de orégano en las etapas de pre- inicio, inicio y crecimiento, así como para el ciclo completo se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y los T1, T2, y T3 con la inclusión de este. Sin embargo, para la etapa de engorde, existió diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y los T1, T2, y T3 con inclusión de aceite esencial de orégano en la dieta, como observamos en la (tabla 6).

Tabla 6. Efecto del aceite esencial de orégano sobre la conversión alimenticia en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.

TRATAMIENTO	PRE- INICIO	INICIO	CRECIMIENTO	ENGORDE	CICLO COMPLETO
T0	0.74 ^B	1.41 ^B	1.65 ^B	2.22 ^B	1.71 ^B
T1	0.83 ^A	1.34 ^A	1.52 ^A	2.02 ^A	1.58 ^A
T2	0.80 ^A	1.33 ^A	1.49 ^A	2.01 ^A	1.57 ^A
T3	0.80 ^A	1.29 ^A	1.48 ^A	2.02 ^A	1.59 ^A
Pv	0.0351	0.0489	0.0355	<0.0001	0.0102

Promedios en la misma columna con letras diferentes en superíndice indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Estas menores conversiones alimenticias en los tratamientos con la inclusión de aceite esencial de orégano se pueden explicar por que los aceites esenciales pueden tener un impacto importante en la conversión alimenticia y la estabilización de las poblaciones microbianas, como también pueden aumentar la absorción de nutrientes (Alagawany *et al.*, 2018). El aceite esencial de orégano como aditivo natural para su uso en pollos de engorde, tiene efecto principalmente en el tracto gastrointestinal, además de una acción moduladora sobre el microbiota intestinal (Betancourt, 2012). Conforme a Jamroz *et al.* (2003) demostraron que el aceite esencial de orégano aumenta la digestibilidad de los nutrientes, afectando positivamente el microbiota intestinal y reduciendo la adherencia de patógenos, lo que resulta en una mejor conversión alimenticia.

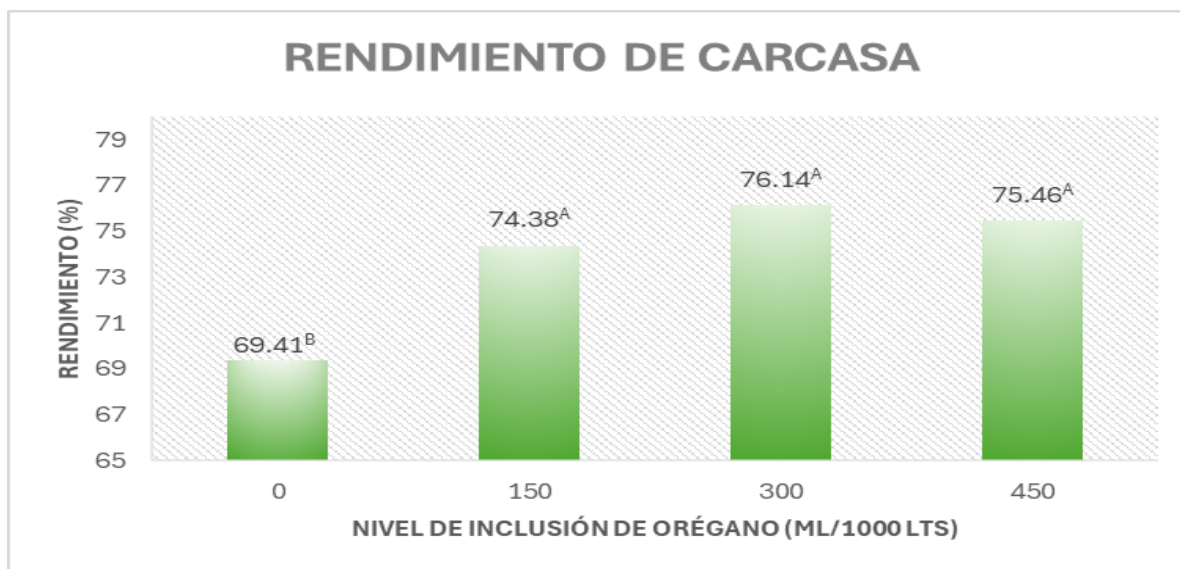
Los factores involucrados en la integridad del intestino tienen consecuencias importantes para la eficiencia alimenticia, debido a que la capacidad de la absorción de nutrientes de cada segmento del intestino es proporcional al número, altura y ancho de las vellosidades presentes, ya que definen el tamaño y área de la superficie disponible para la absorción de nutrientes (Pelicano *et al.*, 2003).

Los resultados encontrados coinciden con lo mencionado por Campozano *et al.* (2021), quien menciona que al suministrar aceite esencial de orégano tuvo una mayor eficiencia en la utilización de los nutrientes de la dieta, encontrando diferencia significativa ($P < 0.05$). Langhout *et al.* (2003), quienes utilizaron aceites esenciales de orégano y obtuvieron mejores conversiones alimentarias, ya que se realizó un mejor aprovechamiento por parte de las aves y con ello, se logró una mejor conversión alimenticia. Al igual que los resultados obtenidos por Ayala *et al.* (2006), encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.05$) en su investigación para la variable de conversión alimenticia.

➤ Rendimiento de carcasa

Para esta variable se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$), entre el T0 sin inclusión de aceite esencial de orégano y T1, T2, y T3 con inclusión de aceite en la dieta. Como se observa en la (gráfica 1).

Gráfica 1. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el rendimiento de carcasa (%) en las diferentes etapas de producción en pollos COBB 500®.



Valores con letras diferentes son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Esto es corroborado con Ordoñez *et al.* (2018) quienes indican que las diferencias entre tratamientos para el rendimiento de carcasa (%) fueron significativas ($P < 0.0001$). Hernández-Coronado *et al.* (2019) mostraron que al utilizar aceites esenciales de orégano como aditivos alternativos naturales obtuvieron resultados satisfactorios con diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los dosificados y los que no se les adicionó el aceite esencial de orégano.

Señalan Méndez *et al.* (2017), que la inclusión de aceite esencial de orégano podrá aplicarse en la producción de pollos de engorda, debido a que mejora las características productivas de la canal y su carne. Esto se debe a que los pollos alimentados con aceites esenciales exhiben mayores rendimientos de la carcasa (Gumus y Gelen, 2023).

De acuerdo con Ordoñez *et al.* (2018), trabajaron con aceites esenciales del orégano y señalan que la actividad antioxidante disminuiría el gasto de nutrientes en la reparación de tejidos a nivel del tracto gastrointestinal, por lo que, se podría lograr órganos más sanos lo que repercute en un

mayor rendimiento de carcasa. Se ha reportado que la acción de los principios contenidos en el orégano alargaría a las vellosidades intestinales y disminuiría la profundidad de las criptas, por lo que podría asumirse el mejor rendimiento de carcasa por su empleo en la dieta (Prabakar *et al.*, 2016).

➤ **Máximo Biológico y Máximo Económico**

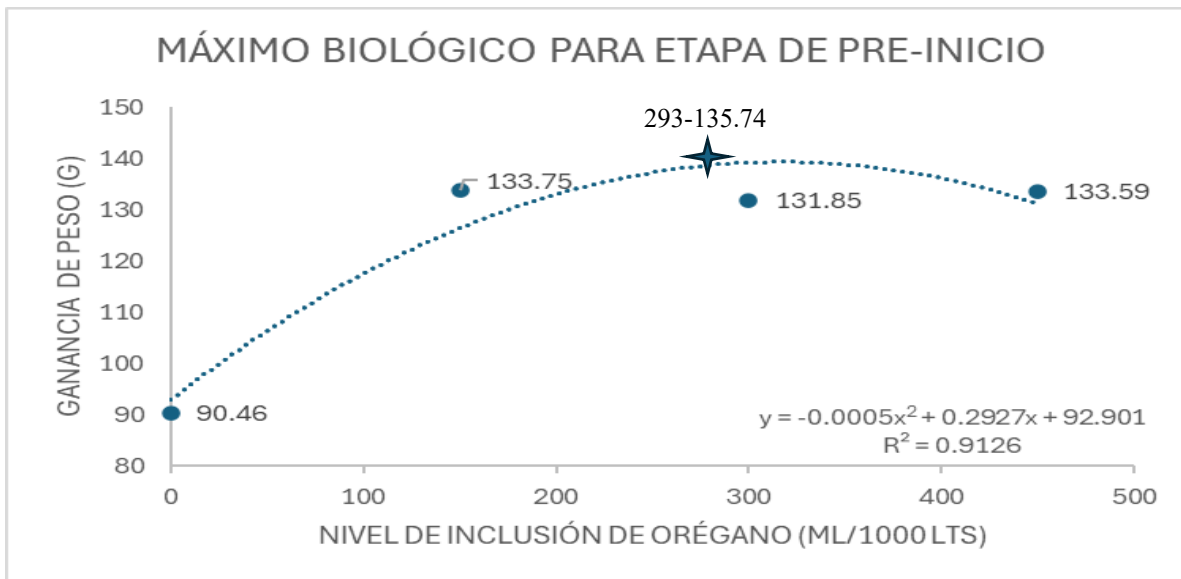
Con el objetivo de encontrar la respuesta en el comportamiento de los pollos Cobb 500[®], se analizó la variable ganancia de peso, en las diferentes etapas de pre- inicio, inicio, crecimiento y engorde, así como en el ciclo completo de producción, con respecto a los diferentes niveles de inclusión de aceite esencial de orégano.

Para conocer los aspectos de las variables en cuanto a la producción de pollos Cobb 500[®], se utilizó el modelo desarrollado por Pesti *et al.* (1986), los cuales establecieron una función cuadrática de respuesta que se basaba en que el ave podía llegar a un peso determinado en un mismo tiempo por medio de diferentes programas nutricionales, en su caso variando la energía y la proteína del pienso. A continuación, en las (tablas 7 y 8) se muestran los resultados del análisis de regresión.

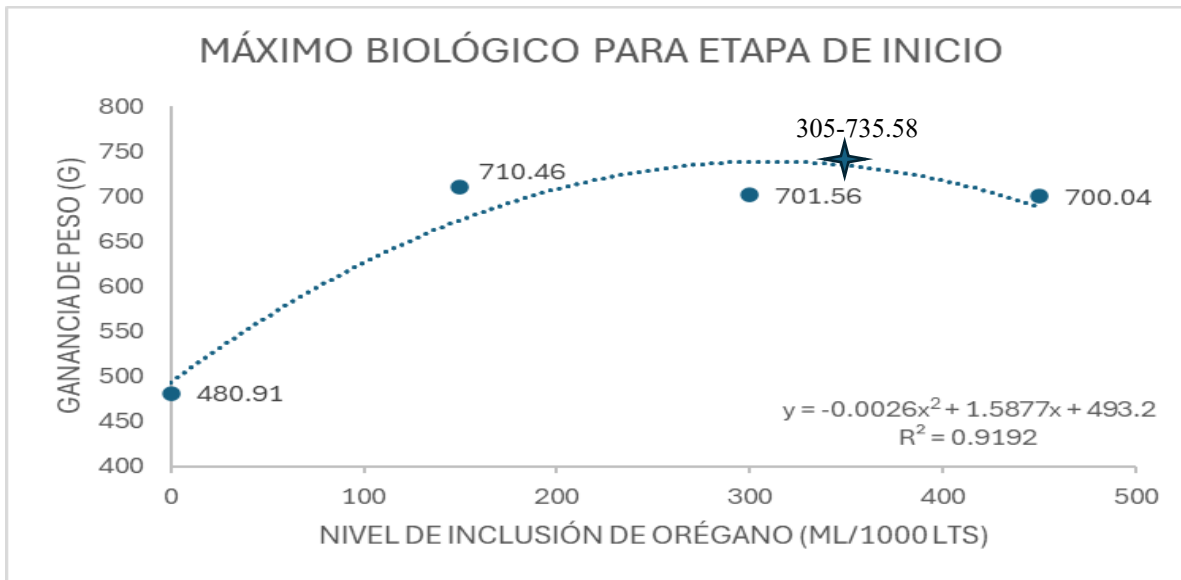
Tabla 7. Determinación del máximo biológico para las etapas productivas y el ciclo completo en pollos COBB 500[®].

ETAPA PRODUCTIVA	DERIVADA DE LA ECUACIÓN	NIVEL DE INCLUSIÓN DE ORÉGANO (ML/1000LTS)	GANANCIA DE PESO (G)
PRE-INICIO	$Y' = -0.001 X' + 0.2927$	293	135.74
INICIO	$Y' = -0.0052 X' + 1.5877$	305	735.58
CRECIMIENTO	$Y' = -0.0046 X' + 1.542$	335	1156.42
ENGORDE	$Y' = -0.0034 X' + 0.8878$	261	704.10
CICLO COMPLETO	$Y' = -0.0134 X' + 4.0967$	305	2706.33

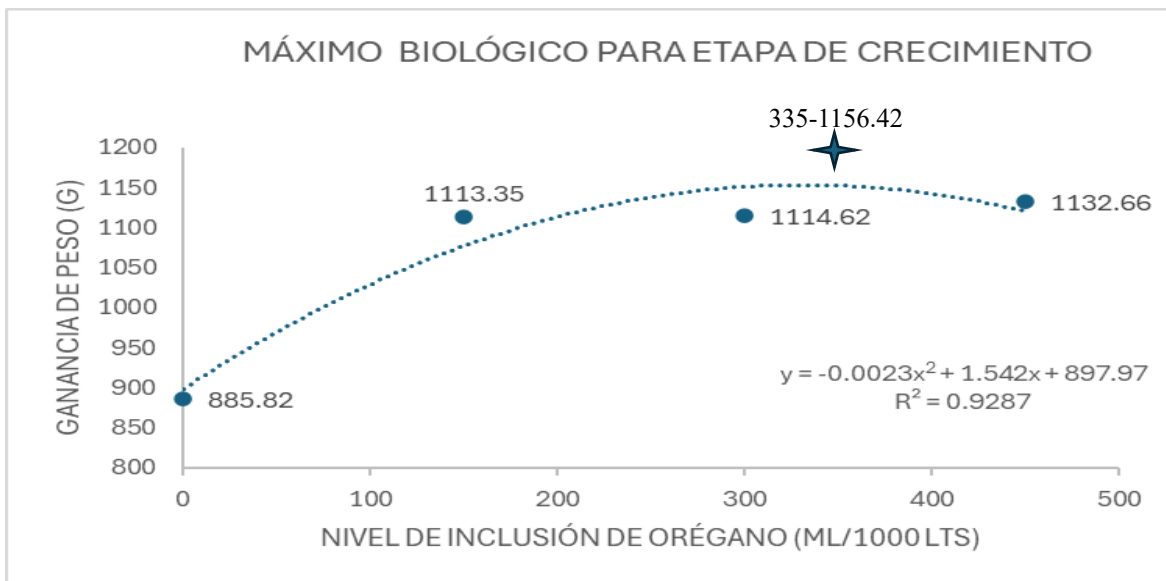
Gráfica 2. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la etapa de pre- inicio en pollos COBB 500®.



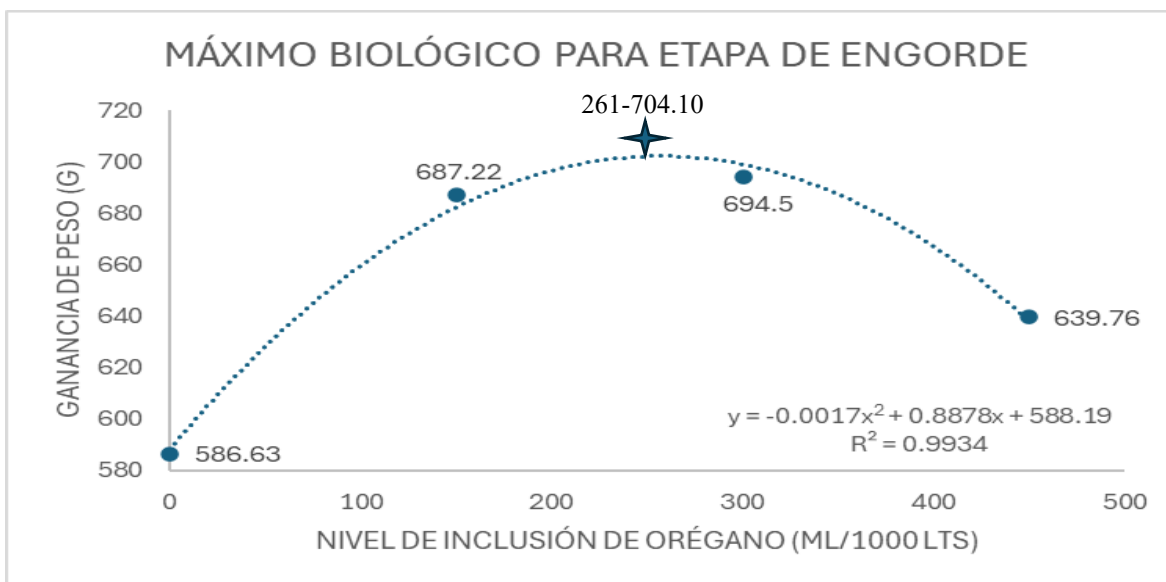
Gráfica 3. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la etapa de inicio en pollos COBB 500®.



Gráfica 4. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la fase de crecimiento en pollos COBB 500®.



Gráfica 5. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para la fase de engorde en pollos COBB 500®.



Gráfica 6. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y la ganancia de peso para el ciclo completo de producción en pollos COBB 500®.

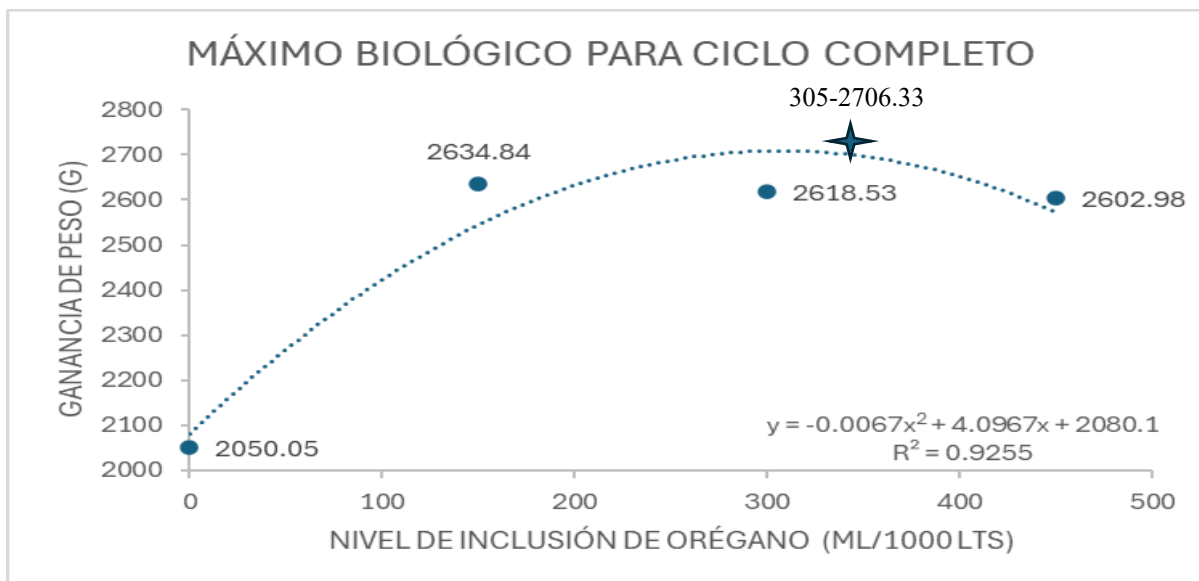
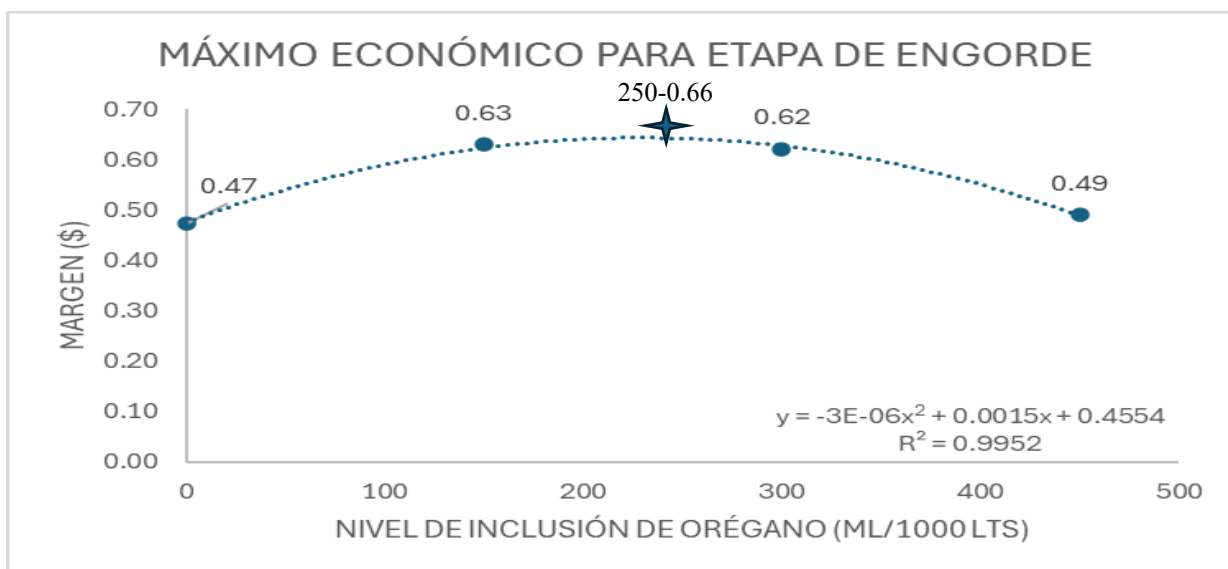


Tabla 8. Determinación del máximo económico para engorde y ciclo completo en pollos COBB 500®.

ETAPA PRODUCTIVA	DERIVADA DE LA ECUACIÓN	NIVEL DE INCLUSIÓN DE ORÉGANO (ML)	RENTABILIDAD (\$)
ENGORDE	$Y' = -0.000003 X' + 0.0015$	250	0.66
CICLO COMPLETO	$Y = -0.000016 X' + 0.0046$	288	1.70

Gráfica 7. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y el margen económico para la etapa de engorde en pollos COBB 500®.



Gráfica 8. Relación entre el nivel de inclusión de orégano y el margen económico para el ciclo completo de producción en pollos COBB 500®.

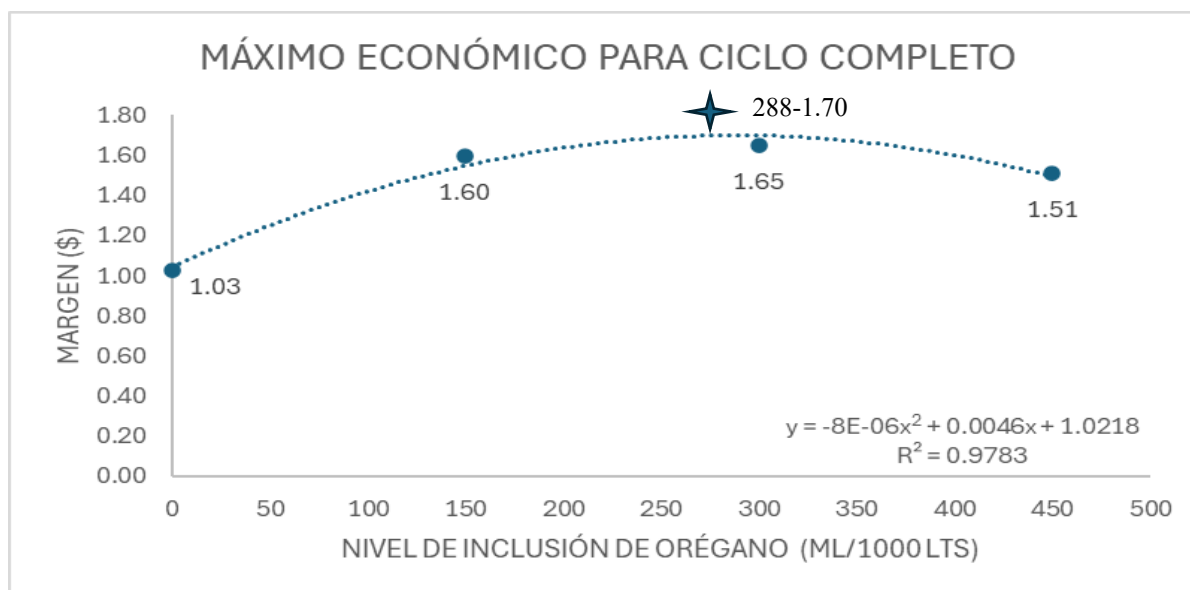


Tabla 9. Determinación del margen económico esperado con los requerimientos determinados para engorde y ciclo completo en pollos COBB 500®.

	Req. Max. Bio.	Margen (\$)	Req. Max. Eco.	Margen (\$)	Diferencia (\$)
Engorde	261 (ml)	0.64	250 (ml)	0.66	0.02
Ciclo completo	305 (ml)	1.67	288 (ml)	1.70	0.03

Como se puede apreciar en la (tabla 9), los requerimientos de orégano para lograr los máximos biológicos y económicos varían según la etapa productiva, lo que es sustentado por Guevara (2004) quien señala que los requerimientos de los animales varían dependiendo del costo de los nutrientes y del precio del producto.

La aplicación de modelos matemáticos permite a las empresas, tomar adecuadas decisiones por medio del análisis (Soledispa, 2020). Además, permite maximizar el margen sobre el costo del alimento en la formulación de alimentos para pollos de engorde. El modelo identifica la combinación óptima de alimentos que maximiza el margen de ganancia (Arjona y Guevara, 2019). La programación no lineal puede ser más útil para optimizar la respuesta del rendimiento

a la densidad energética en la formulación de alimentos para pollos de engorde porque no es necesario establecer un nivel de energía (Guevara, 2004).

En cuanto a la producción de pollos la respuesta a la dieta es curvilínea por lo que los métodos estáticos de la formulación de dietas ignoran la importancia de la economía y no son adecuados para optimizar la alimentación de pollos comerciales de engorde (Parks, 1982). Por otra parte, Pesti *et al.* (1986) indican que con la programación cuadrática se puede determinar los niveles más rentables de proteína y energía según las variaciones en los precios de los ingredientes del alimento. La NRC (1994) declaró que sería deseable tener modelos matemáticos disponibles que faciliten la selección de los niveles de nutrientes más económicos. El principio no lineal es más adecuado, ya que los requerimientos de todos los nutrientes se ajustan automáticamente por el modelo matemático y con la premisa de aumentar la rentabilidad.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del estudio se puede concluir lo siguiente:

- El aceite esencial de orégano tiene efecto sobre las variables productivas como son peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en pollos Cobb 500®.
- Los requerimientos de aceite esencial de orégano determinados para lograr los máximos biológicos y económicos varían para el ciclo completo de producción en pollos Cobb 500®.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- La utilización del aceite esencial de orégano en el agua de bebida ya que el mismo presentó efecto positivo sobre las variables productiva.
- Realizar futuras investigaciones con la utilización de los niveles de inclusión de aceite esencial de orégano determinados en el máximo económico con la finalidad de corroborar su rentabilidad ante los constantes cambios de mercado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarestrup, F. M., Bager F., Jensen NE., Madsen M., Meyling A. & Wegener HC. (1998). Resistance to antimicrobial agents used for animal therapy in pathogenic-, zoonotic- and indicator bacteria isolated from different food animals in Denmark: a baseline study for the Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring Programme (DANMAP). *APMIS*, 106(8), 745-770.
- Acevedo, D., Navarro, M. & Monroy, L. (2013). Composición química del aceite esencial de hojas de orégano (*Origanum vulgare*). *Información Tecnológica*, 24, 43-48.
- Aguirre, A., Borneo, R. & León, A. E. (2013). Antimicrobial, mechanical and barrier properties of triticale protein, filmes incorporated with oregano essential oil. *Food Bioscience*, 1, 2-9.
- Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Farag, M. R., Shaheen, H. M., Abdel-Latif, M. A., Noreldin, A. E. & Patra, A. K. (2018). The usefulness of oregano and its derivatives in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal*, 74(3), 463-474.
- Amad, A. A., Männer, K., Wendler, K. R., Neumann, K. & Zentek, J. (2011). Effects of a phytogetic feed additive on growth, performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*. 90(12), 2811-2816.
- Anadón, A. (2015). Residuos de medicamentos veterinarios y riesgos para la salud pública. *Avances En Ciencias Veterinarias*, 241-243.
- Apastegui, Rosel., Pineda, Carlos. & Chuquiyaui, Miguel. (2016). Orégano (*Origanum vulgare* L) en los parámetros productivos de los pollos de engorde. *Investigación Valdizana*, 11(2), 86-92.
- Arcila, C., Loarca, G., Lecona, S. & González, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 100-111.
- Ardoino, S., Toso, R., Álvarez, H., Mariani, E., Cachau, P., Mancilla, M. & Oriani DS. (2017). Antimicrobial as growth promoters (AGP) in poultry balanced feed: use, bacterial resistance, new alternatives and replacement options. *Ciencia Veterinaria*, 19(1), 50-66.
- Ariza, N., Betancourt, L., Botero, D., Silva, F., Rodríguez, D., Toro, I. & Afanador Téllez, G. (2010). Uso de aceites esenciales de Orégano del alto Patía en pollos de engorde y ponedoras. Disponible en:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19936/75584_56855.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arjona, M. & Guevara, V. (2019). Efecto de Diferentes Niveles de Densidad de Nutrientes Sobre el Comportamiento Productivo y Metabolismo Energético de Pollos de Engorde. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, 2(1), 1-17.

- Attia, Y., Al-Khalaifah, H., Ibrahim, M., Al-Hamid, A., Al-Harthi, M. & El-Naggar, A. (2017). Blood Hematological and Biochemical Constituents, Antioxidant Enzymes, Immunity and Lymphoid Organs of Broiler Chicks Supplemented with Propolis, Bee Pollen and Mannan Oligosaccharides Continuously or Intermittently. *Poultry Science*, 96(12), 4182-4192.
- Ayala, L., Martínez, M., Acosta, A., Dieppa, O. & Hernández, L. (2006). Una nota acerca del efecto del orégano como aditivo en el comportamiento productivo de pollos de Ceiba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(4), 455-458.
- Bahmani, M., Abdi, F., Adineh, A., Hassanzadazar, H., Eghbali, B., GholamiAhangaran, M. & Rafieian-Kopaei, M. (2014). The anti-leech effect of ethanolic extract of achillea millefolium l. Compared to levamisole and niclosamide on limnatis nilotica. *Studia Universitatis Vasile Goldis Arad, Seria Stiintele Vietii*, 24(3), 293-297.
- Betancourt, L. (2012). *Evaluación de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9594>
- Betancourt, L., Ariza, C. & Afanador, G. (2012). Effects of supplementation with oregano essential oil on ileal digestibility, intestinal histomorphology, and performance of broiler chickens. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(2), 240-251.
- Bogdan, S., Deyá, C. & Rogmanoli, R. (2015) Evaluación de timol para el control antifúngico sobre películas de pintura. *Revista Materia*, 20(3), 699-704.
- Botsoglou, N.A., Christaki, E., Florou, P., Giannenas, I., Papageorgiou, G. & Spais, A.B. (2004). The Effect of mixture of herbal essential oils or a tocopheryl acetate on performance parameters and oxidation of body lipid in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 34(1), 52-61.
- Brambilla G. & De Filippis S. (2011). Trends in animal feed composition and the possible consequences on residue ests. *Analytica Chimica Acta*, 529(1-2), 7-13.
- Caicedo, W., Chinque, M. & Jimena, V. (2022). Aditivos fitobióticos y su efecto en el desempeño productivo de cerdos. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 56(2), 1-15.
- Campozano, G., Antonio, E., Arteaga, F., Pérez, A., García, J. & Garzón, R. (2021). Aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L) y sexo como factores en la respuesta productiva en pollos de engorde. *Revista de Producción Animal*, 33(1), 37-48.
- Carpio, F. (2013). *Evaluación de tres niveles de aceite de orégano (regano 500) como promotor de crecimiento en la producción de pollos parrilleros en el cantón Loja*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Archivo digital. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5372/1/EVALUACION%20DE%20TRES%20NIVELES%20DE%20ACEITE%20DE%20OR%c3%89GANO%20%28REGANO%20500%29%20COMO%20PROMOTOR%20DE%20CRECIMIENTO%20EN%20LA%20PRO>

DUCCI%c3%93N%20DE%20POLLOS%20PARRILLEROS%20EN%20EL%20CANT%c3%93N%20LOJA.pdf

- Chaturvedi, P., Shukla, P., Giri, BS, Chowdhary, P., Chandra, R., Gupta, P. & Pandey, A (2021). Prevalencia e impacto peligroso de los productos farmacéuticos y de cuidado personal y los antibióticos en el medio ambiente: una revisión de los contaminantes emergentes. *Investigación ambiental*, 194.
- Chavan, P. S. & Tupe, S. G. (2014). Antifungal activity and mechanism of action of carvacrol and thymol against vineyard and wine spoilage yeasts. *Food Control*, 46, 115–120.
- Cobb-Vantress. (2021). Cobb Broiler Management Guide. Disponible en: https://www.cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/Broiler-Guide_English-2021-min.pdf
- Collier, C.T., Smiricky-Tjardes, M.R., Albin, D.M., Wubben, J.E., Gabert, V.M., B. Deplancke, B., Bane, D., Anderson, D.B. & Gaskins, H.R. (2003). Molecular ecological analysis of porcine ileal microbiota responses to antimicrobial growth promoters. *Journal of Animal Science*, 81(12), 3035–3045.
- Cross, D.E., Mcdevitt RM., Hillman K. & Acamovic T. (2007). The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microØ ora in chickens from 7 to 28 days of age. *British Poultry Science*, 48(4), 496-506.
- Deyoe, C. W., Davies, R. E., Krishnan, R., Khuand, R. & Couch. J. R. (1962). Studies on the taste preferences of the chick. *Poultry Science*, 41, 781-784.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C.W. (2015). InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Errecalde, J. (2004). Uso de antimicrobianos en animales de consumo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Disponible en: <https://www.fao.org/4/y5468s/y5468s00.htm>
- ETESA. (2023). Hidrometeorología de ETESA. Disponible en: <https://www.imhpa.gob.pa/es/clima-historicos>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2013). Revisión del Desarrollo Avícola. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- Florez, S. (2006). *Evaluación del Promotor de crecimiento orgánico “Celmanax” (Saccharomyces Cerevisiae), en la alimentación de Pollos Broilers Raza “Ross” en Chaltura - imbabura*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Archivo digital. <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/786/3/03%20AGP%20125%20TESIS.pdf>

- Fotea, L., Costăchescu, E., Hoha, G. & Leonte, D. (2010). El efecto del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) sobre el rendimiento de los pollos de engorde. *Lucrări Științifice Seria Zootehnie*, 53, 253-256.
- Gallegos-Flores, P., Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Carlos Meza-López, C. & Echavarría-Cháirez, F. (2019). Actividad antibacteriana de cinco compuestos terpenoides: carvacrol, limoneno, linalool, a-terpineno y timol: *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22(2), 241-248.
- González, Y. O. & Torres, O. L. (2016). Utilización del orégano (*Origanum vulgare*) como promotor de crecimiento. *Conexión Agropecuaria JDC*, 6(2), 57-71.
- Google Earth. (2024). [Ubicación satelital de la finca]. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@8.57066464,-82.64364207,424.89184461a,403.30881729d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>
- Guevara, V. (2004). Use of nonlinear programming to optimize performance response to energy density in broiler feed formulation. *Poultry Science*, 83, 147-151.
- Gumus, R. & Gelen, SU (2023). Efectos de los aceites esenciales de tomillo y romero en la dieta sobre los parámetros de rendimiento relacionados con la oxidación lipídica, la actividad del agua, el pH, el color y la calidad microbiana de las carnes de pechuga y muslo de pollos de engorde. *Archivos de Mejoramiento Animal*, 66 (1), 17-29.
- Hashemi, S. R. & Davoodi, H. (2010). Phyto-genetics as new class of feed additive in poultry industry. *Journal of animal and veterinary advance*, 9(17), 2295-2304.
- Hernández-Coronado, A.C., Silva-Vázquez, R., Rangel-Nava, Z.E., Hernández-Martínez, C.A., Kawas-Garza, J.R., Hume, M.E. & Méndez-Zamora, G. (2019). Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers. *Poultry Science*, 98(7):3050-3058.
- INEC (Instituto de Estadística y Censo). (2021). Avance de cifras, Encuesta Pecuaria de Ganado Vacuno, Porcino y Gallinas: octubre de 2021. Disponible en: https://www.inec.gob.pa/archivos/P0705547520220216155423Comentarios_existencia%20de%20ganado%20vacuno,%20porcino%20y%20aves.pdf
- Jamróz, D., Orda, J., Kamel, C., Wiliczkiwicz, A., Wartelecki, T.J. & Skorupinska, J. (2003). La influencia de los extractos fitogénicos en la digestibilidad de los nutrientes, las características de la carcasa y el estado microbiano intestinal de los pollos de engorde. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 12(3), 583-596.
- Khazdair, M. R., Ghorani, V., Alavinezhad, A. & Boskabady, M. H. (2018). Pharmacological effects of *Zataria multiflora* Boiss L. and its constituents focus on their anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory effects. *Fundamental and Clinical Pharmacology*, 32(1), 26–50.

- Kramer, C. (1956). Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics*, 12(3), 307.
- Lambert, R. J., Skandamis, P. N., Coone, P. J. & Nichas, G.J. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453-462.
- Langhout, J., van Vugt, P. & Perdox, H. (2003). Uso de agentes antimicrobianos, enzimas, probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos y aceites esenciales en barrilleros: una evaluación. *XVIII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Nutrición para el desarrollo*. Santa Cruz, Bolivia.
- Lavabre, M. (1990). *The Aromatherapy Workbook de Lavabre Essential Oils Healing Arts Guide*. Healing Arts Press. 164 p.
- Lee, K., Everts, H., Kappert, H. J., Frehner, M., Losa, R. & Beynen, A. C. (2003). Dietary carvacrol lowers body weight but improves feed conversion in female broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 12(4), 394-399.
- León, G., Osorio, M., Torrenegra, M., & González, J. (2015). Extracción, caracterización y actividad antioxidante del aceite esencial de *Plectranthus amboinicus* L. *Revista Cubana de Farmacia*, 49(4), 708-718.
- Leon, P. (2022). *Evaluación de dos niveles de aceite de orégano como promotor de crecimiento en pollos Broilers en la ciudad Babahoyo Provincia de Los Ríos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Archivo digital. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8031/TE-UTB-FACIAG-MVZ-000018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Levene, H. (1960). Robust Tests for Equality of Variances. *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling*, 2, 278-292.
- Lisintuña, J. (2014). *Evaluación de los parámetros productivos en terneros en la etapa de crecimiento de la raza Holstein con dieta a base de aceite de orégano como suplemento de la Parroquia Machachi Cantón Mejía*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi] RRAAE. https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTC_93e908adb3c40e25d43cb6ab41daffea
- Li-Zhi, J., Y, D. & Li, G. (2020). Application of aromatic plants and their extracts in diets of broiler chickens. *Feed additives*, 159-185.
- Loeza, H., Salgado, S., Ávila, F., Gutiérrez, R., Domínguez-R, A., Ayala, M. & Escalera, F. (2019). Revisión del aceite de orégano spp. en salud y producción animal. *Abanico Agroforestal*, 2(1), 1-22.

- Macas, Dennis. & Quenguan, Tatiana. (2021). Evaluación del efecto del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) en agua de bebida, como inmunoestimulante, de pollos de engorde. [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE] Repositorio DSpace. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/25866>
- Madrid, Tomás., Parra, Jaime. & López, Albeiro. (2017). La inclusión de aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) mejora parámetros inmunológicos en pollos de engorde. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(2), 75-83.
- Madrid-Garcés, T.A., González-Herrera, L.G., López-Herrera, A. & Parra-Suescún, J.E. (2022). Improvement of productive and metabolic indicators of broiler by the application of *Lippia origanoides* essential oil in an in-vivo intestinal inflammation model. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 75(2), 1-12.
- Manzanilla, E., Pérez, J., Martin, M., Blandon, J., Baucells, F., Kamel, C. & Gasa, J. (2009). Dietary protein modifies effect of plant extracts in the intestinal ecosystem of the pig at weaning. *Journal of Animal Science*, 87(6), 2029-2037.
- Méndez, G., Durán, L. A., Hume, M. E. & Silva, R. (2017). Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(6), 515-520.
- Mitsch, P., Zitterl, K., Köhler, B., Gabler, C., Losa, R. & Zimpernik, I. (2004). The effect of two different blends of essential oils components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science*, 83(4), 669-675.
- Morris, H. (2015). El Pollo de engorde (*Gallus domesticus*), fuente proteica de excelente calidad en la alimentación y nutrición humana. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/sipsa/Bol_Insumos_jun_2015.pdf.
- Morrison, R. & Boyd, R. (1990). *Química Orgánica*. Addison Wesley Iberoamericana. 774 p.
- NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). (1994). Nutrient requirements of Poultry. National Academy of Science, U.S.A. Disponible en: https://www.agropustaka.id/wp-content/uploads/2020/04/agropustaka.id_buku_Nutrient-Requirements-of-Poultry_Ninth-Revised-Edition-1994-NRC.pdf
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2017). Dejemos de administrar antibióticos a animales sanos para prevenir la propagación de la resistencia a los antimicrobianos. Disponible en: <https://www.who.int/es/news/item/07-11-2017-stop-using-antibiotics-in-healthy-animals-to-prevent-the-spread-of-antibiotic-resistance>.
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2021) Avanza la concientización sobre uso adecuado de antimicrobianos en la industria agropecuaria. Disponible en: <https://www.paho.org/es/noticias/17-11-2021-avanza-concientizacion-sobre-uso-adecuado-antimicrobianos-industria>

- Ordoñez, E., Del Carpio, P. & Cayo, I. (2018). Suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejo enzimático en pollos de carne. *Revista de Investigación y cultura*, 7(1), 2-10.
- Parks, J. (1982). *Theory of feeding and growth of animals*. SpringerVerlag. 451 p.
- Pelicano, E., De Souza, P., De Souza, H., Oba, A., Norkus, E., Kodawara, L. & De Lima, T. (2003). Efecto de diferentes probióticos en la calidad de la carne y la carcasa de los pollos de engorde. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 5(3), 207-214.
- Peng, Q.Y., Li, J.D., Li, Z. & ZY, Duan. (2016). Efectos de la suplementación dietética con aceite esencial de orégano sobre el rendimiento del crecimiento, las características de la carcasa y la morfología del yeyuno en pollos de engorde. *Animal Feed Science and Technology*, 214, 148-153.
- Pesti, G.M., Arraes, R.A. & Miller, BR. (1986). Uso de la respuesta cuadrática del crecimiento a las concentraciones de proteína y energía en la dieta en la formulación de alimentos de menor costo. *Poultry science*, 65 (6), 1040-1051.
- Piddock, L.J. (1996). Does the use of antimicrobial agents in veterinary medicine and animal husbandry select antibiotic resistant bacteria that infect man and compromise antimicrobial chemotherapy?. *Antimicrob Chemother*, 38(1), 1-3.
- Piñón, J., Monterrubio, A., Meléndez, L., Martínez, A., Rojo, A., Palma, N. & Vásquez, R. (2015). Efecto del aceite esencial de orégano en el rendimiento y las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la carne de pollo. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 23(66), 5-11.
- Prabakar, G., Gopi, M., Karthik, K., Shanmuganthan, S., Kirubakaran, A. & Pavulray, S. (2016). Phytobiotics: Could the greens inflate the poultry production. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 11(7): 383-392.
- Pujada, H., Vega, J., Velásquez, C. & Palacios, B. (2019). Niveles de orégano (*Origanum vulgare*) en la dieta y su influencia en el rendimiento productivo del pollo de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 30(3), 1077-1082.
- Sánchez, C., Aznar, R. & Sánchez, G. (2015). The effect of carvacrol on enteric viruses. *International Journal of Food Microbiology*, 192, 72–76.
- Seiden, R. (2008). *Manual de avicultura*. Editorial Diana. 570p.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). *Biometrika*, 52(3/4), 591–611.
- Soković, M., Marin, P., Brkić, D. & D. van Griensven, L. (2007). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of ten aromatic plants against Human Pathogenic bacteria. *Global Science Books*, 1-7.

- Soledispa, L. (2020). *Modelo matemático para la planificación agregada de la producción de pollos al vacío*. [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. Archivo digital. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51782/1/T-110176.pdf>
- Stanley, D., Geier, M., Hughes, R., Denman, S. & Moore, R. (2013). Highly variable microbiota development in the chicken gastrointestinal tract. *Plos One*, 8(12), 1-8.
- Torres, C. & Zarazaga, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino?. *Gaceta Sanitaria*, 16(2), 109-112.
- Tubón Q, F. (2020). *Evaluación de diferentes niveles de aceite de orégano (Origanum vulgare) en pollos de engorde*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Archivo digital. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5613/1/PC000985.pdf>
- Ultee, A., Bennik, M.H. & Moezelaar, R. (2002). The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. *Applied Environmental Microbiology*, 68(4), 1561–1568.
- Van Zyl, R., Seatholo, S., Van Vuuren, S. & Viljoen, A. (2006). The Biological Activities of 20 Nature Identical Essential Oil Constituents. *Journal of Essential Oil Research*, 18, 129-133.
- Yadav, G. D. & Kamble, S. B. (2009). Synthesis of carvacrol by Friedel– Crafts alkylation of o-cresol with isopropanol using superacidic catalyst UDCaT-5. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 84(10), 1499– 1508.
- Zamora, G., Macías, J., Estrada, E., Meléndez, L. & Vázquez, R. (2015). Aceite de orégano sobre la calidad de pechuga de pollos de engorda. *Investigación y Ciencia: de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 23(65), 5-12.
- Zhang, K. Y., Yan, C. & Waldroup, P. (2005). Use of essential oils and organic acids in diets for broiler chickens. *International Journal Poultry Science*, 4(9), 612-619.