



Universidad Autónoma del Estado De Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

TESIS

**Efecto de hidrolato de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre los parámetros productivos,
calidad de la canal y de la carne de conejo**

Para obtener el grado de
Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia

PRESENTA

Ruben Muñoz Mendoza

Directora

Dra. Maricela Ayala Martínez

Co-Director:

Dr. Sergio Soto Simental

ASESORA:

M. en C. Liliana Ortega González

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo, México, a Junio 2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Academic Area of Veterinary Medicine and Zootechnics

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, **Rubén Muñoz Mendoza**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **“Efecto de hidrolato de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejo”**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de esta tesis. A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

- Presidente** Dr. Juan Ocampo López
- Secretario** Dr. J. Jesús Germán Peralta Ortiz
- Primer vocal** Dra. Maricela Ayala Martínez
- Segundo vocal** Dr. Sergio Soto Simental
- Tercer vocal** MCA. Liliana Ortega González

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo., a 25 de agosto de 2025
“Amor, Orden y Progreso”

Dra. Maricela Ayala Martínez
Coordinador del Programa de
Medicina Veterinaria y Zootecnia

C.c.p. Archivo

Avenida Universidad #133, Col. San Miguel Huatengo,
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo,
México. C.P. 43775.
Teléfono: 7717172001 Ext. 42100
medicinaveterinaria@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”



2025



uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios nuestro señor y la virgen María por darme esa fuerza y guía en cada uno de mis pasos, en mi formación académica y también en mi día a día, siempre los llevaré conmigo.

A mi familia que son mi fuerza, a mis padres por ser mi cimiento y mi impulso día con día, por apoyarme siempre a lograr mis objetivos, a mis hermanos Edgardo y Carolina, a mis abuelos, mis tíos y primos y todas aquellas personas que estuvieron a mi lado para poder concluir este trabajo.

A mi directora Maricela Ayala Martínez por compartir su sabiduría y mostrarme el arte escondido tras la ciencia.

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios y a la virgen María por darme esa fuerza que ocasiones necesite para estar en donde estoy ahora.
- A mi mamá esta tesis es tuya tanto como mía, por tus noches en vela desde que nací, por tus palabras de aliento cuando quise rendirme, y por creer en mí incluso cuando yo dudaba, gracias por ser mi primer amor, mi eterno refugio y mi mayor inspiración, te amo mamá.
- A mi papá que esta tesis es el resultado de tu ejemplo de esfuerzo, tu ejemplo, tus consejos sabios en los momentos clave y tu fe inquebrantable en mí, gracias por ser mi primer héroe y por enseñarme que el trabajo duro siempre da frutos, te amo papá.
- Gracias a mis primeros amigos y cómplices de vida, mis hermanos Edgardo y Carolina, gracias por las peleas tontas que se volvieron risas, por los secretos guardados y los sueños compartidos, este logro es también de ustedes, porque sin ustedes mi historia estaría incompleta, gracias por apoyarme incluso cuando no tenía tiempo para ustedes, este logro también es suyo, los amo.
- A quienes me enseñaron que el conocimiento no tiene límites.
- A mi directora Maricela Ayala Martínez a quien admiro y respeto por todo su trabajo y que se convirtió en un ejemplo a seguir en mi vida, gracias por su paciencia infinita, sus críticas constructivas, su rigor académico y apoyo humano hicieron posible este logro,
- Al Doctor Sergio Soto Simental por compartirme sus conocimientos con esa paciencia y dedicación que lo distinguen.
- A mi asesora la Maestra Liliana Ortega González gracias por guiarme en mis momentos de confusión y por tenerme la paciencia del mundo para terminar este trabajo, también que con el tiempo además de respetar como asesora se convirtió en una amiga para mí.
- A mi mejor amigo Luis por recordarme que hay vida más allá de los libros.
- A Xime que es una persona que me apoyo en este proceso y que me dio fortaleza para poder terminarlo.

- A todos aquellos compañeros y amigos que aportaron para que este trabajo llegara a su fin, y también para todos aquellos que me acompañaron en mi formación académica, los llevo en mi corazón, este trabajo es para ustedes.
- A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por ser el espacio donde crecí como profesional y como persona.

Tabla de contenido

<i>RESUMEN</i>	1
<i>ABSTRACT</i>	2
<i>INTRODUCCIÓN</i>	3
<i>MARCO TEÓRICO</i>	5
Generalidades del conejo.....	5
Alimentación.....	5
Sanidad.....	7
Situación actual de la producción cunicula.....	8
Panorama regional.....	9
Bondades de la carne de conejo y su consumo.	9
Problemática de la producción de carne de conejo	9
Enfermedades que afectan al conejo	10
Uso indiscriminado de antibióticos en conejos.....	11
Importancia del uso de plantas aromáticas en la producción de carne de conejo	11
Utilización de plantas aromáticas en la alimentación de conejos	12
Obtención de hidrolatos	12
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	13
Origen y distribución.....	13
Propiedades.....	13
Utilización del tomillo en la alimentación animal	14
<i>JUSTIFICACIÓN</i>	15
<i>OBJETIVOS</i>	16

Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
<i>HIPÓTESIS</i>	17
<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	18
Ubicación	18
Obtención de hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).....	18
Ensayo in vivo con conejos.....	19
Dietas.....	20
Parámetros productivos.....	23
Digestibilidad de la materia seca (DMS %).....	24
Calidad de la canal	26
Calidad de la carne.....	34
Análisis estadístico.....	35
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	37
Parámetros productivos.....	37
Mortalidad.....	39
Digestibilidad de materia seca	40
Calidad de la canal	44
Calidad de la carne.....	48
<i>CONCLUSIÓN</i>	50
<i>REFERENCIAS</i>	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del conejo <i>Oryctolagus cuniculus</i>	5
Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los conejos en las diferentes etapas fisiológicas.	6
Tabla 3. Requerimientos de fibra detergente neutra (FDN), fibra bruta (FB) y de la fibra detergente ácida (FDA) en las diferentes etapas fisiológicas del conejo	6
Tabla 4. Requerimiento de minerales y vitaminas de conejo en las diferentes etapas fisiológicas del conejo.....	7
Tabla 5. Clasificación taxonómica del tomillo.....	13
Tabla 6. Formulación y composición nutricional de dietas para conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>)	21
Tabla 7. Parámetros productivos a través del tiempo en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	38
Tabla 8. Calidad de la canal en conejos de engorda que consumieron alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	45
Tabla 9. Peso de las vísceras en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	47
Tabla 10. Cortes primarios de la canal en conejos de engordados con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	48
Tabla 11. Color y pH de carne de conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción mundial de carne de conejo.	8
Figura 2. Obtención de hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>) mediante un hidrodestilador.	18
Figura 3. Pesaje de animales a los 35 d de edad durante el destete.	19
Figura 4. Sexado de los animales destetados.	19
Figura 5. Aplicación de vacuna VEHC-2-BIVE para la prevención de la enfermedad hemorrágica viral tipo 2 de los conejos.	20
Figura 6. Identificación de los animales.	20
Figura 7. Pesaje de los ingredientes de cada una de las dietas.	22
Figura 8. Mezclado de ingredientes para elaboración de dietas, utilizando una máquina horizontal de doble hélice.	22
Figura 9. Peletizado de alimento en una máquina SKJ-120.	23
Figura 10. Alimentación diaria de animales que consumieron alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	24
Figura 11. Recolección total de heces de conejos en jaulas metabólicas, para prueba de digestibilidad.	25
Figura 12. Determinación de materia seca de heces y alimento.	25
Figura 13. Pesaje de los animales vivos previo a su traslado al Taller de Cárnicos.	26
Figura 14. Movilización de animales al taller de cárnicos en jaulas de transporte.	28
Figura 15. Medición del largo del animal.	28

Figura 16. Medición de la circunferencia a la altura de las vértebras lumbares del animal.	29
Figura 17. Separación de la piel de la canal.	29
Figura 18. Medición del largo de la canal.	30
Figura 19. Medición de la circunferencia de las vértebras lumbares de la canal.	30
Figura 20. Extracción de vísceras realizando una incisión desde la sínfisis púbica hasta la sínfisis mandibular.	31
Figura 21. Separación de los miembros pelvianos de la canal.	31
Figura 22. Pesaje de la canal caliente.	32
Figura 23. Conservación de las canales dentro de la cámara de refrigeración.	32
Figura 24. Pesado de la canal fría.	33
Figura 25. Obtención de cortes primarios de canal de conejo	33
Figura 26. Músculo Longissimus lumborum	34
Figura 27. Potenciómetro marca Hanna, modelo HI99163 (Hanna instruments, Cluj-Napoca, Rumania)	34
Figura 28. Colorímetro marca Linshang colorimeter (Shenzhen Lingshang Technology Co., Shenzhen, China)	35
Figura 29. Mortalidad en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	39
Figura 30. Digestibilidad de la materia seca en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	41
Figura 31. Consumo de alimento en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (<i>T. vulgaris</i>).	43

RESUMEN

La cunicultura en Mexico es una actividad ganadera con potencial de crecimiento, esto debido a su facilidad de manejo y versatilidad, atrayendo a productores de pequeña y mediana escala. Actualmente presenta multiples problemáticas en esta actividad como lo son: la presencia de enfermedades, la comercialización de la carne, así como el uso indiscriminado de antibioticos o coccidiostatos. Con el objetivo de analizar la inclusión de hidrolato de tomillo (*Thymus vulgaris*) en la alimentación de conejos durante la engorda sobre los parámetros productivos, digestibilidad, calidad de la canal y de la carne de conejo, para proponerlo como aditivo alimenticio. Esta investigación se realizó en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Cunicola (MEIEPC) del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Univerisad Autónoma del Estado de Hidalgo, se con 81 conejos híbridos de la raza Chinchilla, Nueva Zelanda y California, los cuales se dividieron en tres tratamientos, que como principal diferencia era la cantidad que contenia de hidrolato de tomillo, siendo que el tratamiento 1 no llevaba hidrolato de tomillo, el tratamiento 2 que llevaba 300 mL hidrolato de tomillo y el tratamiento 3 que llevaba 600 mL de hidrolato de tomillo, se midieron el consumo de alimento, peso de los animales, ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad, digestibilidad de la materia seca, calidad de la canal y calidad de la carne. Esta investigación demostró que la adición del hidrolato de tomillo en la alimentación de conejos de engorda mejoró el consumo de alimento de los animales, así también disminuyó la mortalidad de estos, no afectando el pH y el color de la carne, confirmando la hipótesis inicial. Sin embargo, se identificaron algunas limitaciones, lo que sugiere futuras líneas de estudio en el tema. Los resultados aportan evidencia para proponer el hidrolato de tomillo como aditivo alimenticio.

Palabras clave: Conejo, Tomillo, Hidrolato, Alimentación, Parámetros productivos, Calidad de la canal, Carne de conejo.

ABSTRACT

Rabbit farming in Mexico is a livestock activity with growth potential due to its ease of management and versatility, attracting small and medium-scale producers. However, it currently faces several challenges, including disease prevalence, meat marketing issues, and the indiscriminate use of antibiotics or coccidiostats. This study aimed to analyze the inclusion of thyme hydrolate (*Thymus vulgaris*) in the diet of fattening rabbits and its effects on productive parameters, digestibility, carcass quality, and meat quality, to propose it as a feed additive. The research was conducted at the Teaching, Research, and Extension Rabbit Production Module (TRERPM) of the Institute of Agricultural Sciences at the Autonomous University of the State of Hidalgo. Eighty-one hybrid rabbits of the Chinchilla, New Zealand, and California breeds were divided into three treatments, differing primarily in the amount of thyme hydrolate included: Treatment 1 contained no thyme hydrolate, Treatment 2 contained 300 mL of thyme hydrolate, and Treatment 3 contained 600 mL of thyme hydrolate. Measurements included feed intake, animal weight, weight gain, feed conversion ratio, mortality, dry matter digestibility, carcass quality, and meat quality. The study demonstrated that the addition of thyme hydrolate in the diet of fattening rabbits improved feed intake and reduced mortality, without negatively affecting meat pH or color, confirming the initial hypothesis. However, some limitations were identified, suggesting future research directions. The results provide evidence to propose thyme hydrolate as a feed additive.

Keywords: Rabbit, Thyme, Hydrolate, Feeding, Productive parameters, Carcass quality, Rabbit meat.

INTRODUCCIÓN

La carne de conejo es altamente valorada por su calidad y se transforma en diversos productos carnicos como jamones, salchichas o chorizos. México produce más de 15 mil t anuales, con Puebla, Tlaxcala, Jalisco y el Estado de México a la cabeza de esta industria (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

El estado de Hidalgo cuenta con un inventario de 40,000 hembras reproductoras que generan anualmente 2.56 millones de crías. Los productos derivados (carne, pieles y subproductos artesanales) se comercializan principalmente en el mercado local y la capital del país. Hidalgo cuenta con más de mil productores dedicados a la crianza de conejos, actividad que actualmente se promueve a nivel nacional como una opción estratégica para reducir los niveles de pobreza, proveer alimentos de alto valor nutricional y crear fuentes de empleos en comunidades rurales (Agenda Hidalguense, 2015).

La carne de conejo además de ser de fácil digestión, presenta altos niveles de magnesio, hierro, zinc y vitaminas del grupo B. Aproximadamente, en México cada persona consume un aproximado de 128 g de carne de conejo al año (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

La sanidad en la producción cunícula es muy importante ya que permite el control de diferentes problemáticas que amenazan las producciones, como la presencia de enfermedades y el uso indiscriminado de antibióticos y coccidiostatos (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, 2025).

Una opción viable para contrarrestar estas amenazas es el uso de las plantas aromáticas en la alimentación de los conejos, con resultados benéficos en la salud de los animales, tales como efectos antimicrobianos, acción antiinflamatoria y mejoras en la producción como el crecimiento y la eficiencia alimenticia; también se ha comprobado que la calidad de la carne presenta cambios gracias a la oxidación lipídica y el perfil de ácidos grasos (Herrera Soto *et al.*, 2018).

El tomillo contiene compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, los cuales presentan beneficios para los conejos, disminuyendo la colonización de *E. coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus*; substancias como el ácido rosmarínico y los flavonoides (apigenina, luteolina) presentan efectos antioxidantes y antiinflamatorios (Stahl-

Biskup & Venskutonis, 2012). De acuerdo con Brenes and Roura (2010) el tomillo también fomenta el aumento de la población de *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacterium spp.*

MARCO TEÓRICO

Generalidades del conejo

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es originario del sur de Europa y norte de África (SEMARNAT, 2025), a continuación, se menciona la clasificación taxonómica del conejo en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación taxonómica del conejo *Oryctolagus cuniculus*

Reino:	Animalia
Phylum:	Craniata
Clase:	Mammalia
Orden:	Lagomorpha
Familia:	Leporidae
Género:	<i>Oryctolagus</i>
Especie:	<i>Cuniculus</i>

Fuente: SEMARNAT, 2016

El conejo puede alcanzar una longitud de 35 a 45 cm y un peso de 1.35 a 2.25 kg a los 70 d de edad, cuenta con sentidos del oído y del olfato bien desarrollados, posee diversas formas de comunicación, desde vocalizaciones, hasta golpes con las extremidades posteriores. Del mamífero en cuestión se utiliza además de su carne para consumo humano, su piel, pelo, patas y cola, como materias primas que se destinan a la industria de la vestimenta para su transformación. Asimismo, sus huesos se utilizan en la elaboración de artesanías y su excremento se utiliza como fertilizante de hortalizas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Alimentación

Las necesidades nutricionales de los conejos son diferentes según la etapa en que se encuentren los animales, tomando en cuenta energía, proteína y aminoácidos específicos

como lisina, metionina y cistina (Tabla 2), fibra (Tabla 3), además de vitaminas y minerales (Tabla 4).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales de los conejos en las diferentes etapas fisiológicas

Etapa	Energía digestible (kcal kg MS)	Proteína (%)	Lisina (%)	Metionina + Cistina (%)
Mantenimiento	2,000 - 2,200	12 - 14	0.45	0.50
Crecimiento	2,500 - 2,700	16 - 18	0.75	0.60
Gestación	2,400 - 2,600	15 - 17	0.60	0.55
Lactancia	2,700 - 2,900	17 - 20	0.85	0.65

Fuente: de Blas & Wiseman, 2020

Tabla 3. Requerimientos de fibra detergente neutra (FDN), fibra bruta (FB) y de la fibra detergente ácida (FDA) en las diferentes etapas fisiológicas del conejo

Etapa	Fibra Detergente Neutra (FDN)	Fibra Bruta Mínima (FB)	Fibra Detergente Ácida (FDA)
	%		
Conejos en crecimiento (destete – 12 semanas)	25 – 35	12 – 16	15-22
Conejos adultos (mantenimiento)	30 – 40	14 – 18	18-25
Conejas gestantes	28 – 35	12 – 16	14-20
Conejas lactantes	25 – 32	10 – 14	12-18
Machos reproductores	30 – 38	14 – 17	16-23

Fuente: de Blas & Wiseman, 2020

Tabla 4. Requerimiento de minerales y vitaminas de conejo en las diferentes etapas fisiológicas del conejo

Vitamina	Unidad	Conejos en Crecimiento	Conejos Adultos	Conejas Gestantes /Lactantes	Límite Máximo Seguro
Vitamina A	UI	6,000 – 10,000	5,000 – 8,000	8,000 – 12,000	30,000
Vitamina D₃	UI	800 – 1,200	800 – 1,000	1,000 – 1,500	2,000
Vitamina E	mg	30 – 50	20 – 40	40 – 60	300
Vitamina K	mg	1 – 2	1 – 2	2 – 3	–
Tiamina (B₁)	mg	1 – 2	1 – 2	2 – 3	–
Riboflavina (B₂)	mg	3 – 6	3 – 5	5 – 8	–
Niacina (B₃)	mg	30 – 50	20 – 40	40 – 60	–
Ácido pantoténico (B₅)	mg	10 – 20	8 – 15	15 – 25	–
Piridoxina (B₆)	mg	1 – 2	1 – 2	2 – 3	–
Biotina (B₇)	µg	100 – 200	100 – 200	200 – 300	–
Ácido fólico (B₉)	mg	0.5 – 1	0.5 – 1	1 – 2	–
Cobalamina (B₁₂)	µg	10 – 20	10 – 20	20 – 30	–
Colina	mg	1,000 – 1,500	800 – 1,200	1,200 – 1,800	–

Fuente: de Blas & Wiseman, 2020

El consumo de agua diario es de 100 a 600 mL por conejo, si bien esto podría variar según sea el peso y la dieta (de Blas & Wiseman, 2020).

Sanidad

Según el manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo, la bioseguridad consiste en un conjunto de normas, técnicas y protocolos de manejo aplicados de manera sistemática, destinados a evitar la entrada o propagación de agentes infecciosos en granjas pecuarias; su fin principal es salvaguardar la salud animal, reduciendo el riesgo de contagio de enfermedades entre animales y de zoonosis (transmisión a humanos) a través de manos, ropa o equipos contaminados; por lo tanto, para mantener la inocuidad de la producción, se debe de tener en cuenta la higiene del personal, como el colocar instrucciones de higiene en

zonas accesibles, la vestimenta y el calzado del personal debe de ser exclusivo de la producción, asimismo quienes manipulen animales deben estar formados en sanidad, bienestar animal e higiene alimentaria, y se debe de mantener una limpieza rigurosa de las instalaciones para evitar contaminación cruzada entre animales y humanos (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria, 2025).

Situación actual de la producción cunicula.

La producción cunícola destaca por su gran potencial dentro de la ganadería, dada su manejabilidad y adaptabilidad, cualidades que captan el interés de productores de diversos tamaños. Su producto principal, la carne de conejo, es reconocida por su alta calidad y sirve como base para una diversificación en productos procesados, incluyendo jamón, salchichas y chorizos. México figura como un productor relevante con una cosecha que excede las quince mil t al año, donde los estados de Puebla, Tlaxcala, Jalisco y el Estado de México se posicionan a la vanguardia de esta actividad económica (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

En la **Fig. 1** se observa que la producción mundial de conejo en el año 2023 fue de 850 mil t, y se presentó una disminución de 5.71 % con respecto al año 2018 (901.5 mil t) (Orús, 2018).

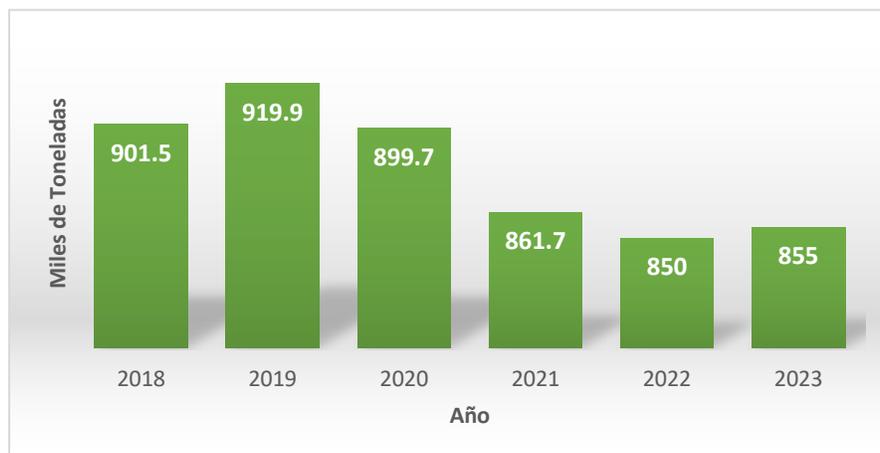


Figura 1. Producción mundial de carne de conejo.

Panorama regional

De acuerdo con reportes de la Dirección General de Ganadería de Hidalgo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDAGRO), Hidalgo se posiciona entre los principales estados productores de carne cunícola en México, junto con Puebla, Tlaxcala, Morelos, Ciudad de México, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Jalisco y Estado de México. El estado de Hidalgo cuenta con un inventario de 40,000 hembras reproductoras que generan anualmente 2.56 millones de crías. Los productos derivados (carne, pieles y subproductos artesanales) se comercializan principalmente en el mercado local y la capital del país. Autoridades de la dependencia señalaron que Hidalgo cuenta con más de mil productores dedicados a la crianza de conejos, actividad que actualmente se promueve a nivel nacional como una opción estratégica para reducir los niveles de pobreza, proveer alimentos de alto valor nutricional y crear fuentes de empleos en comunidades rurales (Agenda Hidalguense, 2015).

Bondades de la carne de conejo y su consumo.

La carne de conejo además de ser fácil la digestión de la misma tiene altos niveles de magnesio, hierro, zinc y vitaminas del grupo B, estas son importantes para la producción de glóbulos rojos y tener un equilibrio orgánico correcto. Gracias a su riqueza en proteínas, la carne de conejo resulta ideal para deportistas que buscan fortalecer sus músculos y mejorar su rendimiento. En México, cada persona consume aproximadamente 128 g al año de este nutritivo alimento (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2024).

Problemática de la producción de carne de conejo

Las principales enfermedades que afectan a la producción de carne de conejo son la enfermedad hemorrágica viral, la pasteurelisis, la coccidiosis, la infestación por ácaros - principalmente la sarna psoróptica de las orejas- (Nowland *et al.*, 2015), y la enteropatía epizoótica cunícola (Licois *et al.*, 2005), las cuales generan pérdidas a las producciones, afectando a la ganancia de peso y con esto las ganancias monetarias.

Otro de los problemas que se pueden encontrar son relativos a la comercialización de la carne de conejo: las características del mercado, la estacionalidad y la demanda; por ejemplo, en días festivos como la Semana Santa se busca una alternativa de consumo de las carnes rojas. En algunos lugares del mundo se percibe a la carne del conejo como exótica, además de que, en cuestión de los precios, ésta compite con la carne de pollo, que es más barata en comparación con otras carnes del mercado (Adanguidi, 2020).

Enfermedades que afectan al conejo

Dentro de las enfermedades que más afectan al conejo está la Enfermedad Hemorrágica Viral (RHDV2), cuyo agente es un *Lagovirus*. La signología que presentan los animales afectados incluye hemorragias nasales, hepáticas y esplénicas; afecta a gazapos de menos de 2 meses, la transmisión es de contacto directo, por medio de fómites, insectos, para su prevención es importante el uso de vacunas bivalentes.

La pasteurelosis es una enfermedad bacteriana provocada por *Pasteurella multocida*, su forma clínica se presenta como rinitis y neumonía, además de que un 60 % de portadores son asintomáticos, un factor de riesgo que debemos de tener en cuenta de esta enfermedad es el hacinamiento y el estrés (Licois *et al.*, 2005).

La enteropatía epizoótica del conejo es un trastorno digestivo agudo que afecta principalmente a conejos jóvenes y está vinculado a alteraciones microbianas intestinales inducidas por dietas inadecuadas y estrés; genera pérdidas económicas significativas en la cunicultura. No tiene un patógeno único, sino que surge de un desequilibrio de la microbiota intestinal; *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli* son los patógenos dominantes. Los cambios bruscos de alimentación, las dietas altas en carbohidratos y el hacinamiento, también el estrés post-destete son causas de la enteropatía epizoótica del conejo (Licois *et al.*, 2005).

Dentro de las enfermedades parasitarias, la más importante es la coccidiosis causada por protozoarios del género *Eimeria* spp.; las especies principales son *E. media* (intestinal) y *E. stiedae* (hepática). Esta enfermedad genera un impacto de un 30% de reducción en la

ganancia de peso y produce diarrea sanguinolenta en gazapos; para su control se hace el uso de anticoccidiales (toltrazuril) y el cuidado de la higiene de la jaula, evitando la humedad a toda costa. Dentro de los parásitos externos se encuentran los ácaros (*Cheyletiella parasitovorax*), los signos es caspa y prurito. También nos podemos encontrar con ácaros como lo son *Psoroptes cuniculi* el cual se transmite por contacto directo y causa otitis externa intensamente dolorosa y con picor descamación de la piel, pérdida de pelo, puede presentar infestaciones en diferentes partes del cuerpo del animal (Varga, 2014). También con el ácaro *Sarcoptes scabiei* conocido como sarcopte o arácnido de la sarna, la signología que presentan los animales infectados es prurito, lesiones cutáneas como costras gruesas y amarillentas principalmente en orejas, nariz, patas y genitales, pérdida de pelo y enrojecimiento de la piel; para el tratamiento de estas acarosis se puede utilizar ivermectina o selamectina (Nowland *et al.*, 2015).

Uso indiscriminado de antibióticos en conejos

Derivado del uso indiscriminado de antibióticos y coccidiostatos, los microorganismos han presentado resistencia, lo cual nos genera un peligro inminente en la salud animal, la salud pública y el medio ambiente. Estas acciones generan el desarrollo de patógenos resistentes a los antibióticos por lo que en un futuro dejará vulnerables ante una posible aparición de patógenos resistentes a todos los antimicrobianos existentes a la fecha (Organización Mundial de la Salud, 2020). Estas problemáticas conllevan a buscar alternativas diferentes para combatir a estos microorganismos, como lo es el uso de plantas aromáticas, ya que diferentes estudios que han utilizado diferentes plantas en conejos han tenido resultados favorables ante diferentes enfermedades.

Importancia del uso de plantas aromáticas en la producción de carne de conejo

Años atrás se comenzaron a utilizar plantas aromáticas en la alimentación de los conejos obteniendo resultados benéficos para los mismos. Se ha demostrado que con el uso de plantas aromáticas se pueden obtener beneficios en la salud de los animales, como efectos

antimicrobianos, acción antiinflamatoria, mejoras en la producción como el crecimiento y la eficiencia alimenticia, también se ha comprobado que la calidad de la carne presenta cambios gracias a la oxidación lipídica y el perfil de ácidos grasos (Herrera Soto *et al.*, 2018).

Utilización de plantas aromáticas en la alimentación de conejos

Ya se han reportado diferentes resultados benéficos del uso de diversos derivados de plantas aromáticas en la alimentación de conejos, como es el caso del aceite esencial de orégano, dando resultados como una mejora en la ganancia de peso y reduciendo las bacterias patógenas como *E. coli* (Botsoglou *et al.*, 2004).

Otra investigación en la cual se incluyeron jengibre y romero como antioxidantes en dietas para conejos que están bajo estrés térmico, arrojó resultados favorables, reduciendo el estrés oxidativo y mejorando la inmunidad de los animales (Elazab *et al.*, 2022).

Badr (2020) menciona que el uso de las semillas de hinojo en la alimentación de conejas lactantes mejora la producción de leche y también disminuyó la mortalidad de los gazapos.

Obtención de hidrolatos

La hidrodestilación es el proceso donde el material vegetal se somete a un proceso de arrastre a través del vapor de agua, mediante ebullición. Los compuestos volátiles se evaporan junto con el vapor de agua y luego se condensan. Existen dos tipos de hidrodestiladores, basados en su mecanismo de acción: por inmersión y por arrastre de vapor (Can & Gerhard Buchbauer, 2015).

De acuerdo con Shaaban *et al.*, (2012) la hidrodestilación se define como la técnica de extracción de aceites esenciales mediante arrastre por vapor de agua, basada en la ley de Dalton (presión de vapor de mezclas inmiscibles). También menciona que la hidrodestilación

es uno de los métodos más accesibles para extraer aceites esenciales y que es adecuado para extraer estos elementos de materiales vegetales frescos o secos.

Tomillo (*Thymus vulgaris*)

El tomillo es una planta aromática la cual pertenece al reino Plantae. Su clasificación taxonómica se puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación taxonómica del tomillo

Reino	Plantae
Familia	Lamiaceae (Labiadas)
Género	Thymus
Especie	<i>Thymus vulgaris</i> L.

Fuente: (Zubair Ashraf & Ramasamy, 2024)

Origen y distribución

El origen del tomillo está en la región mediterránea del sur de Europa y del norte de África, su hábitat natural es en los suelos calcáreos, secos y bien drenados, laderas rocosas, matorrales y bosques abiertos; los climas en donde esta planta se encuentra son los áridos o semiáridos, además de que es resistente a la sequía. El tomillo es utilizado en cocina y medicina por los seres humanos (Zubair Ashraf & Ramasamy, 2024).

Propiedades

El tomillo contiene compuestos bioactivos - sustancias químicas que se encuentran en pequeñas cantidades en las plantas y ciertos alimentos - que le dan propiedades antimicrobianas, disminuyendo la colonización de *E. coli* y *Salmonella*. Estas sustancias incluyen flavonoides como la apigenina y la luteolina, que tienen actividad antiinflamatoria y el ácido rosmarínico, el cual funciona como un potente antioxidante. También el tomillo estimula enzimas digestivas: aumenta la actividad de lipasas, amilasas y proteasas en el

intestino delgado (Stahl-Biskup & Venskutonis, 2012). De acuerdo con Brenes and Roura (2010) el tomillo aumentó la población de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*.

Utilización del tomillo en la alimentación animal

El uso del tomillo en la alimentación de pollos de engorda arrojó resultados favorables en el crecimiento de los animales, aumentando de la actividad antioxidante y reducción de patógenos como *E. coli* y *Salmonella* spp. (Golshahi et al., 2024). De acuerdo con Burke et al. (2009) el uso del tomillo en conjunto con otras plantas presentó un buen efecto antiparasitario, con una buena efectividad contra *Haemonchus contortus*. El uso del tomillo en la alimentación de tilapia demostró un aumento en la respuesta inmune y resistencia a enfermedades bacterianas (Moraes Ramos et al., 2019).

JUSTIFICACIÓN

Derivado del uso indiscriminado de antibióticos y coccidiostatos en la alimentación animal, los microorganismos han presentado resistencia a dichos fármacos, lo cual genera un peligro inminente en la salud animal, la salud pública y también en el medio ambiente (World Health Organization, 2020). Estos efectos inciden en la búsqueda de alternativas que permitan combatir estas problemáticas; una opción viable es el uso de plantas aromáticas en la alimentación de los conejos de engorda, con la finalidad de utilizar las diferentes propiedades de las plantas para beneficio de la salud de los animales y así poder disminuir el uso de antibióticos y coccidiostáticos.

Se han reportado los beneficios al utilizar plantas aromáticas en la alimentación de conejos, como es el uso de aceite esencial de orégano, mejorando en la ganancia de peso y disminución de bacterias patógenas como es el caso de *E. coli* (Botsoglou *et al.*, 2004). El uso del jengibre y romero como antioxidantes en dietas para conejos que están bajo estrés térmico, se obtuvieron resultados favorables reduciendo el estrés oxidativo y mejorando la inmunidad de los animales (Elazab *et al.*, 2022). Badr (2020) menciona que el uso de las semillas de hinojo en la alimentación de conejas lactantes mejora la producción de leche y también disminuyó la mortalidad de los gazapos. Estas investigaciones llevan a buscar plantas aromáticas que tengan propiedades que puedan llegar benéficas para los conejos; en la búsqueda se encontró al tomillo (*T. vulgaris*), el cual tiene compuestos bioactivos que presentan beneficios para los conejos, con propiedades antioxidantes y antimicrobianas, disminuyendo la colonización de *E. coli*, *Salmonella* spp. y *Staphylococcus aureus*, como el ácido rosmarínico y flavonoides (apigenina, luteolina); además, ambos compuestos presentan efectos antioxidantes y antiinflamatorios (Stahl-Biskup & Venskutonis, 2012). De acuerdo con Brenes and Roura (2010) el tomillo también promueve el aumento de la población de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*. Ya se han reportado algunas investigaciones del uso de tomillo en diferentes animales, como el trabajo de Deeb *et al.*, (2024) en el que el uso de tomillo en pollos de engorda aumentó la inmunidad, la productividad y la salud general de las aves.

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la inclusión de hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) en la alimentación de conejos durante la engorda, sobre los parámetros productivos, digestibilidad, calidad de la canal y de la carne de conejo, para proponerlo como aditivo alimenticio.

Objetivos específicos

- Evaluar el hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) sobre los parámetros productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y mortalidad) al incluirlo en la alimentación de conejos durante la etapa de engorda, para proponerlo como aditivo.
- Determinar el efecto de la inclusión del hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) en la alimentación de conejos durante la engorda, sobre la calidad de la canal y de la carne de conejo, para proponerlo como aditivo.
- Evaluar el efecto del hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) sobre la digestibilidad de conejos durante la etapa de engorda, para proponerlo como aditivo.

HIPÓTESIS

Incluir hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) como aditivo en la alimentación de conejos durante la engorda mejora los parámetros productivos, digestibilidad de la materia seca, calidad de la canal, calidad de la carne y disminuye la mortalidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

Esta investigación se realizó en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Cunícola (MEIEPC), en el Taller de Cárnicos y en el Laboratorio de Nutrición y Reproducción Animal (docencia), pertenecientes al Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), ubicado en el municipio de Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hgo., en 20°03'40''N de latitud y 98 °23'00''O de longitud (UAEH, 2025).

Obtención de hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*)

Se pesaron y colocaron 300 g de tomillo (*T. vulgaris*) molido y deshidratado con 4 L de agua en un hidrodestilador de la marca Niangge (Dongguan Niangge Machinery Equipment Co, Beijing, China) (**Fig.2**), se mantuvo a una temperatura de 90 °C, durante 5 h, hasta recuperar 2 L de hidrolato, para posteriormente almacenarlo en un recipiente cerrado.



Figura 2. Obtención de hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*) mediante un hidrodestilador.

Ensayo in vivo con conejos

Se realizó el destete a los 35 d de edad, los animales se pesaron (Fig. 3), sexaron (Fig. 4), y vacunaron con el biológico VEHC-2-BIVE (Lote 4810027-Caducidad Jul26) (Fig. 5). Posteriormente se trabajó con 81 animales híbridos de Chinchilla, Nueva Zelanda y California, los cuales se distribuyeron completamente al azar en 3 tratamientos (T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de *T. vulgaris* y T3: 600 mL hidrolato de *T. vulgaris*), con 3 repeticiones de 9 animales cada una. Todos los animales fueron identificados (Fig. 6), pesados, sexados, vacunados y alojados en jaulas de alambre galvanizado de 90 x 60x 40 cm, previamente lavadas, desinfectadas y acondicionadas con bebederos automáticos y comederos de tolva.



Figura 3. Pesaje de animales a los 35 d de edad durante el destete.



Figura 4. Sexado de los animales destetados.



Figura 5. Aplicación de vacuna VEHC-2-BIVE para la prevención de la enfermedad hemorrágica viral tipo 2 de los conejos.



Figura 6. Identificación de los animales.

Dietas

Para la alimentación de los animales se diseñaron tres dietas a las cuales se les añadieron diferentes cantidades de hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*). Para la composición nutricional de ingredientes se consideraron los valores de las tablas FEDNA (2019) y se contemplaron los requerimientos nutricionales de animales de crecimiento de acuerdo con De Blas (2020).

Todas las dietas fueron isoproteicas bruta (16 %), isoenergéticas digestible (2.5 Mcal Kg MS⁻¹), isofibrosas detergente neutro (32 %) y detergente ácido (16 %), 0.80% de Ca y 0.40% de P, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Formulación y composición nutricional de dietas para conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*)

Ingredientes	Tratamientos ¹		
	T1	T2	T3
		BH (g)	
Maíz	1020	1020	1020
Sorgo	203	203	203
Granos secos de destilería	479	479	479
Pasta de soya	1504	1504	1504
Salvado de trigo	3529	3529	3529
Cascarilla de soya	898	898	898
Cáscara de naranja	502	502	502
Premezcla mineral	274	274	274
Paja de cereales	964	964	964
Melaza de caña	364	364	364
Hidrolato de tomillo	0	300	600
Agua	600	300	0
Aceite de soya	264	264	264

¹T1: agua, T2: 300 mL hidrolato de *T. vulgaris* y T3: 600 mL hidrolato de *T. vulgaris*, BH: Base húmeda

Los ingredientes fueron pesados con una balanza granataria (Fig. 7) y mezclados con una máquina horizontal de doble hélice ASF modelo MZ50 (Molinos y Mezcladoras Industriales S. A. de C. V., México) (Fig. 8), posteriormente se realizó el peletizado con una peletizadora SKJ-120 (Yuezhen Machinery Co., Shandong, China) (Fig. 9).



Figura 7. Pesaje de los ingredientes de cada una de las dietas



Figura 8. Mezclado de ingredientes para elaboración de dietas, utilizando una máquina horizontal de doble hélice.



Figura 9. Peletizado de alimento en una máquina SKJ-120.

Parámetros productivos

Consumo de alimento: Se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado, mediante una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México) para posteriormente ser registrado, con la finalidad de cuantificar por diferencia el alimento consumido (**Fig. 10**).

Peso de los animales: Los animales se pesaron semanalmente en una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México); el peso inicial se obtuvo al momento del destete. El peso final se registró a los 28 d de engorda. El peso total ganado se obtuvo de la diferencia del peso final y el peso inicial.

Ganancia de peso: Para calcular la ganancia diaria de peso (GDP) se consideró la diferencia del peso por semana y se dividió entre el número de días.

Conversión alimenticia: Con lo anterior la conversión alimenticia se obtuvo dividiendo el consumo total entre el peso total ganado.

Mortalidad: Se calculó la mortalidad contabilizando el número de animales que se encontraban en cada jaula y en caso de que se presentara una baja se anotaba el día y la jaula en donde se encontraba, esto repitiéndose diariamente hasta el día de darles muerte. Al terminar la engorda se utilizó la siguiente fórmula para el porcentaje de mortalidad:

$$Mortalidad (\%) = \left(\frac{\text{Animales muertos}}{\text{Animales iniciales}} \right) \times 100$$



Figura 10. Alimentación diaria de animales que consumieron alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Digestibilidad de la materia seca (DMS %)

A los 21 d de engorda, 7 animales de cada tratamiento se alojaron en jaulas metabólicas de manera individual, se pesaron con ayuda de una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México) durante 7 d y se registró el alimento ofrecido y rechazado, para calcular el consumido.

Se obtuvo una muestra representativa del alimento de cada tratamiento y así también la colección total de heces para determinar la materia seca (%) durante los 7 días (Fig. 11).

Posteriormente las muestras se deshidrataban con ayuda de un horno de secado modelo HCF82D (Riossa Digital, México) a 60°C durante 48 h (Fig. 12).

Para calcular la digestibilidad de la materia seca DMS (%) se consideró la concentración de la MS (%) tanto de heces como de alimento, así como el consumo diario.



Figura 11. Recolección total de heces de conejos en jaulas metabólicas, para prueba de digestibilidad.

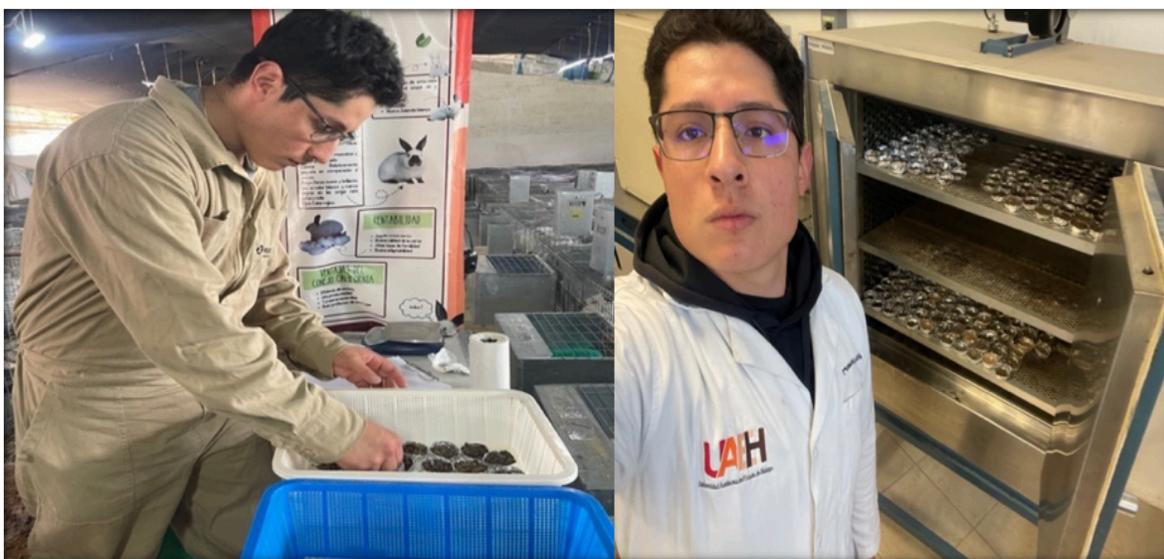


Figura 12. Determinación de materia seca de heces y alimento.

Calidad de la canal

Al término de 31 d de engorda los animales se pesaron (**Fig. 13**) con una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México) para obtener el peso vivo y posteriormente se trasladaron al Taller de Cárnicos en jaulas de plástico de 97 x 58 x 28 cm (**Fig. 14**).



Figura 13. Pesaje de los animales vivos previo a su traslado al Taller de Cárnicos.

Largo del animal:

Se midió sujetando el conejo de los miembros pelvianos y se midió desde el atlas hasta el inicio de las vértebras caudales (**Fig. 15**).

Circunferencia lumbar:

Se midió la circunferencia a la altura de las vértebras lumbares del animal vivo (**Fig. 16**).

Matanza de los animales

- Se les dio muerte a los animales de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO-2014 (Diario Oficial de la Federación, 2015).
- Se retiró la piel del animal y se pesó (**Fig. 17**).

- Se midió el largo (**Fig. 18**) y la circunferencia de la canal con ayuda de otra cinta métrica (**Fig. 19**).
- Se realizó una incisión desde la sínfisis púbica y hasta la sínfisis mandibular (**Fig. 20**) con el objetivo de poder retirar las vísceras del animal, las cuales se pesaron en su totalidad y posteriormente por separado (tracto digestivo, pulmones, corazón, riñones, bazo, vejiga llena, vejiga vacía e hígado).
- Se cortaron las manos a la altura de la articulación del carpo.
- Se cortaron los pies a la altura de la articulación del tarso, para ser pesadas en conjunto con las manos (**Fig. 21**).

El cuerpo vacío de los animales se pesó, con la finalidad de registrar el peso de canal caliente (**Fig. 22**), la cual fue conservada en cámara fría a 4°C durante 24 h (**Fig. 23**), posteriormente se pesó para registrar el peso de canal fría (**Fig. 24**).

Se calculó el rendimiento de la canal caliente con la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento de la canal caliente} = \frac{\text{Peso de la canal caliente} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

Se calculó el rendimiento de la canal fría con la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento de la canal fría} = \frac{\text{Peso de la canal fría} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

Se calculó la pérdida por goteo utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdida por goteo} = \frac{\text{Peso de la canal caliente} - \text{Peso de la canal fría}}{\text{Peso canal caliente}}$$

Para la obtención de los cortes primarios correspondientes a esta especie:

Se separó la grasa escapular, grasa renal, cabeza (corte en articulación atlanto-occipital), parte anterior (corte entre la sexta y séptima costilla), parte media (corte en la última costilla), parte posterior (corte en la inserción de las piernas) y piernas, cada sección de la canal fue pesada. De acuerdo con De Blas (2020) las piernas se deshuesaron para separar grasa, hueso y carne, con la finalidad de conocer la proporción de cada una (Fig. 25).



Figura 14. Movilización de animales al taller de cárnicos en jaulas de transporte.



Figura 15. Medición del largo del animal.



Figura 16. Medición de la circunferencia a la altura de las vértebras lumbares del animal.



Figura 17. Separación de la piel de la canal.



Figura 18. Medición del largo de la canal.



Figura 19. Medición de la circunferencia de las vértebras lumbares de la canal.



Figura 20. Extracción de vísceras realizando una incisión desde la sínfisis púbica hasta la sínfisis mandibular.



Figura 21. Separación de los miembros pelvianos de la canal.



Figura 22. Pesaje de la canal caliente.



Figura 23. Conservación de las canales dentro de la cámara de refrigeración.



Figura 24. Pesado de la canal fría.

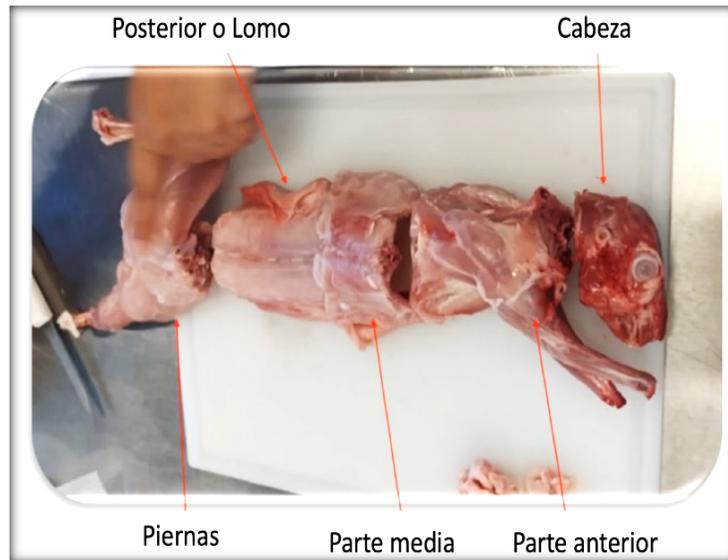


Figura 25. Obtención de cortes primarios de canal de conejo

Calidad de la carne

La medición de la calidad de la carne se realizó posteriormente a 24 h de dar muerte a los animales, en el músculo *Longissimus lumborum* (**Fig. 26**) en donde se midió el pH con un potenciómetro marca Hanna, modelo HI99163 (Hanna instruments, Cluj-Napoca, Rumania) (**Fig. 27**), y el color de acuerdo al espacio de color CIEL*a*b* usando iluminante estándar D65, apertura de ocho milímetros y observador de 10°, con un colorímetro marca Linshang colorimeter (Shenzhen Lingshang Technology Co., Shenzhen, China) (**Fig. 28**) como lo describe King *et al.*, (2023).



Figura 26. Músculo Longissimus lumborum



Figura 27. Potenciómetro marca Hanna, modelo HI99163 (Hanna instruments, Cluj-Napoca, Rumania)



Figura 28. Colorímetro marca Linshang colorimeter (Shenzhen Lingshang Technology Co., Shenzhen, China)

Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar, y los datos se evaluaron empleando un análisis de varianza. Bajo el siguiente modelo lineal general (GLM) para la calidad de la canal y de la carne:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + E_{ijk}$$

Así como un modelo anidado para parámetros productivos y digestibilidad:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_j + Tx(T_j) + E_{ijk}$$

Donde: Y_{ij} = variable dependiente para la k -ésima repetición, en el j -ésimo día, dentro del i -ésimo tratamiento, μ = Media de la población, β_i = Efecto fijo (tratamiento), es la desviación de la media del i -ésimo tratamiento con respecto a la media general. $\beta_i(T_j)$ indica el tiempo anidado en el tratamiento, es la desviación de la media en el j -ésimo momento dentro del i -ésimo tratamiento con respecto a la media de i -ésimo tratamiento. and E_{ijk} = error experimental asociado a cada observación.

Todos los datos se analizaron en el *software* Minitab 20.3 (Minitab LCC, PA, Estados Unidos de América) y se utilizó una prueba de Fisher para evaluar las diferencias significativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros productivos

El evaluar los parámetros productivos en la engorda contribuye a tener datos reales, los cuales ayudan a poder tomar decisiones asertivas y concretas, esto con la finalidad de disminuir pérdidas y hacer la producción más rentable (Lebas et al., 1997). En la Tabla 7 se presentan los resultados de los parámetros productivos, en donde se observa que los tratamientos con 300 mL y 600 mL de hidrolato de tomillo presentaron un mayor consumo de alimento, en comparación con el tratamiento sin hidrolato de tomillo ($P < 0.05$).

En cuanto al peso de los conejos, en la semana 4 de la engorda, los animales del tratamiento sin hidrolato de tomillo obtuvieron el mayor peso, además de obtener la mejor conversión alimenticia ($P < 0.05$).

Los resultados de la ganancia diaria de peso muestran que en la segunda y tercera semana los animales con el tratamiento sin hidrolato de tomillo y el tratamiento con 300 mL de hidrolato de tomillo fueron los que ganaron mayor peso.

En una investigación realizada por Khattak et al (2014) al evaluar una mezcla natural de aceites esenciales de albahaca (*Ocimum basilicum*), alcaravea (*Carum carvi*), laurel (*Laurus nobilis*), limón (*Citrus limon*), orégano (*Origanum vulgare*), salvia (*Salvia officinalis*) y tomillo (*T. vulgaris*) en pollos de engorda, observaron un mejor consumo de alimento.

Tabla 7. Parámetros productivos a través del tiempo en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Semana	Tratamientos ¹			
	T1	T2	T3	EEM ²
Consumo (g)				
1	84.78 ^C	91.13 ^B	92.54 ^B	4.52
2	90.75 ^{BC}	97.32 ^B	92.53 ^B	4.52
3	102.92 ^{ABb}	122.44 ^{Aa}	126.02 ^{Aa}	4.52
4	109.72 ^{Ab}	111.16 ^{Ab}	135.68 ^{Aa}	4.52
EEM	4.52	4.52	4.52	
Peso (g)				
1	977.87 ^D	970.73 ^D	973.26 ^D	18.4
2	1271.13 ^C	1228.92 ^C	1227.56 ^C	21.76
3	1561.00 ^B	1530.96 ^B	1551.41 ^B	26.76
4	1847.42 ^{Aa}	1715.92 ^{Ab}	1779.7 ^{Aab}	28.56
EEM	25.65	25.35	20.63	
Ganancia diaria de peso (g)				
1	56.58 ^A	57.22 ^A	57.04 ^A	2.02
2	41.89 ^{Ba}	36.88 ^{BCab}	36.32 ^{Cbc}	1.53
3	41.41 ^{Bab}	43.71 ^{Bab}	46.26 ^{Ba}	1.67
4	40.91 ^{Ba}	28.62 ^{Dbc}	32.61 ^{CDb}	1.78
EEM	1.62	1.86	1.77	
Conversión Alimenticia				
	2.26 ^c	2.65 ^b	2.89 ^a	0.06

¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600mL hidrolato de tomillo. ²EEM: Error estándar de la media ^{AB} Literales mayúsculas indican diferencia estadística a través del tiempo (P<0.05).

^{ab} Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

Además, el hidrolato de tomillo pudo haber afectado la fermentación que se genera en el ciego y también la cecotrofia, lo que afecta los procesos bioquímicos que pudieron haber interferido en los parámetros productivos (Jaramillo B., 2019).

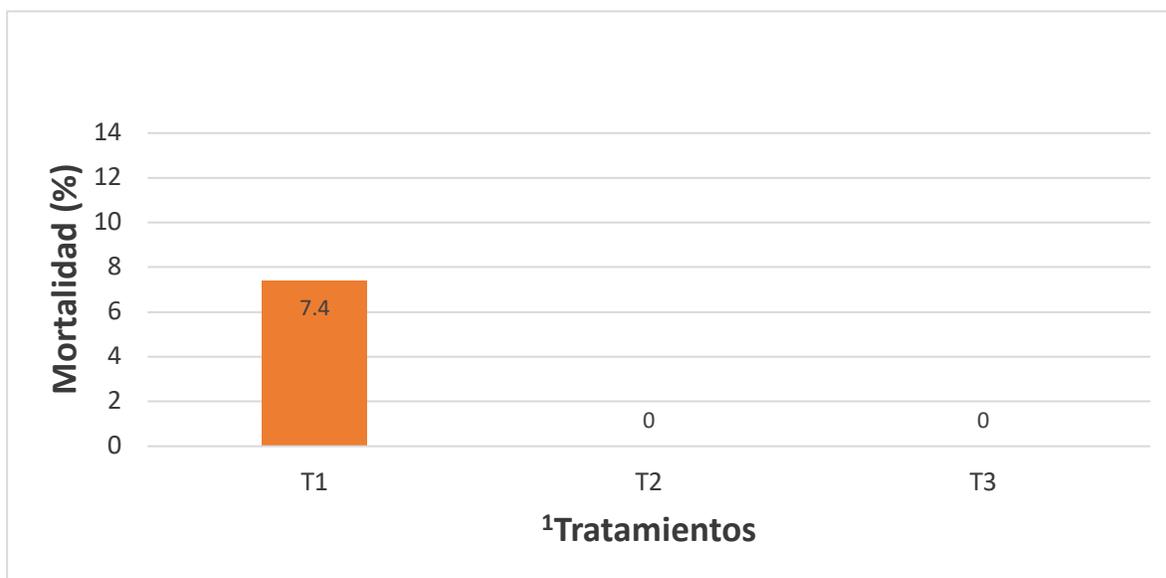
Los resultados de ganancia diaria de peso son similares a los obtenidos por Insuasty-Santacruz et al. (2018), en donde se reportan las diferencias de adicionar laurel, tomillo y

zanahoria a la alimentación de conejos, en donde se observa que la adición de tomillo no mejoro la ganancia diaria de peso como se muestra en los resultados.

Mortalidad

De acuerdo con Mels et al. (2023) la importancia de medir la mortalidad en las producciones radica en poder detectar problemas como enfermedades o deficientes prácticas de manejo de los animales y así poder buscar soluciones a las mismas.

Los resultados de mortalidad se presentan en la **Fig. 29**, donde se observa que únicamente se presentaron casos de mortalidad en el tratamiento sin hidrolato de tomillo ($P < 0.05$).



¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo.

Figura 29. Mortalidad en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

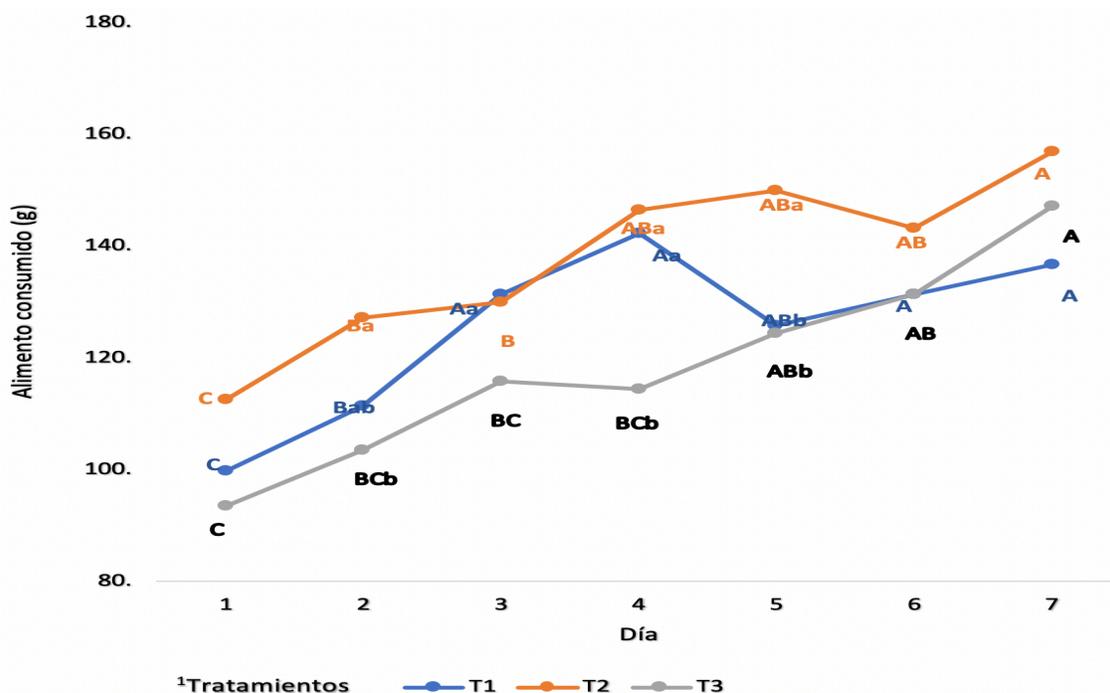
El tomillo cuenta con diferentes propiedades que le dan características antimicrobianas, estimula enzimas digestivas como la lipasa, amilasa y proteasas, lo cual le da una mejor calidad de vida al animal y disminuye su mortalidad (Stahl-Biskup & Venskutonis, 2012).

En una investigación realizada por Moraes Ramos et al., (2019) menciona que el uso del tomillo en la alimentación de tilapia demostró un aumento en la respuesta inmune y resistencia a enfermedades bacterianas, lo cual disminuyó su mortalidad y mejoró su calidad de vida.

Digestibilidad de materia seca

El evaluar la digestibilidad de la materia seca contribuye a tener la certeza del alimento que fue realmente absorbido y aprovechado por el conejo, ya con estos datos se pueden tomar las decisiones pertinentes para buscar lo mejor para los animales (Lebas *et al.*, 1997).

En la Fig. 30 se presentan los resultados de la digestibilidad de la materia seca de conejos alimentados con diferentes concentraciones de hidrolato de tomillo. Se puede observar que los tratamientos con 300 y 600 mL de hidrolato de tomillo tuvieron una mayor digestibilidad en comparación con el tratamiento sin hidrolato de tomillo, en los días 5 y 7 ($P < 0.05$). El tratamiento con 300 mL de hidrolato de tomillo presentó una mejor digestibilidad en los días 1 y 5; en el caso de tratamiento que tenía 600 mL de hidrolato de tomillo presentó una mejor digestibilidad en los días 3, 6 y 7 ($P < 0.05$).



¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ^{AB}Literales mayúsculas indican diferencia estadística a través del tiempo (P<0.05). ^{ab}Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos (P<0.05).

Figura 30. Digestibilidad de la materia seca en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

De acuerdo con Abdel-Wareth et al. (2018) el tomillo presenta compuestos activos como timol, el cual mejora la digestibilidad de la materia seca al disminuir la carga microbiana; también, en la misma investigación se menciona que para que la dosis óptima debe de ser de 50–100 mg/kg de aceite de tomillo.

El carvacrol, el ingrediente activo de los aceites esenciales, estimula las secreciones pancreáticas y esta salida digestiva mejorada puede conducir a una mayor digestión y absorción de nutrientes (Ragaa et al., 2016); De acuerdo con Plantel y Srinivasan (2004) y Hashemipour *et al.* (2013) el timol estimula las secreciones digestivas, como la amilasa salivar y los ácidos biliares, las enzimas gástricas y pancreáticas (es decir lipasa, amilasa y proteasas) y las secreciones de la mucosa intestinal en ratas. La inclusión de un aditivo

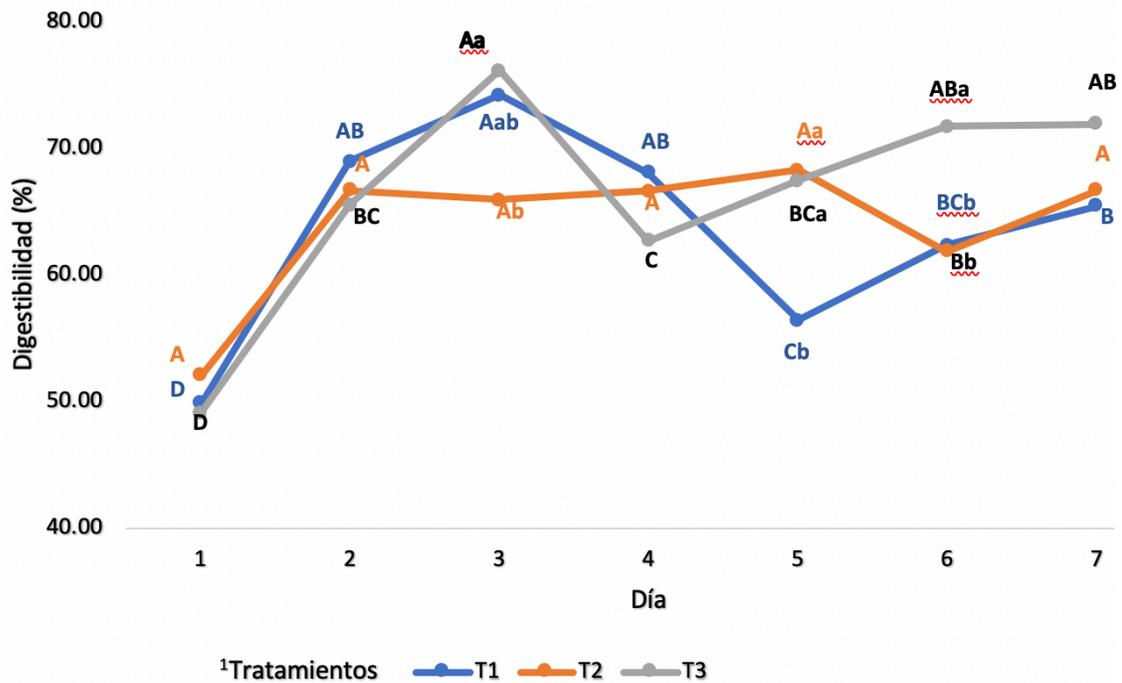
alimentario fitogénico con aceites esenciales de tomillo y anís estrellado, aumentó significativamente la digestibilidad en pollos de engorda, atribuyendo este resultado a las propiedades estimulantes del apetito y la digestión de los aceites (Amad et al., 2011). En ambos estudios, el uso de una mezcla de extractos vegetales impide atribuir el efecto beneficioso reportado exclusivamente al tomillo.

En una investigación realizada por Hernández et al. (2004) se menciona que la inclusión de extractos de aceites esenciales de salvia, tomillo y romero da una mejor digestibilidad, esto gracias a que ayuda a la microflora intestinal.

También se ha evidenciado que la inclusión de tomillo y espirulina (*Arthrospira platensis*) no afecta la digestibilidad de los nutrientes en el animal (Dalle Zotte et al., 2013).

El medir el consumo de alimento, proporciona datos de principal relevancia, ya que puede hacer referencia sobre el estado de las dietas; a mayor consumo de alimento es igual o mayor consumo de materia seca, esto influye directamente en la salud y crecimiento del animal y en la eficiencia de la dieta ofrecida (Lebas et al., 1997).

En la Fig. 31 se presentan los resultados del consumo de alimento de los conejos durante la etapa de la determinación de la materia seca. Se observó que los conejos que consumieron más alimento la mayoría de los días fueron los del tratamiento con 300 mL de hidrolato de tomillo, mientras que los animales del grupo del tratamiento con 600 mL de hidrolato de tomillo fueron los que consumieron menos alimento ($P < 0.05$). Los conejos que fueron aumentando su consumo fueron los del tratamiento con 300 mL de hidrolato de tomillo ($P < 0.05$).



¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ^{AB} Literales mayúsculas indican diferencia estadística a través del tiempo ($P < 0.05$). ^{ab} Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$).

Figura 31. Consumo de alimento en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Se ha comprobado que la ingesta de alimentos en conejos está fuertemente correlacionada con el tiempo (Yanni et al., 2003). Los compuestos del tomillo como los terpenos (timol, p-cimeno) estimulan receptores olfativos/gustativos, además de que el tomillo reduce el estrés oxidativo, manteniendo el apetito en condiciones cálidas (Abdel-Wareth et al., 2018).

En una investigación realizada por Khattak et al (2014), al evaluar una mezcla natural de aceites esenciales de albahaca (*Ocimum basilicum*), alcaravea (*Carum carvi*), laurel (*Laurus nobilis*), limón (*Citrus limon*), orégano (*Origanum vulgare*), salvia (*Salvia officinalis*) y tomillo (*T. vulgaris*) en pollos de engorda, estos tuvieron un mejor consumo de alimento.

Resultados similares a esta investigación fueron reportados por Amad *et al.* (2011) quienes mencionan que el tomillo y el anís estrellado aumentaron el consumo de alimento en pollos de engorda. Por otra parte, Dalle Zotte *et al.* (2013) mencionan que el tomillo y la espirulina no afectan el consumo del alimento, comprobando así que estas plantas no afectan la palatabilidad ni el consumo de este.

Calidad de la canal

El evaluar la calidad de la canal del conejo es de vital importancia para poder garantizar el éxito de la producción, contribuyendo a poder encontrar puntos de críticos en el proceso y buscar cambiarlos de manera eficiente; el evaluar la calidad de la canal no es solo un requisito comercial, sino una herramienta para optimizar toda la cadena productiva, desde la alimentación hasta el manejo (Villanueva-Díaz *et al.*, 2023).

En la Tabla 8 se presentan los resultados de la calidad de la canal, donde se observa que los animales que obtuvieron un peso vivo más alto fue el tratamiento 1; en el caso del peso de la canal caliente y el peso de la canal fría, se observó que el tratamiento sin hidrolato de tomillo fue mayor en comparación de los otros tratamientos.

En una investigación realizada por Khattak *et al.* (2014), al evaluar una mezcla natural de aceites esenciales de albahaca (*Ocimum basilicum*), alcaravea (*Carum carvi*), laurel (*Laurus nobilis*), limón (*Citrus limon*), orégano (*Origanum vulgare*), salvia (*Salvia officinalis*) y tomillo (*T. vulgaris*) en pollos de engorda, estos tuvieron un mejor consumo de alimento.

Tabla 8. Calidad de la canal en conejos de engorda que consumieron alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
Peso vivo (g)	2139.89 ^a	2062.67 ^{ab}	2042.67 ^{bc}	16.00
Rendimiento canal caliente ³ (%)	52.42	51.84	52.16	0.43
Rendimiento canal fría ³ (%)	51.03	50.31	50.54	0.57
Perdida por goteo ⁴ (%)	3.18	2.92	3.11	0.52
Largo del animal (cm)	32.77	32.66	32.22	0.326
Circunferencia del animal (cm)	22.55	22.55	22.11	0.298
Largo de la canal (cm)	30.44	30.13	30.88	1.193
Circunferencia de la canal (cm)	30.44	30.13	30.88	0.10
Piel (g)	268.31	294.92	297.22	10.4
Patas (g)	48.28	45.60	47.12	0.682
Visceras (g)	549.36	519.24	548.63	9.56
Peso Canal Caliente (g)	1116.11 ^a	1069.44 ^b	1065.00 ^b	7.94
Peso canal frio (g)	1086.11 ^a	1037.78 ^b	1032.22 ^b	8.55

¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ²EEM: Error estándar de la media ³Calculado con respecto al peso vivo ⁴Calculado con respecto al peso de la canal caliente ^{ab} Literales diferentes indican diferencia significativa entre columnas (P<0.05).

De acuerdo con Rojas-Armas *et al.*, (2019), el peso del cuerpo es un indicador de la existencia de un agente toxico en el mismo. En los hidrolatos se recuperan compuestos como los monoterpenos fenólicos (de Elguea-Culebras *et al.*, 2022), siendo el timol el más abundante en el tomillo (D'Amato,2018; Rojas-Armas *et al.*, 2019). En una investigación realizada por Rojas-Armas *et al.* (2019) al evaluar la toxicidad oral del aceite de tomillo en ratas, describe que el timol puede producir diferentes efectos como inducir la activación del canal de potencial transitorio del tipo Ankyrin 1, inhibir la actividad de la acetilcolinesterasa y que el efecto tóxico de este compuesto se produce principalmente en el sistema nervioso central. El efecto tóxico del tomillo se ha reflejado en investigaciones con ratones, ratas y conejos (Stahl-Biskup & Venskutonis, 2012).

El evaluar el peso de las vísceras es importante para poder tener en cuenta diferentes problemas con los que pudiese haber estado cursando el animal, como alguna enfermedad que afecte específicamente un órgano o un conjunto de estos; también contribuye a conocer un poco sobre la calidad de vida que tuvo el animal y valorar la calidad de la alimentación ofrecida, para poder determinar si los métodos con los que se trabajó el proceso de engorda fueron los mejores (Villanueva-Díaz *et al.*, 2023).

En la Tabla 9 se presentan los resultados del peso de las vísceras de los conejos, donde se observa que los pulmones y la vejiga vacía del tratamiento con 300 mL de hidrolato de tomillo tuvieron menor peso ($P < 0.05$).

De acuerdo con Deeb *et al.* (2024) cuando a los pollos de engorda se les administraba una dieta con tomillo, el hígado disminuía de tamaño en comparación con el grupo control: esto se debe a los componentes fenólicos como timol y el carvacol, los cuales tienen propiedades antioxidantes, lo que hace que disminuya el tamaño del hígado, esto se debe a que al reducir el estrés oxidativo, protegen la integridad de las células hepáticas. Un hígado sano funciona mejor en la metabolización de grasas, proteínas y en la desintoxicación, lo que previene la acumulación de grasa (esteatosis hepática) y su posterior agrandamiento. El Kader y Mohamed (2012) mencionan que el uso del extracto de tomillo muestra propiedades antioxidantes y protectoras de los órganos y también mejora la arquitectura histológica de estos.

Tabla 9. Peso de las vísceras en conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
Corazón	6.76	7.47	7.94	0.27
Pulmones	17.81 ^a	14.93 ^b	16.74 ^{ab}	0.47
Hígado	89.37	90.86	87.87	2.57
Riñones	13.93	12.60	26.66	4.52
Tracto digestivo	417.57	386.31	414.48	7.97
Bazo	2.055	1.60	1.76	0.16
Vejiga llena	7.22	4.11	6.22	0.67
Vejiga vacía	5.00 ^a	3.40 ^b	4.10 ^{ab}	0.29

¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ²EEM: Error estándar de la media ^{ab} Literales diferentes indican diferencia significativa entre las columnas (P<0.05).

El evaluar el peso de los cortes primarios como la pierna y el lomo (principales cortes en donde se obtiene la mayor cantidad de carne), contribuye en tomar decisiones futuras, como el cambiar algo en la genética o en la alimentación (Villanueva-Díaz *et al.*, 2023).

En la Tabla 10 se presentan los resultados de la evaluación del peso de los cortes primarios. Se observa que los cortes anterior y medio del tratamiento sin hidrolato de tomillo presentaron mayor peso (P<0.05); sin embargo, en el caso de las piernas del tratamiento sin hidrolato de tomillo y con 300 mL de hidrolato de tomillo, fueron los grupos que presentaron mayor peso (P<0.05).

De acuerdo con Abdel-Wareth *et al.* (2018), aún no se tienen investigaciones sobre los posibles efectos biológicos de diferentes combinaciones de fitoquímicos sobre el rendimiento del crecimiento, actividades antioxidantes, criterios de la canal y actividad antimicrobiana. La carencia de datos numéricos sobre los compuestos activos igualmente obstaculiza el progreso en lo referente a las características del canal.

Tabla 10. Cortes primarios de la canal en conejos de engordados con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
Grasa Escapular	5.66	6.60	5.64	0.341
Grasa Renal	17.23	21.20	16.10	1.13
Cabeza	101.67 ^{ab}	97.22 ^b	105.56 ^a	1.30
Anterior	285.00 ^a	253.22 ^b	253.89 ^b	5.96
Media	123.33 ^a	111.67 ^b	112.78 ^b	2.02
Posterior	203.89	202.78	199.44	2.49
Piernas	358.89 ^a	343.89 ^{ab}	337.78 ^b	3.82
Carne³	256.67	247.22	244.44	3.34
Grasa³	3.81	3.83	7.68	1.49
Hueso³	93.33	85.55	84.44	2.12

¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ²EEM: Error estándar de la media ^{ab} Literales diferentes indican diferencia significativa entre columnas (P<0.05), ³Peso al deshuese de las piernas.

Dalle Zotte et al. (2014) mencionan que la adición de espirulina y tomillo no tuvieron efectos sobre la composición de la canal y de las características de *Longissimus lumborum* y los miembros pelvianos, siendo resultados muy similares a los obtenidos en la tabla anterior.

Calidad de la carne

El color es de los parámetros más importantes de la carne, ya que es lo primero que el consumidor puede percibir del producto, además, en muchas ocasiones éste puede indicar frescura, manejo pre-sacrificio o si el animal estuvo bajo un estrés constante. El pH puede ser un indicador de textura, la jugosidad de la carne y la vida útil de la misma (Villanueva-Díaz et al., 2023).

En la Tabla 11 se presentan los resultados de la evaluación del color y el ph de la carne. Se puede apreciar que todos los tratamientos presentaron resultados similares (P>0.05).

Tabla 11. Color y pH de carne de conejos de engorda con alimento adicionado con hidrolato de tomillo (*T. vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
pH	5.51	5.52	5.55	0.01
Croma	6.42	5.82	5.89	0.33
Hue (Matiz)	0.08	0.08	0.002	0.06
b* (Amarillo-Azul)	0.85	0.80	0.30	0.33
a* (Rojo-Verde)	6.03	5.36	5.57	0.31
L* (Blanco-Negro)	57.46	58.55	58.74	0.70

¹T1: 600 mL agua, T2: 300 mL hidrolato de tomillo y 300 mL agua, T3: 600 mL hidrolato de tomillo. ²EEM: Error estándar de la media.

De acuerdo con Nieto *et al.* (2012) la suplementación con hojas de tomillo destiladas inhibió la oxidación lipídica, el olor a rancio, el deterioro del color y fue moderadamente eficaz para prevenir la alteración microbiana y el deterioro sensorial, en la carne de cordero.

Los resultados reportados por Czech *et al.* (2023) al evaluar la carne de cerdos alimentados con tomillo en polvo, observaron un mayor valor a rojo, indicando mayor frescura visual.

CONCLUSIÓN

Esta investigación demostró que la adición de 600 mL de hidrolato de tomillo en la alimentación de conejos de engorda mejoró el consumo de alimento de los animales, disminuyó la mortalidad de los mismos, no afectando el pH y el color de la carne, confirmando la hipótesis inicial y recomendando su utilización en la dieta de conejos de engorda. Sin embargo, se identificaron algunas limitaciones, como lo es el investigar la cantidad de hidrolato de tomillo que puede provocar toxicidad en conejos, así mismo investigar el efecto de la inclusión de hidrolato de tomillo en razas puras, ya que en este experimento se utilizaron razas híbridas. Sería importante considerar en futuras investigaciones el incluir el hidrolato de tomillo en conejas lactantes, o como un tratamiento para diarreas o meteorismo.

REFERENCIAS

- El Kader, M.A. and Mohamed, N.Z. (2012). Evaluation of Protective and Antioxidant Activity of Thyme (*Thymus vulgaris*) Extract on paracetamol-induced Toxicity in Rats. *Australian journal of basic and applied sciences*, 6(7), pp.467–474.
- Abdel-Wareth, A. A. A., Taha, E. M. M., Südekum, K.-H., & Lohakare, J. (2018). Thyme oil inclusion levels in a rabbit ration: Evaluation of productive performance, carcass criteria and meat quality under hot environmental conditions. *Animal Nutrition*, 4(4), 410–416. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.02.004>
- Abdel-Wareth, A.A.A., Taha, E.M.M., Südekum, K.-H. and Lohakare, J. (2018). Thyme oil inclusion levels in a rabbit ration: Evaluation of productive performance, carcass criteria and meat quality under hot environmental conditions. *Animal Nutrition*, 4(4), pp.410–416. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.02.004>
- Adanguidi, J. (2020). Analysis of Consumer Demand and Preference for Rabbit Meat in Benin. *International Journal of Marketing Studies*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.5539/ijms.v12n1p14>
- Agendahidalguese, diario digital. (2015, June 2). *Hidalgo entre las entidades que más produce carne de conejo: SEDAGROH - agendahidalguese, diario digital*. Agendahidalguese, Diario Digital. <https://agendahidalguese.com/2015/06/hidalgo-entre-las-entidades-que-mas-produce-carne-de-conejo-sedagroh/>
- Ahmed, A.A., Eman, M.M. (2018). Thyme oil inclusion levels in a rabbit ration. *Animal Nutrition* 4(4), 339-460.

- Amad, A. A., Manner, K., Wendler, K. R., Neumann, K., & Zentek, J. (2011). Effects of a phytogenic feed additive on growth performance and ileal nutrient digestibility in broiler chickens. *Poultry Science*, 90(12), 2811–2816. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01515>
- Analy Villanueva-Díaz, Espinosa-Ayala, E., Pedro Abel Hernández-García, Márquez-Molina, O., Hidalgo-Milpa, M., & Ana Isabel Mireles-Arriaga. (2023). Calidad multidimensional de la carne de conejo, atributos cuantitativos y cualitativos desde la perspectiva del consumidor. *Estudios Sociales : Revista de Investigación Del Noroeste*. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1287>
- Badr, A. (2020). Productive performance of growing rabbits fed diets containing different levels of fennel) *Foeniculum vulgare* L.) SEEDS BY-PRODUCT. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 23(1), 71–85. <https://doi.org/10.21608/ejnf.2020.95813>
- Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., & Spais, A. B. (2004). Performance of rabbits and oxidative stability of muscle tissues as affected by dietary supplementation with Oregano essential oil. *Archives of Animal Nutrition*, 58(3), 209–218. <https://doi.org/10.1080/00039420410001701404>
- Brenes, A., & Roura, E. (2010). Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007>
- Can, H., & Gerhard Buchbauer. (2015). *Handbook of Essential Oils*. In CRC Press eBooks. Informa. <https://doi.org/10.1201/b19393>
- Czech, A., Klimiuk, K. and Sembratowicz, I. (2023). The effect of thyme herb in diets for fattening pigs on their growth performance and health. *PLoS ONE*, [online] 18(10), pp.e0291054–e0291054. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291054>

Dalle Zotte, A., Cullere, M., Sartori, A., Dal Bosco, A., Gerencsér, Z., Matics, Z., Kovács, M. and Szendrő, Z. (2014). Effect of dietary supplementation of spirulina (*Arthrospira platensis*) and thyme (*Thymus vulgaris*) on carcass composition, meat physical traits, and vitamin B12 content on growing rabbits. *World Rabbit Science*, 22(1), p.11. <https://doi.org/10.4995/wrs.2014.1449>

D'Amato, S., Serio, A., López, C. C., & Paparella, A. (2018). Hydrosols: Biological activity and potential as antimicrobials for food applications. *Food Control*, 86, 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.030C>

de Blas, C., & Wiseman, J. (2020). *Nutrition Of The Rabbit*. Cabi Publishing.

Diario Oficial de la Federación. (2015, August 26). NORMA Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Dof.gob.mx. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5405210&fecha=26/08/2015#gsc.tab=0

E. Deeb, S., Ashour, E.A., Abd El-Hack, M.E., El-Maaty, M.A., Youssef, I.M., Adil, S., Elolimy, A.A. and Swelum, A.A. (2024). Impacts of dietary different levels of thyme leave powder as a natural growth promoter on growth performance, carcass characteristics, and blood indices of broilers. *Poultry Science*, 103(12), p.104396. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104396>

Elazab, M. A., Khalifah, A. M., Elokil, A. A., Elkomy, A. E., Rabie, M. M., Mansour, A. T., & Morshedy, S. A. (2022). Effect of Dietary Rosemary and Ginger Essential Oils on the Growth Performance, Feed Utilization, Meat Nutritive Value, Blood Biochemicals, and Redox Status of Growing NZW Rabbits. *Animals*, 12(3), 375. <https://doi.org/10.3390/ani12030375>

Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2020). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo. <http://www.fundacionfedna.org/>

- Golshahi, A., Shams Shargh, M., Dastar, B., & Rahmatnejad, E. (2024). The effect of thymus vulgaris extract and probiotic on growth performance, blood parameters, intestinal morphology, and litter quality of broiler chickens fed low-protein diets. *Poultry Science*, 104(1), 104554–104554. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104554>
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A. and Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(8), pp.2059–2069. doi: <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02685>.
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J., & Megías, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83(2), 169–174. <https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169>
- Herrera Soto, I., Garcia Flores, M., Zepeda Bastida, A., & Ayala Martínez, M. (2018). Aromatic plants in the feeding of rabbits and their effect on meat. *Abanico Veterinario*, 8(2). <https://doi.org/10.21929/abavet2018.82.7>
- Jaramillo B, Á. H. (2019). Evaluación del extracto de Ajo (*Allium sativum*) y Tomillo (*Thymus vulgaris*) en el agua de bebida y su efecto en los parámetros productivos y salud intestinal de conejos, pollos de engorde y cerdos. Servicio nacional de aprendizaje.
- Khattak, F., Ronchi, A., Castelli, P. and Sparks, N. (2014). Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poultry Science*, 93(1), pp.132–137. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03387>
- King, D. A.; Hunt, M. C.; Barbut, S.; Claus, J. R.; Cornforth, D. P.; Joseph, P.; Kim, Y. H. B.; Lindahl, G.; Mancini, R. A.; Nair, M. N.; Merok, K. J.; Milkowski, A.; Mohan, A.; Pohlman, F.; Ramanathan, R.; Raines, C. R.; Seyfert, M.; Sørheim, O.; Suman, S. P.; Weber, M. American Meat Science Association Guidelines for Meat Color Measurement. *Meat Muscle Biol.* 2023, 6 (4). <https://doi.org/10.22175/mmb.12473>

- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., & Thebault, R. (1997). The rabbit -Husbandry, health and production FAO Animal Production and Health Series No. 21. <http://www.cuniculture.info/Docs/Documentation/Publi-Lebas/1990-1999/1996-Lebas-&-al-FAO-The-rabbit-Husbandry-health-and-production.pdf>
- Licois, D., Wyers, M., & Coudert, P. (2005). Epizootic Rabbit Enteropathy: experimental transmission and clinical characterization. *Veterinary Research*, 36(4), 601–613. <https://doi.org/10.1051/vetres:2005021>
- Moraes Ramos, G., Umeda Gallani, S., Kotzent, S., Mateus Assane, I., & Pilarski, F. (2019). Effects of dietary thyme essential oil on hemato-immunological indices, intestinal morphology, and microbiota of Nile tilapia. *Aquaculture International*, 27(2), 399–411. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0332-5>
- Nieto, G., Bañón, S. and Garrido, M.D. (2012). Administration of distillate thyme leaves into the diet of Segureña ewes: effect on lamb meat quality. *Animal*, 6(12), pp.2048–2056. <https://doi.org/10.1017/s1751731112001012>
- Nowland, M. H., Brammer, D. W., Garcia, A., & Rush, H. G. (2015). Biology and Diseases of Rabbits. *Laboratory Animal Medicine*, 411–461. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409527-4.00010-9>
- Orús, A. (2018). Carne de conejo: producción mundial 2018-2023 | Statista. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/525924/produccion-mundial-de-carne-de-conejo/>
- Platel, K. and Srinivasan, K. (2004). Digestive stimulant action of spices: a myth or reality? The Indian Journal of Medical Research, [online] 119(5), pp.167–179. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15218978/>

- Ragaa, N.M., Korany, R.M.S. and Mohamed, F.F. (2016). Effect of Thyme and/or Formic Acid Dietary Supplementation on Broiler Performance and Immunity. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, pp.270–279.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.09.064>
- Rojas-Armas, J., Arroyo-Acevedo, J., Ortiz-Sánchez, M., Palomino-Pacheco, M., Castro-Luna, A., Ramos-Cevallos, N., Justil-Guerrero, H., Hilario-Vargas, J., & Herrera-Calderón, O. (2019). Acute and Repeated 28-Day Oral Dose Toxicity Studies of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil in Rats. *Toxicological Research*, 35(3), 225–232. <https://doi.org/10.5487/TR.2019.35.3.225>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (2016). *Todo sobre la producción de carne de conejo*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoce-todo-sobre-la-produccion-de-carne-de-conejo>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (2024). *Carne de conejo mexicano, un bocado apetecible*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/carne-de-conejo-mexicano-un-bocado-apetecible>
- SEMARNAT. (2025). *Oryctolagus cuniculus* Linnaeus . www.gob.mx.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/222431/Oryctolagus_cuniculus
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria. (2025). *Manual de buenas practicas de producción de carne de conejo*. Gobierno de México.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859793/Manual_de_Buenas_Pr cticas_d e_Producci_n_de_Carne_de_Conejo_2019
- Shaaban, H.A.E., El-Ghorab, A.H. and Shibamoto, T. (2012). Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components: Review. *Journal of Essential Oil Research*, 24(2), pp.203–212.
<https://doi.org/10.1080/10412905.2012.659528>
- Stahl-Biskup, E., & Venskutonis, R. P. (2012). Thyme. *Handbook of Herbs and Spices*, 1, 499–525.
<https://doi.org/10.1533/9780857095671.499>

UAEH. (2025). *ICAp : Ubicación*. Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo.

<https://www.uaeh.edu.mx/campus/icap/ubicacion.htm>

Varga, M. (2014). Infectious Diseases of Domestic Rabbits. *Textbook of Rabbit Medicine*, 435–

471. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-4979-8.00014-5>

World Health Organization. (2023, November 21). *Antimicrobial Resistance*. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>

Yanni, A. E., Yatzidis, H. A., Kavantzas, N. G., Agapitos, E. V., Perrea, D. N., & Karayannacos, P. E. (2003). Dietary L-aspartate and L-glutamate inhibit fatty streak initiation in cholesterol-fed rabbit. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 13(2), 80–86. [https://doi.org/10.1016/s0939-4753\(03\)80022-4](https://doi.org/10.1016/s0939-4753(03)80022-4)

Zubair Ashraf, M., & Ramasamy, S. (2024). Phytochemical and Pharmacological Study of Thymus Vulgaris: A Review. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 11(4), 190–201. <https://doi.org/10.32628/ijrst24114120>