



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia

TESIS

**EFFECTO DE LA EMULSIÓN DE HIDROLATO DE TOMILLO (*Thymus vulgaris*)
SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJO**

Para obtener el grado de

Licenciatura en Medicina Veterinaria Zootecnia

PRESENTA

Andrea Huerta Jiménez

Director

Sergio Simental Soto

Co-Directora

Maricela Ayala Martínez

Asesora

Liliana Ortega González

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo a 09 de marzo del 2026



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 Zootecnicis

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo., a 10 de marzo de 2026

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 a la pasante de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia **Andrea Huerta Jiménez**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **“EFECTO DE LA EMULSIÓN DE HIDROLATO DE TOMILLO (*Thymus vulgaris*) SOBRE LA CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE DE CONEJO”**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

DIRECTOR Dr. Sergio Soto Simental

CODIRECTORA Dra. Maricela Ayala Martínez

ASESORA: M.C.A. Liliana Ortega González

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

Atentamente
“Amor, Orden y Progreso”

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

C.c.p. Archivo

“Amor, Orden y Progreso”



Av. Universidad No. 133, Col. San Miguel Huatengo, Santiago Tulantepec. C.P. 43775. Hidalgo, Mexico.

Teléfono: 7717172000 Ext. 42105

alfonso_munoz@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

Dedicatoria

Esta dedicatoria va dirigida a dios, mis padres y a mi esposo, por estar siempre al pie del cañón conmigo, por desvelarse a mi lado y por darme ánimo cuando sentía que no podía continuar.

También la dedico a todos aquellos estudiantes que en algún momento han pensado en darse por vencidos o que no saben qué hacer. Recuerden que deben hacer siempre lo mejor para ustedes; y si no lo tienen claro, pidan consejo a las personas que los aman, pues ellas siempre desean lo mejor para uno

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia: a mis padres, a mi esposo, a mi hermana, a mi cuñado y a todos aquellos que, quizá sin saberlo, me apoyaron con el simple hecho de escucharme y ayudarme a desahogarme. Gracias por las llevadas y traídas en las mañanas y noches, y por darme ánimo en todo momento.

Agradezco también a mi tutora de tesis por brindarme la oportunidad y el espacio para realizar esta investigación. Asimismo, a los doctores y maestros que me enseñaron y guiaron durante la carrera, y a quienes me apoyaron cuando tenía dudas o me faltaban ideas. Gracias por su paciencia, su tiempo y su dedicación.

De igual manera, agradezco a todos los médicos que me dieron la oportunidad de aprender de ellos, que confiaron en mí y me apoyaron en el proceso de titulación. Gracias por resolver mis dudas, por orientarme cuando necesitaba información y por ayudarme a adquirir experiencia y práctica en distintos ámbitos.

De todo corazón, les agradezco. Son personas muy importantes para mí y siempre los llevaré en la memoria y en el corazón.

Contenido

Resumen	1
Introducción	2
Marco teórico	3
Generalidades del conejo	3
Origen e historia del conejo	3
Alimentación	4
Requerimientos nutricionales	5
Fisiología digestiva del conejo	6
Cunicultura	8
Definición de cunicultura	8
Razas de conejos para producción de carne	8
Producción mundial	9
Producción nacional	9
Problemas que enfrenta la cunicultura	10
Utilización de plantas aromáticas en la alimentación animal	10
Definición y ejemplos de plantas aromáticas	10
Investigaciones con plantas aromáticas en el área de Medicina Veterinaria y Zootecnia	11
Emulsión de plantas aromáticas	11
Tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>)	12
Características botánicas	12
Composición química	12
Propiedades farmacológicas	13
Utilización de tomillo en la medicina veterinaria	13
Justificación	16
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Hipótesis	18
Materiales y métodos	19

Ubicación	19
Obtención de emulsión de tomillo	19
Diseño experimental	20
Parámetros productivos	22
Digestibilidad de la materia seca	23
Calidad de la canal	24
Calidad de la carne	27
Análisis estadístico	28
Resultados y discusión.....	30
Parámetros productivos.....	30
Digestibilidad de la materia seca	31
Calidad de la canal	33
Calidad de la carne	36
Conclusión	38
Referencias	39

Índice de figuras

Figura 1. Elaboración de emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	19
Figura 2. Conejos híbridos de Nueva Zelanda x California.....	20
Figura 3. Elaboración de alimento.....	21
Figura 4. Evaluación del consumo de alimento y peso semanal.....	22
Figura 5. Proceso para evaluar la digestibilidad.	24
Figura 6. Proceso de matanza.....	25
Figura 7. Procesamiento de la canal y vísceras.	26
Figura 8. Colorímetro.	27
Figura 9. Potenciometro.	28

Índice de tablas

Tabla 1. Dietas con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) para conejos de engorda.	21
Tabla 2. Parámetros productivos en conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	31
Tabla 3. Consumo de alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>) por conejos de engorda.	32
Tabla 4. Digestibilidad de la materia seca (%) en conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	33
Tabla 5. Calidad de la canal caliente de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	34
Tabla 6. Calidad de la canal fría de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	35
Tabla 7. Color y pH de la canal de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (<i>Thymus vulgaris</i>).	37

Resumen

Actualmente, la carne de conejo, así como su producción en general, ha ganado importancia y popularidad debido a que representa una alternativa más saludable y versátil. Por ello, es fundamental buscar estrategias que mejoren tanto la salud del animal como la calidad de la canal y de la carne. El tomillo, por su parte, posee propiedades terapéuticas reconocidas. En este contexto, el propósito de este estudio fue analizar los beneficios de la adición de emulsión de tomillo en los parámetros productivos, la digestibilidad, la calidad de la carne y de la canal, así como determinar la proporción óptima de inclusión en la dieta, partiendo de la hipótesis de que la inclusión de emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) como aditivo en la dieta de conejos en etapa de engorda mejora significativamente dichos parámetros, en comparación con dietas que no contienen este aditivo. Se utilizaron 108 conejos, híbridos de raza California y Nueva Zelanda de 35 días de edad, distribuidos completamente al azar en 3 grupos, cada grupo con 3 repeticiones y cada repetición con 12 animales cada una, se realizaron tres dietas: T1- Dieta control sin inclusión de la emulsión, T2- con adición de emulsión de tomillo al 12.64 % y T3- con adición de emulsión de tomillo al 25.29 %. Se evaluaron parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia), digestibilidad, calidad de la canal (peso canal caliente, peso canal fría, cortes primarios, vísceras) y calidad de la carne (color y pH). Los resultados demostraron que los grupos T1 y T3 presentaron mejor conversión alimenticia en comparación con el T2 ($p < 0.05$). El tratamiento T3 presentó el mayor peso final durante la engorda ($p < 0.05$). Durante la segunda y sexta semana los tratamientos T2 y T3 obtuvieron mejor digestibilidad en comparación con el tratamiento T1 ($p < 0.05$). Los grupos T2 y T3 evidenciaron menor circunferencia del animal, menor peso en las vísceras, tracto digestivo e hígado ($p < 0.05$). El color de la carne del grupo T3 presentó valores más altos en el parámetro a^* ($p < 0.05$) mientras que el pH no fue alterado ($p > 0.05$). Se concluye que la inclusión de emulsión de tomillo en la dieta de conejos en etapa de engorda mejoró significativamente los parámetros productivos y la digestibilidad de la materia seca, por tal motivo es posible proponerlo como aditivo alimenticio par conejos durante la engorda.

Introducción

El conejo es un animal muy importante desde hace muchos años, actualmente se le han encontrado usos como alimento, mascota y en experimentación, esta última forma de empleo es muy importante en la medicina veterinaria y zootecnia, ya que el conejo se vuelve clave en diferentes investigaciones científicas, sobre todo en aquellas basadas en el mejoramiento de la alimentación para obtener mayor calidad en la carne; aunque también ayuda a conocer diferentes formas para mejorar el entorno del conejo como instalaciones y manejo, ya que todos en conjunto ayudan a que el animal tenga mayor bienestar.

En México, ha aumentado la demanda de alimentos de origen animal sin contaminantes (patógenos, medicamentos, sustancias químicas), pero a su vez se busca que sean alimentos de buen sabor y alta calidad, como lo es la carne de conejo, por lo cual se ha convertido en una alternativa saludable para la población (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2019); también gracias a su versatilidad en la gastronomía se puede elaborar jamón, salchicha, salami, chorizo, entre muchos otros productos típicos de la región (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Dentro de la alimentación cunícola es común el uso de forrajes y materias primas, siempre y cuando se cumplan con los requerimientos nutricionales correspondientes a la etapa de engorda (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, 2019).

Últimamente se ha encontrado una alta demanda de recursos naturales para la alimentación de animales de abasto, como la utilización de plantas medicinales o aromáticas, las cuales se han utilizado como un recurso para evitar el uso de medicamentos y para el mejoramiento de los parámetros productivos (Gonçalves & Romano, 2024).

El tomillo (*Thymus vulgaris*), es utilizado por sus amplias propiedades, como antiespasmódicas, antibacterianas, antifúngicas, desintoxicantes, antivirales y relajantes (Abd-elmonsifa et al., 2025). Diversos estudios han explorado el uso de ciertos compuestos como aditivos naturales, inicialmente aplicados en aves de corral y ganado, donde demostraron un potencial significativo como promotores de crecimiento (Almaraz et al. 2023).

Marco teórico

Generalidades del conejo

Origen e historia del conejo

El conejo, es un animal que ha estado tan presente en granjas, hogares y laboratorios; hablar del conejo es hablar de una historia que mezcla evolución, cultura y domesticación y que ha tenido un largo recorrido que comenzó hace millones de años. Aunque no se sabe a ciencia cierta donde se originó, se puede seguir su rastro, comenzando porque se han encontrado muchos huesos de familiares cercanos de la liebre (lepóridos) en excavaciones en el océano al norte de España; aunque los primeros testimonios, fueron escritos por antiguos grupos semitas que tuvieron cabida desde el siglo XII a.C. (Camps, 1994; Dorożyńska & Maj, 2021)

Los hallazgos arqueológicos indican que los conejos fueron aprovechados durante el Epipaleolítico, el Mesolítico y el Neolítico temprano en la Península Ibérica y en el suroeste de Francia (Irving-Pease et al., 2018). Salvo por algunos registros aislados de su presencia en ciertas islas del Mediterráneo durante el siglo I a.C., su introducción deliberada en otras regiones de Europa no se produjo hasta la Edad Media, momento en el cual comenzaron a ser valorados como un alimento asociado a un alto estatus social (Irving-Pease et al., 2018).

Desde una perspectiva biológica y científica, se puede afirmar que el conejo, tal como lo conocemos en la actualidad, pertenece al orden Lagomorpha, el cual se divide en dos familias principales: Ochotonidae y Leporidae, a este último pertenecen los conejos y las liebres (Castañeda et al., 2015).

La familia Leporidae agrupa múltiples especies distribuidas en diversos continentes, siendo el *Oryctolagus cuniculus*, el conejo europeo, la especie más representativa y la única domesticada; por su parte, los miembros de la familia Ochotonidae habitan en zonas montañosas de Asia y América del Norte, y presentan un comportamiento solitario y adaptaciones distintas, como la ausencia de madrigueras (Kraatz et al., 2021).

Su domesticación no fue nada parecido a la domesticación por otras especies más comunes, ya que al ser presas eran animales más temerosos y acorde a lo que se sabe fue hasta la edad media cuando los monjes del sur de Francia empezaron a criarlos en cautiverio debido a una

interpretación religiosa que permitía consumir fetos de conejo en cuaresma y otros ayunos cristianos, al no considerarlos carne (Quesenberry et al., 2021).

Esta práctica dio inicio a un proceso gradual de domesticación que no solo modificó su comportamiento volviéndose menos temerosos y más dóciles, sino también su genética, afectando genes relacionados con la respuesta al miedo, con el tiempo, los conejos domesticados se extendieron por Europa y, posteriormente, por todo el mundo; en algunos lugares, como Australia, su introducción descontrolada tuvo efectos ecológicos negativos, en otras regiones, como Europa y América (Rodríguez & Pérez, 2019).

Hoy en día, el conejo es mucho más que un simple animal: puede ser un tierno compañero en un apartamento, una pieza importante dentro de la industria alimentaria o incluso un sujeto clave en investigaciones científicas, su presencia en nuestra vida cotidiana es tan común como diversa, y refleja una historia llena de adaptaciones y transformaciones; el camino que ha recorrido desde sus orígenes hasta convertirse en parte de nuestras rutinas humanas no solo habla de domesticación, sino también de la capacidad del ser humano para integrar a otras especies en su entorno (Rodríguez, M. & Pérez, L., 2019).

Alimentación

La alimentación en los conejos es muy importante, no solo para mejorar la producción de carne, sino que también puede ayudar a prevenir enfermedades, comenzando por la correcta elección de alimento, que cumplan con los requerimientos nutricionales y que sean ingredientes frescos y libres de patógenos (hongos, parásitos, bacterias, etc), es decir, que sean de buena calidad (De Blas & Wiseman, 2020).

De los principales ingredientes en los que se basan las dietas de engorda por su valor nutricional, su fácil abastecimiento y bajo valor, son el maíz, sorgo, salvado de trigo, cascarilla de soya y melaza (Lebas et al., 1996).

La Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2019), ha descrito muchos de los principales ingredientes que se utilizan para la engorda de conejos, como los que a continuación se mencionan:

El maíz es un ingrediente calórico por lo cual es una fuente muy importante de carbohidratos y energía, es bajo en fibra por lo que se puede complementar con alimentos altos en fibra.

El ensilado de sorgo es una fuente de fibra insoluble que contribuye al mantenimiento de la motilidad intestinal y a la prevención de trastornos digestivos. Sin embargo, su uso en dietas es limitado debido a su menor digestibilidad en comparación con el ensilado de maíz y a su menor contenido energético.

El salvado de trigo es una fuente rica en fibra y proteínas, su inclusión en la dieta de los conejos puede mejorar la digestibilidad y proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento y la producción.

Los DDGS (granos secos destilados con solubles) de cebada son un subproducto de la industria cervecera. Son ricos en proteínas y energía, pero su inclusión debe ser moderada por su alto contenido en grasa insaturada, lo que podría alterar la fermentación intestinal si se consume en exceso.

La melaza es un subproducto de la industria azucarera que puede mejorar la palatabilidad de la dieta, su inclusión en la dieta es positiva ya que aumenta el consumo y a la vez tiene efectos favorables en el consumo de forraje y la ganancia de peso (Bonilla, 2017).

La soya es una fuente rica en proteínas de alta calidad, en la dieta de los conejos puede mejorar el crecimiento y la producción, sin embargo, es importante considerar su contenido en anti nutrientes, como los inhibidores de tripsina, que pueden afectar la digestibilidad de las proteínas, por lo tanto, es recomendable procesar adecuadamente la soya antes de su inclusión en la dieta (De Blas & Wiseman, 2020).

Requerimientos nutricionales

La alimentación del conejo debe diseñarse cuidadosamente según sus requerimientos fisiológicos, los cuales varían dependiendo de su etapa de desarrollo o estado productivo; este animal posee un sistema digestivo especializado que requiere un adecuado aporte de fibra para mantener la motilidad intestinal y evitar trastornos digestivos, siendo especialmente importante la fibra insoluble (Lebas et al., 1996).

La proteína desempeña un papel fundamental en su nutrición, ya que interviene directamente en procesos como el crecimiento, la reproducción y la producción de leche; las necesidades proteicas aumentan considerablemente durante la lactancia o en crecimiento, mientras que en fases de mantenimiento son más reducidas, en el caso del aporte energético debe ajustarse con precisión, ya que un exceso puede generar obesidad y problemas metabólicos, mientras que un déficit energético compromete el rendimiento productivo; en conejos en crecimiento, se requiere una dieta con mayor densidad energética, mientras que en adultos en mantenimiento se debe evitar el exceso calórico (De Blas & Wiseman, 2020).

Asimismo, el equilibrio de minerales como el calcio y el fósforo es crucial para el desarrollo esquelético y la salud reproductiva, la desproporción entre estos elementos puede provocar problemas óseos, deformaciones articulares y baja productividad (Lebas et al., 1996).

En el caso de las vitaminas se ha demostrado que la suplementación con vitamina C puede ser beneficiosa en condiciones de estrés o enfermedad, ya que fortalece el sistema inmune y mejora la recuperación, aunque los conejos sintetizan muchas de ellas por medio de la cecotrofia. Una dieta adecuada para un conejo de engorda debe de contener 16% de proteína bruta, 30.5% de fibra neutro detergente, 19.5% de fibra ácida detergente y 2500 Kcal KgMS de energía digestible (De Blas & Wiseman, 2020).

Fisiología digestiva del conejo

Gracias a que el conejo cuenta con un aparato digestivo eficiente obtiene los nutrientes que son requeridos para que los conejos crezcan y desarrollen sus músculos, además de que este sistema es diferente a otros ya que se diferencia por contar con un ciego y colon (De Blas & Wiseman, 2020).

La cavidad oral que está conformada por labios, lengua y dientes, estos últimos son dientes de constante crecimiento (elodonto), sin raíces (aradiculares) y de corona larga (hipsodonto), tienen 28 dientes ($2 (I2/1 C0/0 PM3/2 M3/3) = 28$), no hay forma de diferenciación anatómicamente hablando entre premolares y molares, Cada diente está conformado por tres partes principales: la corona clínica, la corona de reserva y el ápice (Quesenberry et al., 2021).

La corona clínica corresponde a la porción visible del diente, es decir, la parte que sobresale de la encía y está expuesta en la cavidad oral. Por su parte, la corona de reserva se encuentra situada dentro del hueso y tejido gingival; aunque no es visible a simple vista, cumple un papel crucial, ya que actúa como un reservorio de tejido dental que permite el crecimiento constante del diente; finalmente, en el extremo más profundo de la corona de reserva se encuentra el ápice, que es la región activa en el proceso de crecimiento dental. Esta estructura es responsable de la formación de nuevo tejido dentario, lo que permite que los dientes del conejo crezcan de forma continua a lo largo de su vida. Este modelo anatómico garantiza que el desgaste dental natural, producto de la masticación constante de materiales fibrosos, se vea equilibrado por el crecimiento activo desde el ápice, cualquier alteración en este equilibrio puede conducir a patologías dentales como el sobrecrecimiento o maloclusión (Quesenberry et al., 2021).

Después de cavidad oral está el esófago un músculo que ayuda a que el bolo alimenticio llegue al estómago, el cual es un órgano muy importante ya que aquí el alimento estará alrededor de 4 a 6 horas para tener cambios en su composición química, el estómago dejara fluir hacia intestino delgado pequeñas cargas de los nutrientes para que en su trayectoria encuentren la unión con la bilis y ácidos pancreáticos para facilitar que la pared intestinal los absorban y así den paso a torrente sanguíneo y se distribuya por todo el organismo, las partículas que no se pudieron digerir llegan a el ciego, aquí las bacterias se encargan de degradarlos en un tiempo aproximado de 2 a 12 horas para obtener ácidos grasos y ser absorbidos, después pasan a colon donde la pared segrega una mucosidad que, de forma gradual, recubre las bolas fecales formadas por las contracciones rítmicas del intestino (Lebas et al., 1996).

Estas bolas, organizadas en racimos alargados, se conocen como cecotrofos o "heces blandas". Sin embargo, cuando el contenido del ciego pasa al colon en distintos momentos del día, se producen diferentes modificaciones fisiológicas, en este caso, el colon presenta contracciones alternas: unas favorecen la evacuación del contenido, mientras que otras lo redirigen hacia el ciego. Esta dinámica genera un efecto de compresión donde exprime la materia, lo que permite separar y concentrar los nutrientes que serán posteriormente reabsorbidos por el animal tras la ingestión de los cecotrofos (Lebas et al., 1996).

Cunicultura

Definición de cunicultura

La cunicultura es la reproducción, cría y engorda de conejos con fines productivos y comerciales. Esto puede ser con diferentes usos, ya sea solo para la obtención de la carne o para el uso de las patas, piel, donde se tendría un mayor aprovechamiento de los subproductos y a su vez mayor ganancia económica (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Razas de conejos para producción de carne

Los conejos destinados para producción de carne son aquellos que en edad adulta tienen un peso entre los 4 y 5 kg de peso vivo, también tienen que tener características particulares, la principal debe ser un excelente desarrollo de masa muscular, la forma del cuerpo debe ser igual de ancho de adelante y de atrás (cilindro), cabeza grande, cuello corto y grueso, pecho y espalda gruesos y carnosos, patas gruesas y anchas (Peace Corps, 2014).

Las principales 3 razas productoras de carne son Nueva Zelanda, California y Chinchilla (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación et al., 2019)

La raza Nueva Zelanda es originaria de Estados Unidos de América, son animales de cuerpo cilíndrico, ojos rojos, pelaje blanco, orejas respingadas y redondeadas de la punta, son un poco nerviosos, pero responden bien al estrés, (Setiaji et al., 2022) las hembras tienen papada, producen mucha leche (7 kg aprox), son más pesadas que los machos, y tiene muchos gazapos por parto (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación et al., 2019)

Los conejos de la raza California, su principal característica física es que aparentan no tener cuello, tiene la trompa y orejas negras, su forma de cuerpo es igual o muy similar a los Nueva Zelanda, sus ojos son rojos pálidos, las orejas están levantadas con una base fuerte y gruesa, son nerviosos y se alteran con personas o animales extraños o movimientos bruscos (Peace Corps, 2014)

Y los conejos de la raza Chinchilla se caracterizan por tener doble capa de pelo, una negra y una blanca la cual da el efecto de ser gris, estos conejos son considerados de doble propósito, para carne y piel. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación et al., 2019).

Producción mundial

La producción mundial de conejo destinado al abasto de carne en 2009 fue de 1,8 millones de toneladas anuales, siendo China el productor más grande, sin embargo, en el 2010 fue Italia (Camacho et al., 2010; Dalle, 2014). En el 2022, China seguía siendo líder en producción canícula, seguido por Corea del Norte, España y Francia (Lukefahr et. al., 2022).

Producción nacional

En México, la producción cunícola ha ido en aumento, al igual que la demanda, hay datos registrados hasta el 2016 que marcan una producción mayor a 15 mil toneladas de carne de conejo a nivel nacional (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2016), este crecimiento refleja el interés creciente en una actividad agropecuaria que, aunque aún considerada de baja escala comparada con otros sectores pecuarios, representa una alternativa viable y estratégica para el desarrollo rural, la seguridad alimentaria y la diversificación de ingresos en zonas rurales, en el altiplano central de México, donde se concentra gran parte de esta producción, principalmente en los estados de Puebla, Tlaxcala, Morelos, Ciudad de México, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Jalisco y Estado de México (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2016), se ha identificado una tipología de productores que permite entender mejor el impacto económico y social del sector (Vélez et al., 2021).

Los cunicultores se agrupan en tres categorías: pequeños productores familiares, medianos productores familiares y productores empresariales. Los pequeños cunicultores, generalmente con baja tecnificación, constituyen una parte significativa del total y suelen producir para autoconsumo o mercados locales, los medianos productores cuentan con cierto nivel de organización y prácticas mejoradas, mientras que los empresarios, aunque menos numerosos, destacan por su alto nivel de eficiencia técnica, inversión en infraestructura y mayor capacidad para acceder a mercados más amplios y exigentes (Vélez et al., 2021).

Problemas que enfrenta la cunicultura

A pesar de que actualmente la cunicultura ha tenido un gran auge, hay muchas problemáticas que rodean a los productores, ya sean producciones de traspatio o intensivas, algunas veces se llegan a presentar problemas respiratorios como neumonías, también sarna y enteritis, estas se pueden presentar al no tener un buen manejo sanitario de las heces y orinas del conejo, muchas de las enfermedades también se pueden relacionar a las malas instalaciones, regulación de la temperatura y la humedad (McClure, 2020).

Aunque por otro lado, están las enfermedades virales las cuales tienen un papel estelar en las producciones, como la enfermedad hemorrágica viral (EHVC), que es producida por el virus de la Enfermedad Hemorrágica del Conejo (VEHC), esta enfermedad es espontánea ya que los conejos caen, gritan y sufren una hemorragia pulmonar, y en el ara nasal presentan sangre, ésta se puede presentar en animales de 2 meses en adelante (Stanford, Werden, & McFadden, 2007), esta última tuvo un brote en EE.UU. y parte norte de México el 2020, se tomaron medidas para contener la enfermedad en esas zonas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020) y parasitarias como la coccidiosis, que como en otras especies afecta el sistema digestivo, aunque también se puede presentar con daño hepático aunque es poco común, los parásitos que la producen son protozoarios del género *Eimeria* la cual es muy amplia, esta enfermedad se presenta mayormente por un mal protocolo de desparasitación (Universidad Nacional Autónoma de México & Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2022)

Los problemas reproductivos, no son menos importantes, pero muchos de estos van de la mano con un mal manejo, malas instalaciones, consanguinidad, mal manejo de enfermedades infecciosas o mala selección genética (McClure, 2020).

Utilización de plantas aromáticas en la alimentación animal

Definición y ejemplos de plantas aromáticas

Las plantas aromáticas son producto de la naturaleza, de las cuales se pueden obtener sus extractos y aceites esenciales, estos pueden ser utilizados como medicamentos, pero deben ser manejados con cuidado, ya que contienen compuestos activos que pueden ser desnaturalizados por un mal manejo (Turek & Stintzing, 2013).

Algunas de las más conocidas son *Lippia origanoides* (orégano mexicano), *Piper auritum* (hoja santa), *Conyza bonariensis* (rama negra), *Calycolpus moritzianus* (arayan) (Castañeda et al., 2007; Vendrapati et al., 2024); *Chrysactinia mexicana* (damianita), *Chamaemelum nobile* (manzanilla), *Dysphania ambrosioides* (epazote), *Salvia rosmarinus* (romero), entre otras que existen en México y en el mundo (Juárez et al., 2013).

Investigaciones con plantas aromáticas en el área de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Se han desarrollado diversas estrategias enfocadas en optimizar la salud y el bienestar de los animales, así como en mejorar la calidad y eficiencia de la producción. Estas medidas buscan reducir el uso de medicamentos convencionales, evitando así que queden residuos farmacológicos en los productos de origen animal, además de representar una alternativa económica para los productores (Herrera et al., 2018).

Hay diversos estudios en conejos, entre ellos está el uso de manzanilla y ruda para mejorar la calidad de la carne y canal (Herrera et al., 2018), el uso de aceite esencial de tomillo para ver la respuesta productiva y como suplementación alimenticia (Abdel-Wareth & Metwally, 2020), aceite de orégano para mejorar la inmunidad y la oxidación de la carne (He et al., 2023).

Emulsión de plantas aromáticas

Emulsión se le llama a la mezcla de dos componentes que naturalmente no se pueden diluir o mezclar entre sí (por ejemplo el agua y aceite), para llevar a cabo una emulsión se debe de incluir un tercer ingrediente denominado emulsionante, el cual permite que ambos líquidos o ingredientes se unan y sean estables, aunque también es importante mencionar que es necesario que todos los componentes sean mezclados perfectamente y con una intensidad entre media y fuerte ya que esto permite que las partículas de los componentes se unan (Sanz, 2017).

La emulsión es una presentación del extracto o de los aceites de la planta; es una forma de mantener estables los componentes y a su vez manteniendo la acción terapéutica que se busca

obtener, ya que muchos de los aceites esenciales son de baja densidad y se volatizan fácilmente en el ambiente (Khan et al., 2023).

Hay estudios realizados en bovinos, donde se las dio de manera oral emulsión de orégano y se encontró que ayudaba al tracto digestivo y era eficaz contra bacterias como *E. Coli* y salmonella (Zhang et al., 2021).

Tomillo (*Thymus vulgaris*)

Características botánicas

Pertenece a la familia de las Lamiaceae, y se dice que tiene origen europeo, pero se puede encontrar en todo el mundo (Akhter et al., 2025), también se le puede conocer por el nombre de planta de jardín o fumigadora por su acción insecticida (Patil et al., 2021).

Es una planta de hojas pequeñas muy similar a la menta ya que pertenecen a la misma familia, sus hojas se diferencian ya que son diminutas, estrechas, y en forma de elipse, es de color gris verdoso (Gonçalves & Romano, 2024).

Su tronco se puede hacer leñoso y grueso, al llegar a su etapa adulta puede medir 25 cm de alto y puede durar entre 10 y 15 años para ser usada sin que sus componentes se vean afectados (Mandal & DebMandal, 2016).

Composición química

El tomillo está compuesto por terpenoides, fenoles como carvacrol, cimeno y timol que son los más sobresalientes, este último se encuentra en el aceite esencial y favorece a dar la fragancia característica del tomillo, también es importante destacar que son volátiles y que forman parte entre los principales componentes antimicrobianos y antioxidantes (Mandal & DebMandal, 2016). Por otro lado, se pueden reconocer otros componentes como el monopreno fenólico, linalol, mirceno, alcanfor, borneol, beta pineno, beta cariofileno, p-cimeno, carvacrol, algunos de estos componentes se creía que eran tóxicos, pero la FDA analizo 160 plantas y sus aceites, entre ellos el tomillo y encontró que son seguros para su uso cosmético y alimenticio, aunque también depende de la dosis a la que son usados, ya que

cada planta tiene su rango de toxicidad y de seguridad (Nayik & Ansari, 2023), dichos compuestos se pueden aislar mediante cromatografía (Akhter et al., 2025).

Propiedades farmacológicas

El tomillo (*Thymus vulgaris*), se utiliza en medicina popular ya que tiene propiedades antihelmínticas, calmantes, desinfectantes, antiespasmódicas, antibacterianas, antifúngicas, desintoxicantes, antivirales, relajantes y diaforéticas (Abd-elmonsifa et al., 2025)

Se puede utilizar en enfermedades respiratorias, digestivas, cardiovasculares, renales e inflamatorias (Gonçalves & Romano, 2024), ya que se ha visto que tiene efectividad en anquilotomas, ascárides, bacterias gram positivas y negativas, en un estudio se demostró que tiene efectividad en *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, contra 120 sepas de *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Escherichia* y *Pseudomonas* (Kuethe, 2017).

Cabe destacar que es efectivo contra hongos y levaduras, incluso se le atribuye el mejoramiento de la función hepática, estimulación del apetito, es curativo en picaduras, mordeduras y neuralgias (Akhter et al., 2025).

Se ha encontrado que el tomillo actúa sobre varios factores de inflamación, y que también actúa inhibiendo ARNm del óxido nítrico y el extracto hidroalcohólico de tomillo actúa en dolores agudos y crónicos en ratones (Kuethe, 2017).

Cabe destacar un estudio en humanos con problemas respiratorios, con inflamación, se aislaron pseudomonas, y se utilizó el aceite esencial del tomillo en combinación con tobramicina, teniendo efectos sobre la inflamación, y la oxidación (Pérez et al., 2022).

También en la antigüedad era utilizado como antiséptico y en la curación de heridas, así como en el tratamiento de la peste negra (Patil et al., 2021).

Utilización de tomillo en la medicina veterinaria

Se ha evaluado el uso de extracto de tomillo (*Thymus vulgaris*) como aditivo en la alimentación de aves de engorda sometidas a dietas con bajo contenido proteico. Los resultados sugieren que la inclusión de éste puede tener efectos positivos sobre el rendimiento

productivo, mejorando tanto los parámetros hematológicos como la morfología del tracto intestinal. Además, se ha observado una mejora en la calidad de la canal, lo cual indica un aprovechamiento más eficiente de los nutrientes, incluso en condiciones nutricionalmente limitantes (Golshahi et al., 2024).

En un estudio centrado en la medicina tradicional china, se investigó el efecto del tomillo (*Thymus vulgaris*), en combinación con otras hierbas comúnmente conocidas como tomillo iraní y verdolaga, sobre la modulación del sistema inmunológico y sus propiedades antiinflamatorias. Los resultados obtenidos indican que esta combinación de plantas puede estimular mecanismos relacionados con la inmunidad humoral (Khazdair et al., 2021).

Se ha identificado que el tomillo posee compuestos que pueden incrementar notablemente la producción de anticuerpos. Este efecto se ha observado en modelos aviares, particularmente en pollos de engorda afectados por enfermedades como la bronquitis infecciosa y bursitis, tanto en aves vacunadas como en las no vacunadas. En estas situaciones, se notó una reducción en la proliferación de linfocitos y células T activadas por antígenos, lo que indica una posible regulación del sistema inmunológico adaptativo (Gholami-Ahangaran et al., 2019). Por otro lado, se registró un aumento en la expresión de CD40 en las células dendríticas, lo que sugiere un fortalecimiento en la presentación de antígenos y la activación de la respuesta inmune (Patil et al., 2021).

Estos hallazgos respaldan el potencial del tomillo y sus combinaciones herbales como agentes inmunomoduladores dentro de terapias complementarias basadas en principios de la medicina tradicional (Khazdair et al., 2021).

También se ha utilizado en conejos de raza nueva Zelanda, para mejorar la dieta, se evaluaron dietas balanceadas con la intención de mejorar el crecimiento, digestibilidad aparente y la salud general de la mascota, en este estudio se incluyeron de las hojas de tomillo al 2.5 y 3 % durante 25 días, no se observaron cambios significativos, esto se puede deber al porcentaje de inclusión (Benlemlih et al., 2014).

En otro estudio en conejos se complementó el tomillo con espirulina (*Arthrospira Platensis*) para evaluar la apariencia de la carne y la oxidación de ácidos grasos una vez estando expuesto a la venta en tiendas, los resultados demostraron que la pérdida de los ácidos grasos

fue menor a los de tratamiento control, al igual que se redujo el color amarillento de la carne (Dal Bosco et al., 2014).

Justificación

Los productos cunícolas han tenido cada vez más popularidad porque se busca una alternativa más saludable para los hogares, pero existen muchos problemas a los que se enfrentan los productores cunícolas, entre los principales son las enfermedades digestivas y problemas de producción (McClure, 2020).

A pesar de que muchos de los productores estén bien informados o aconsejados por un médico veterinario hay que recordar que los animales no están exentos de presentar resistencia a los antibióticos (Ministerio de sanidad, 2024). Por esta razón, las plantas medicinales son una excelente alternativa para tratar de prevenir o tratar las diferentes enfermedades que se puedan presentar.

El tomillo puede ser la excelente opción, no solo por sus propiedades, sino que también por su palatabilidad en conejos y a su vez esto puede ayudar a fomentar el consumo y evitar el desperdicio, ya que mucho o poco puede representar una pérdida o ganancia para el productor (Dal Bosco et al., 2014). Además, contiene muchas propiedades medicinales, para controlar desordenes del sistema digestivo, disminuir las diarreas y mejorar la digestibilidad (Gonçalves & Romano, 2024).

Objetivos

Objetivo general

Analizar los efectos de la inclusión de emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) como aditivo en la alimentación de conejos de engorda, sobre los parámetros productivos, la digestibilidad, calidad de la carne y de la canal, con la finalidad de proponerlo como aditivo alimenticio.

Objetivos específicos

- ✓ Identificar y evaluar los efectos sobre los parámetros productivos, de conejos en engorda que consumen alimento con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) para proponerlo como aditivo en la dieta.

- ✓ Evaluar el efecto de emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la digestibilidad de conejos en engorda, para proponerlo aditivo en la dieta.

- ✓ Determinar el efecto de la inclusión de emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la calidad de la canal y de la carne de conejos en engorda que consumen alimento con emulsión de tomillo para proponerlo aditivo en la dieta.

Hipótesis

Incluir emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) como aditivo en la dieta de conejos en etapa de engorda, mejora significativamente los parámetros productivos, la digestibilidad de los nutrientes, la calidad de la canal y la carne.

Materiales y métodos

Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de la Producción Cunicola (MEIEPC) del Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Instituto de Ciencias Agropecuarias, que pertenece a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, ubicada en los límites de Tulancingo-Santiago Tulantepec, Hgo., Rancho Universitario Av. Universidad Km 1, Ex-Hacienda Aquetzalpa, CP 43600, México. Localizado en las coordenadas de latitud 20.063065° N y longitud -98.381489° O.

Obtención de emulsión de tomillo

Se obtuvo tomillo (*Thymus vulgaris*) deshidratado de una empresa comercializadora de plantas aromáticas.

Para la emulsión de tomillo, se elaboró hidrolato de tomillo con ayuda de un hidrodestilador de Marca NIANGGE Modelo 2014202209125 (Niangge, China), colocando 300 g de tomillo con 4 L de agua. Se integró hidrolato (0.270 g), aceite de soya (0.800 g) y tween20 (0.011g) durante 3 minutos en una licuadora marca Oster modelo BLST41227-013 (Oster, México) (Figura 1).



Figura 1. Elaboración de emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*). **A.** Obtención de tomillo. **B.** Elaboración de hidrolato de tomillo. **C.** Integración de hidrolato de tomillo, aceite de soya y tween. **D.** Obtención de emulsión de tomillo.

Diseño experimental

El estudio incluyó 108 conejos, de una cruce entre conejos de raza California y Nueva Zelanda de 35 días de edad, distribuidos completamente al azar en 3 grupos, cada grupo con 3 repeticiones y cada repetición con 12 animales. Para cada una de las repeticiones se utilizaron jaulas con dimensiones de 90 × 130 × 50 cm, acondicionadas con bebederos automáticos, comederos de tolva, con 12 h luz y 12 h de oscuridad (Figura 2).



Figura 2. Conejos híbridos de Nueva Zelanda x California en jaulas convencionales

Para la alimentación de cada grupo de animales se diseñaron tres dietas: dieta sin emulsión (C), una con emulsión de tomillo al 12.64 % (T2) y la última con emulsión de tomillo al 25.29 % (T3). Las dietas fueron isoprotéicas (16 % de proteína), isoenergéticas (2.5 Mcal/Kg de MS.) e isofibrosas (FDN 32 %, FDA 16 %) (Tabla 1), formuladas de acuerdo con los requerimientos nutricionales (De Blas & Wiseman, 2020) y la composición nutricional de los ingredientes por la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2019). Todos los ingredientes se homogeneizaron con una mezcladora modelo MZ 50 (Molinos y mezcladoras industriales, México) y peletizados con ayuda de una máquina peletizadora modelo SKJ120 (Shandong, China) (Figura 3).

Tabla 1. Dietas con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) para conejos de engorda.

Ingredientes (Kg BH)	Tratamientos ¹		
	T1	T2	T3
Maíz	1.020	1.020	1.020
Sorgo	0.203	0.203	0.203
DDGS Cebada	0.479	0.479	0.479
Salvado de trigo	3.529	3.529	3.529
Melaza de caña	0.364	0.364	0.364
Harina de soya	1.504	1.504	1.504
Cascarilla de soya	0.898	0.898	0.898
Paja de cebada	0.964	0.964	0.964
Cáscara de naranja	0.502	0.502	0.502
Premezcla de minerales	0.273	0.273	0.273
Agua	1.060	0.880	0.700
Aceite de soya	0.264	-	-
Emulsión	-	0.180	0.360

¹T1=sin emulsión de tomillo, T2=Tratamiento con emulsión de tomillo al 12.64 % y T3=Tratamiento 3 con emulsión de tomillo al 25.29 %. DDGS= Granos secos de destilería. BS=Base seca



Figura 3. Elaboración de alimento. **A.** Mezclado de ingredientes. **B.** Peletizado de alimento.

Parámetros productivos

Durante toda la engorda (30 d), se realizó evaluación de los parámetros productivos (Figura 4) como se describen a continuación:

Consumo de alimento: se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado, empleando una balanza digital marca Noval modelo NE-40 (NOVAL, México). Fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento rechazado (g)}$$

Peso de los animales: los animales se pesaron semanalmente empleando una balanza digital marca Noval modelo NE-40 (NOVAL, México).

Ganancia diaria de peso: fue calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Ganancia diaria de peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Número de días (7)}}$$

Conversión alimenticia general: se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo global}}{\text{Peso total ganado}}$$



Figura 4. Evaluación del consumo de alimento y peso semanal. **A.** Registro del alimento rechazado. **B.** Peso de alimento a ofrecer. **C.** Registro del peso semanal.

Digestibilidad de la materia seca

En el día 23 de la engorda, 7 animales de cada tratamiento fueron alojados individualmente en jaulas metabólicas durante 7 días, evaluando el consumo de alimento y el peso semanal con una balanza digital marca Noval modelo NE-40 (NOVAL, México).

Para evaluar la digestibilidad se recolectaron muestras de alimento y de heces cada 24 horas, las cuales se pesaron en una báscula marca A&D Weighing Ek-2000 (A&D Company, Seúl, Corea). En charolas de metal se colocaron entre 5 y 3 g de la muestra total recolectada por día y se colocaron en un horno de secado marca Riossa Digital modelo MCF-82 (PQS Scientific S.A de C.V., México) durante 48 horas. Posteriormente, las muestras secas, se volvieron a pesar y se realizó el registro de cada una. Finalmente, se calculó la digestibilidad como se muestra en la siguiente ecuación (Zewdie, 2018):

$$\text{Digestibilidad de la materia seca} = \frac{(\text{Materia seca consumida} - \text{materia seca excretada})}{\text{materia seca consumida}} \times 100$$



Figura 5. Proceso para evaluar la digestibilidad. **A.** Recolección e identificación de muestra. **B.** Peso de toda la muestra. **C.** Pesos de charolas y registro. **D.** Colocación de muestras en el horno. **E.** Registro los pesos de la materia seca.

Calidad de la canal

A los 65 d de edad los animales fueron trasladados al taller de cárnicos en jaulas de plástico de $97 \times 58 \times 28$ cm.

Se peso al animal vivo, posteriormente se midió el largo del animal considerando la distancia desde la articulación atlanto-occipital hasta la base de la cola o articulación sacro-caudal. La circunferencia del animal se midió a la altura de las vértebras lumbares.

Se les dio muerte a todos los animales de acuerdo a la NOM-033-SAG/ZOO-2014 Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres (Figura 6).

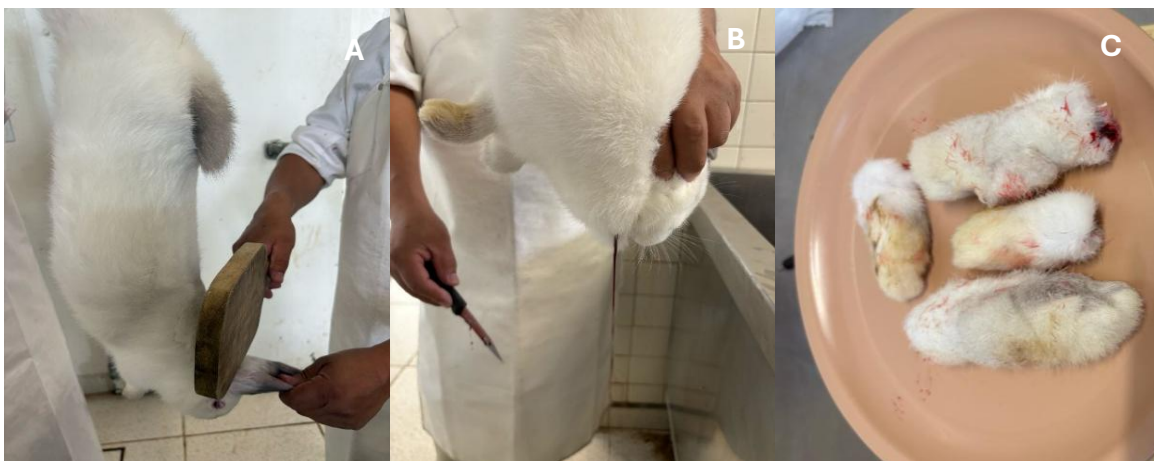


Figura 6. Proceso de matanza. **A.** Proceso de aturdimiento del animal. **B.** Desangrado del animal. **C.** Separación de patas.

Se obtuvo el peso de vísceras completas e individuales (tracto digestivo, hígado, pulmones, vejiga, riñones, bazo y corazón), piel, patas y canal caliente. Cada una de las secciones mencionadas anteriormente se pesaron en una báscula marca A&D Weighing Ek-2000 (A&D Company, Seúl, Corea) (Figura 7). Las canales fueron pesadas para obtener el peso de canal caliente y posteriormente fueron colocadas en cámara fría a 4 °C durante 24 horas, posteriormente se obtuvo el peso de la canal fría.

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

$$\text{Rendimiento canal caliente} = \left(\frac{\text{peso canal caliente}}{\text{peso vivo}} \right) * 100$$

El rendimiento de la canal fría se calculó, como se muestra en la ecuación:

$$\text{Rendimiento de la canal fría} = \left(\frac{\text{peso canal fría}}{\text{peso vivo}} \right) * 100$$

Las pérdidas por goteo se calcularon con la siguiente ecuación:

$$\text{Pérdidas por goteo} = \frac{(\text{peso canal caliente} - \text{peso canal fría})}{\text{peso canal caliente}}$$

Se consideraron los cortes primarios de cada una de las canales obtenidas, comenzando por separar la grasa escapular y renal. Se separó la cabeza (corte entre la primera vertebra llamada atlas y el cráneo en la parte occipital), parte anterior (entre la costilla 6 y 7), parte media (después de la última costilla), parte posterior (se corta donde inician las piernas) y piernas. Cada corte fue pesado en una báscula marca Torrey, modelo L-PCR (Torrey, México) (Figura 7).



Figura 7. Procesamiento de la canal y vísceras. **A.** Separación de vísceras. **B.** Peso de la canal caliente. **C.** Peso de la canal fría. **D.** Retiro de grasa y cortes primarios.

Calidad de la carne

El color y el pH, fueron los parámetros considerados para la evaluación de la calidad de la carne, los cuales se midieron en el músculo *longissimus doris*.

El color se evaluó 5 veces por muestra, de acuerdo al espacio de color CIE L*a*b*, usando iluminante estándar D65, apertura de ocho milímetros y observador de 10°, con un colorímetro de marca Linshang, modelo Ls171 (Linshang, China) (Figura 8), de acuerdo a las recomendaciones de King et al (2023).

Se consideró el cálculo de Cromo y Hue (King et al, 2023) de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$Croma = (a^2 + b^2)^{0.5}$$

$$Hue = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right)$$



Figura 8. Colorímetro.

El pH se evaluó por triplicado con un potenciómetro modelo HI99163 (Hanna Instruments, Cluj-Napoca, Rumania (Figura 9).



Figura 9. Potenciometro.

Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar y los datos se evaluaron empleando un análisis de varianza. Todos los datos se analizaron en el software Minitab 20.3 (Minitab LCC, PA, Estados Unidos de América).

Bajo el siguiente modelo lineal general (GLM) para la calidad de la canal y de la carne.

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

Además, de un modelo anidado para los parámetros productivos y digestibilidad.

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

Donde:

Y_{ijk} = variable dependiente para la k-ésima repetición, en el j-ésimo día, dentro del i-ésimo tratamiento

M = Media

β_i = Efecto fijo (tratamiento)

T_j = Tiempo (semanas o días)

$\beta_i(T_j)$ = 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.

E_{ijk} = error experimental asociado a cada observación.

Cuando se presentaron diferencia entre medias se utilizó una prueba de Fisher para evaluar las diferencias significativas ($p > 0.05$).

Resultados y discusión

Parámetros productivos

Los parámetros productivos son medidas cuantitativas ya establecidas que permiten medir características de la producción como la ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, producción, mortalidad, reproducción, etc.; éstos son muy importantes para tener un panorama completo de la producción o explotación y poder tomar decisiones sobre el control y la planeación (Ciro et al., 2016).

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los parámetros productivos de los conejos de engorda alimentados con alimento adicionado con emulsión de tomillo, en donde se observa que, en la tercer y cuarta semana, los animales del grupo T3, consumieron una mayor cantidad de alimento, y con ello una mayor ganancia de peso y un mayor peso final a comparación de los grupos T1 y T2 ($p < 0.05$). Los grupos T1 y T3 presentaron mejor conversión alimenticia en comparación con el T2 ($p < 0.05$).

Los resultados descritos anteriormente muy probablemente se relacionan con el timol y carvacrol del tomillo, estos componentes eliminan los radicales libres y evitan el daño celular por oxidación, además de reducir enzimas hepáticas (AST, ALT y ALP y MPO) (Grespan et al., 2014), lo que puede ayudar a mantener una mejor salud y una adecuada ganancia de peso durante la engorda.

Una investigación en pollos de engorda raza Ross, donde se realizaron 3 dietas (la primera con 2 g de tomillo en polvo, la segunda con 2 g de ajo en polvo y en la tercera 1 g de ajo y 1 g de tomillo en polvo) se encontró que tuvieron mejores parámetros productivos las aves que consumieron 2 g de tomillo en comparación con las aves que consumieron 2 g de ajo en polvo, los autores se lo atribuyen a sus agentes bioactivos como lo son los ácidos grasos y compuestos fenólicos (Ashour et al., 2025).

Tabla 2. Parámetros productivos en conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Variable	Semana	Tratamientos ¹			EEM ²
		T1	T2	T3	
Consumo de alimento (g)	1	94.60 ^B	96.31 ^B	92.66 ^C	5.17
	2	125.18 ^A	124.64 ^A	110.40 ^B	5.17
	3	121.14 ^{Ab}	122.40 ^{Ab}	138.33 ^{Aa}	5.17
	4	115.18 ^{Ab}	106.59 ^{Bab}	123.03 ^{Ba}	5.17
	EEM ²	5.17	5.17	5.17	
Peso (g)	Peso inicial	759.60 ^E	785.00 ^E	788.30 ^E	19.30
	1	1118.59 ^D	1121.86 ^D	1149.26 ^D	19.30
	2	1444.07 ^C	1477.10 ^C	1453.93 ^C	19.30
	3	1661.46 ^{Bb}	1642.38 ^{Bb}	1720.32 ^{Ba}	19.30
	4	1857.12 ^{Ab}	1812.76 ^{Ab}	1930.00 ^{Aa}	19.30
EEM ²	19.75	19.30	19.52		
Ganancia diaria de peso (g)	1	51.29 ^A	48.12 ^A	51.56 ^A	1.98
	2	46.49 ^{Aab}	50.74 ^{Aa}	41.41 ^{Bb}	1.98
	3	31.60 ^{Bb}	23.60 ^{Bc}	38.40 ^{Ba}	1.99
	4	28.58 ^{Bab}	23.72 ^{Bb}	32.11 ^{Ca}	1.99
	EEM ²	1.51	1.94	1.99	
Conversión alimenticia	3.02 ^b	3.22 ^a	2.97 ^b	0.07	

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo al 25.29%.

²EEM: Error estándar de la media ^{ABCDE} Literales mayúsculas indican diferencia estadística cambiar a través del tiempo ($p < 0.05$). ^{ab}Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$).

Digestibilidad de la materia seca

La digestibilidad de la materia seca alimento es una medida para evaluar la parte real de nutrientes que está aprovechando el animal del alimento consumido; es muy importante evaluarla ya que ayuda a mejorar la alimentación del animal mediante la modificación de los ingredientes (Zewdie, 2018).

En la Tabla 3 se presentan los resultados del consumo del alimento adicionado con emulsión de tomillo en conejos de engorda en donde se observa que, en el tratamiento T3 desde el primer día fue menor su consumo en comparación a los otros tratamientos (T1 y T2) ($p < 0.05$).

Tabla 3. Consumo de alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*) por conejos de engorda.

Día	Tratamientos ¹			EEM
	T1	T2	T3	
1	168.00 ^a	140.00 ^a	100.00 ^b	12.3
2	148.57 ^a	140.71 ^a	97.14 ^b	12.3
3	157.14 ^a	138.57 ^a	109.28 ^b	12.3
4	164.28 ^a	135.42 ^{ab}	111.42 ^b	12.3
5	142.85 ^a	125.71 ^{ab}	113.57 ^b	12.3
6	158.00 ^a	114.85 ^b	110.00 ^b	12.3
7	174.28 ^a	125.14 ^b	113.71 ^b	12.3
EEM	12.3	12.3	12.3	

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo al 25.29%.

²EEM: Error estándar de la media ^{ab}Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$).

Estos resultados podrían ser debido al timol y al carvacrol del tomillo ya se ha comprobado que mejoran las microvellosidades del intestino delgado, ayudando a un mejor aprovechamiento de nutrientes y estimulando la producción de pectina, esta es la hormona que da la sensación de saciedad (Placha et al.,2022).

En un estudio en bovinos de engorda donde se utilizaron los aceites esenciales de tomillo, se le administraron a un grupo 5 mL y a otro grupo 8 ml por día, no se vio ninguna modificación en el consumo del alimento (Castro et al., 2021).

En la Tabla 4. se presentan los resultados de la digestibilidad de la materia seca en conejos de engorda a los que se les adicionó en la dieta emulsión de tomillo y se observa que durante la segunda y sexta semana los tratamientos T2 y T3 obtuvieron mejor digestibilidad de la materia seca en comparación con el tratamiento T1 ($p < 0.05$).

Tabla 4. Digestibilidad de la materia seca (%) en conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Día	Tratamientos ¹			EEM
	T1	T2	T3	
1	46.39 ^{ab}	58.71 ^a	52.66 ^{bAB}	3.36
2	50.98 ^b	60.36 ^a	54.89 ^{abAB}	3.28
3	48.43	53.48	53.46 ^{AB}	3.28
4	48.14	53.36	46.12 ^C	3.28
5	48.51	56.19	54.09 ^{AB}	3.28
6	50.63 ^b	60.26 ^a	62.52 ^{aA}	3.28
7	51.06	51.98	58.15 ^{AB}	3.28
EEM	3.27	3.28	3.28	

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo al 25.29%.

²EEM: Error estándar de la media ^{ab}Literales minúsculas indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$). ^{AB}Literales mayúsculas indican diferencia estadística a través del tiempo. ($p < 0.05$).

Estos resultados pueden deberse al timol y al carvacrol del tomillo, que ayudan a mejorar los microorganismos del sistema digestivo lo cual beneficia al aprovechamiento de los nutrientes (Mandal & DebMandal, 2016) además, el timol fomenta el crecimiento de bacterias lácticas en el contenido cecal y en las heces de los conejos (Placha et al., 2022).

China se ha utilizado extracto de tomillo para aumentar la eficiencia digestiva en pollos de engorda con dietas bajas en proteínas, se formularon 3 dietas, control, 0.1g/kg de probióticos y otra con 1 mL de extracto de tomillo y se han observado mejor índice proteico en la dieta con extracto de tomillo, esto refiere que a pesar de que las dietas eran bajas en proteína, la poca proteína se aprovechaba más en la alimentación complementada con tomillo (Golshahi et al., 2024).

Calidad de la canal

Se define como canal a todo el cuerpo del animal después de darle muerte, sin los órganos, desangrado, sin cabeza, sin patas y sin piel; y es importante evaluar el rendimiento de esta ya que ayuda a conocer el porcentaje de merma, los cortes primarios ayudan a evaluar el rendimiento y el valor económico ya que algunos cortes son más valoradas y comercialmente importantes (Nuhazet Cubas et al., 2025).

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la calidad de la canal de conejos de engorda a los que se les adicionaron en la dieta con emulsión de tomillo, se observa que en los tratamientos adicionados con emulsión T2 y T3 los animales tuvieron una menor circunferencia, así como un menor peso en las vísceras, tracto digestivo y el hígado ($p < 0.05$).

Tabla 5. Calidad de la canal caliente de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
Largo del animal (cm)	33.11	34.22	34.38	0.67
Circunferencia del animal (cm)	23.22 ^{ab}	24.55 ^a	22.33 ^b	0.59
Largo de la canal (cm)	33.91	34.00	33.94	0.31
Circunferencia de la canal (cm)	17.31	17.00	16.72	0.25
Canal caliente (g)	1313.90	1271.00	1300.60	32.60
Rendimiento canal caliente ³ (%)	53.31	48.34	55.87	3.13
Piel (g)	324.10	318.00	317.20	14.6
Vísceras completas (g)	625.70 ^a	575.30 ^b	551.50 ^b	16.6
Tracto digestivo (g)	466.20 ^a	450.80 ^{ab}	418.90 ^b	12.53
Corazón (g)	9.64	8.18	7.51	0.90
Pulmones (g)	29.69	15.41	13.63	6.76
Hígado (g)	107.31 ^a	88.01 ^b	88.01 ^b	5.76
Riñones (g)	15.81	15.11	14.97	0.59
Bazo (g)	1.47 ^{ab}	1.18 ^b	1.78 ^a	0.12
Vejiga llena (g)	7.10	10.14	7.69	1.22
Vejiga vacía (g)	5.78	6.27	7.15	0.79
Patatas (g)	49.96 ^b	54.98 ^a	54.87 ^a	1.57

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo al 25.29%.

²EEM: Error estándar de la media. ³Calculado con respecto al peso vivo. ^{ab}Literales diferentes indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$).

Lo anterior se puede deber a que el tomillo contiene timol es un de tipo monoterpeno fenólico y se ha comprobado que tiene efectos antiinflamatorios y mejora el funcionamiento hepático (Akhter et al., 2025). En una investigación se utilizaron ratones de laboratorio con lesión hepática por liposacaridos, se encontró que el timol tiene actividad protectora del hígado resultante de la modulación de la proteína quinasa activada por AMP-diana de la rapamicina

en mamíferos (AMPK-mTOR) para regular la vía de la autofagia, frenando así la inflamación (Dou et al., 2022).

En la Tabla 6. se presentan los resultados de la calidad de la canal fría de conejos de engorda a los que se les adicionó en la dieta emulsión de tomillo; se puede observar que en el tratamiento T2 los animales presentaron menor cantidad de grasa al deshuesar las piernas ($p < 0.05$), mientras que las demás secciones no se vieron modificadas ($p > 0.05$).

Tabla 6. Calidad de la canal fría de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
Canal fría (g)	1280.60	1231.70	1270.00	34.6
Rendimiento canal fría ³ (%)	51.96	46.85	54.56	3.07
Pérdidas por goteo ⁴ (%)	2.54	3.18	2.74	0.49
Grasa escapular (g)	9.54	8.16	7.37	0.90
Grasa renal (g)	31.20	23.52	24.36	3.47
Cabeza (g)	112.78	112.78	118.33	2.73
Anterior (g)	317.22	287.78	309.44	7.66
Media (g)	146.11	149.44	141.67	6.98
Posterior (g)	236.10	231.70	246.70	11.30
Piernas (g)	432.20	420.00	422.80	10.00
Carne ⁵ (g)	314.44	305.00	304.89	9.12
Grasa ⁵ (g)	5.41 ^a	3.54 ^b	4.42 ^{ab}	0.48
Hueso ⁵ (g)	104.44	104.44	105.56	3.95

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo al 25.29%.

²EEM: Error estándar de la media. ³Calculado con respecto al peso vivo. ⁴Calculado con respecto a la canal caliente. ⁵Peso al deshuese de las piernas. ^{ab}Literales diferentes indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$).

En un estudio en ratas Wistar con obesidad se les agrego timol en el alimento (14mg/kg) dos veces al día durante 4 semanas y se reportó que ayudan a reducir los niveles de lípidos (Haque et al., 2014).

Calidad de la carne

El pH es la cantidad de iones presentes en una mezcla o también se le define como el logaritmo negativo de la cantidad de iones, se relaciona directamente con la acidez o alcalinidad (Ahmad et al., 2022), es importante evaluarlo ya que por la degradación del glucógeno y lactato después de la muerte en donde se ve afectada la terneza, la apariencia y el sabor de la carne (Wang et al., 2016).

El color de la carne depende de la mioglobina, la oxidorreducción (oxidación de los átomos de hierro) y desnaturalización de la globina; para evaluarlo el colorímetro arroja valores de luminosidad (L^*), rojo (a^*) y amarillo (b^*); siendo importante ya que ayuda a identificar la frescura, la correcta manipulación, desangre post mortem y además se relaciona con la oxidación (Wang et al., 2016).

En la Tabla 7 se presentan los resultados del color y pH de la canal de conejos de engorda a los que se les adicionaron en la dieta emulsión de tomillo, y se puede observar que el parámetro b^* en los grupos T2 y T3 presentó valores más altos a comparación del grupo control ($p < 0.05$). Estos resultados pudieron ser afectados por los pigmentos naturales que contiene el tomillo (clorofila y carotenoides) (Waheed et al., 2024).

En un estudio en borregas gestantes se introdujo en su dieta hojas de tomillo, (T1 control, T2 con 3.7% de hojas de tomillo y la T3 con 7.5% de hojas de tomillo), se encontró que las hojas de tomillo afectan el color de la carne ya que el timol y al carvacrol tienen efectos antioxidantes y retrasa la aparición de metahemoglobina (Nieto et al., 2010).

Tabla 7. Color y pH de la canal de conejos de engorda con alimento adicionado con emulsión de tomillo (*Thymus vulgaris*).

Variable	Tratamientos ¹			EEM ²
	T1	T2	T3	
L*	59.72	59.39	58.83	0.64
a*	5.14	5.39	5.37	0.25
b*	0.27 ^b	0.49 ^a	0.60 ^a	0.26
Croma	5.38	5.79	5.66	0.25
Hue	0.24	0.29	0.28	0.03
pH	5.60	5.54	5.49	0.06

¹T1: sin emulsión de tomillo, T2: emulsión de tomillo al 12.64% y T3: emulsión de tomillo a l 25.29%. ²EEM: Error estándar de la media. ^{ab}Literales diferentes indican diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.05$).

Conclusión

Se observó que los parámetros productivos fueron mejores en la dieta T3, ya que se incrementaron la ganancia de peso diaria y se obtuvo una mejor conversión alimenticia. Además, la digestibilidad de la materia seca mejoró significativamente, dado que en los tratamientos con emulsión de tomillo se obtuvo un mejor aprovechamiento del alimento.

Se registró una disminución en el peso de las vísceras, el tracto digestivo y el hígado en los tratamientos T2 y T3, lo que sugiere al tomillo con una función protectora (antiinflamatoria) en los órganos del animal.

En cuanto a la canal fría, el tratamiento T2 presentó una menor cantidad de grasa al deshuesar las piernas, sin afectar significativamente otras secciones, sin embargo, la presencia de colorantes naturales del tomillo puede modificar el color de la carne.

Con base en estos resultados, se puede afirmar que la hipótesis planteada fue confirmada, ya que la inclusión de emulsión de tomillo en la dieta de conejos en etapa de engorda mejoró significativamente los parámetros productivos, la digestibilidad de los nutrientes y, en cierta medida, la calidad de la canal y de la carne, en comparación con la dieta que no se utilizó emulsión de tomillo como aditivo. Por tal motivo, se puede proponer la emulsión de tomillo como aditivo alimenticio para la engorda de conejos.

Referencias

- Abd-elmonsifa, N. M., Gamal, S., & Barsoom, S. A. (2025). Chronic stress and depression impact on tongue and major sublingual gland histology and the potential protective role of *Thymus vulgaris*: An animal study. *Elsevier*, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2025.106182>
- Abdel-Wareth, A. A. A., & Metwally, A. E. (2020). Productive and Physiological Response of Male Rabbits to Dietary Supplementation with Thyme Essential Oil. *Animals*, 10(10), 1844. <https://doi.org/10.3390/ani10101844>
- Ahmad, J., Mansoor, S., Wani, C., & Un Nissa, N. (2022). Basic life science methods (Capítulo 3, pp. 9–10). *Life Science Methods*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-19174-9.00003-9>
- Akhter N., Rafiq, I., Jamil, A., Chauhdary, Z., Mustafa, A., & Nisar, A. (2025). Neuroprotective Effect Of *Thymus Vulgaris* On Paraquat Induced Parkinson's Disease. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 151740. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2025.151740>
- Almaraz-Buendía, I., Torres-Cardona, M. G., Peralta-Ortiz, J. J. G., & Espinosa-Muñoz, V. (2023, julio 5). Alternativas que favorecen la producción animal sostenible. *Latinex*, 9(18). <https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9276>
- Ashour, E. A., Aldhalmi, A. K., Elolimy, A. A., Madkour, M., Elsherbeni, A. I., Alqhtani, A. H., Khan, I. M., & Swelum, A. A. (2025). Optimizing broiler performance, carcass traits, and health: evaluating thyme and/or garlic powders as natural growth promoters in antibiotic-free diets. *Poultry Science*, 104(2), 104689. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104689>
- Benlemlih, M., Aarab, A., Bakkali, M., Arakrak, A., & Laglaoui, A. (2014). The effect of supplementing diets with dried fennel and thyme on the zootechnical parameters and caecal microflora of growing rabbit. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 23(4), 346–350. <https://doi.org/10.22358/jafs/65671/2014>

- Bonilla Novillo, S. M. (2017). Efecto de la melaza en la alimentación de conejos neozelandeses para la mejora de su producción durante las fases de crecimiento y engorde utilizando Rye grass (*Lolium perenne*) con concentrado. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*. Recuperado de <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/09/melaza-alimentacion-conejos.html>
- Camacho, Á., Luis, P., Bernejo, A., Juan, A., Paramio, V., & Mata González, J. (2010)., Manual de Cunicultura 2010, *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria*, ISBN 84-607-3797-7 Edición revisada.
- Camps, J. (1994). Artículos originales Lugar de origen del conejo. *Universidad Autónoma de Barcelona* (pp. 73–79). https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1994m4v19n108/cunicultura_a1994m4v19n108p73.pdf
- Castañeda, M. L., Muñoz, A., Martínez, J. R., & Stansgenko, E. E. (2007). Estudio de la Composición Química y la Actividad Biológica de los Aceites Esenciales de Diez Plantas Aromáticas Colombianas. *Scientia et Technica*. Recuperado de: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5845>
- Castañeda, R. D., Viana, C. E., & Buitrago, L. A. (2015). Caracterización de los lepóridos (MAMMALIA: LEPORIDAE) del bosque seco tropical del departamento del Tolima (Colombia). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 19(1), 117–124. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.8>
- Castro Filho, E. S., Roma Júnior, L. C., Ezequiel, J. M. B., Salles, M. S. V., Almeida, M. T. C., Perez, H. L., Suguino, E., & Castello Branco van Cleef, E. H. (2021). Effect of thyme essential oil supplementation on feed intake, apparent digestibility, rumen fermentation, blood parameters and in vitro methane yield of Nellore cattle. *Livestock Science*, 244, Article 104349. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104349>
- Ciro, J., & Itza-Ortiz, M. F. (2016). Parámetros Productivos. *Researchgate* (pp. 161–171). https://www.researchgate.net/publication/308356178_PARAMETROS_PRODUCTIVOS_VOS?utm.com

- Dal Bosco, A., Gerencsér, Zs., Szendrő, Zs., Mugnai, C., Cullere, M., Kovács, M., Ruggeri, S., Mattioli, S., Castellini, C., & Dalle Zotte, A. (2014). Effect of dietary supplementation of Spirulina (*Arthrospira platensis*) and Thyme (*Thymus vulgaris*) on rabbit meat appearance, oxidative stability and fatty acid profile during retail display. *Meat Science*, 96(1), 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.021>
- Dalle Zotte, A. (2014). *Rabbit farming for meat purposes*. *Animal Frontiers*, 4(4), 62–67. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0035>
- De Blas, C., & Wiseman, J. (Eds.). (2020). *Nutrition of the Rabbit* (3.^a ed.). CAB International.
- Dorożyńska, K., & Maj, D. (2021). *Rabbits – their domestication and molecular genetics of hair coat development and quality*. *Animal Genetics*, 52(1), 10–20. <https://doi.org/10.1111/age.13024>
- Dou, X., Yan, D., Liu, S., Gao, L., & Shan, A. (2022). Thymol alleviates LPS-induced liver inflammation and apoptosis by inhibiting NLRP3 inflammasome activation and the AMPK-mTOR-autophagy pathway. *Nutrients*, 14(14), 2809. <https://doi.org/10.3390/nu14142809>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019) *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para piensos*. <http://www.fundacionfedna.org/>.
- Gholami-Ahangaran, M., Ostadpour, M., Ahmadi-Dastgerdi, A., Peña-Parra, B., Pérez-Martínez, J., & Ávila-Ramos, F. (2019). *Efecto de Thymus daenensis sobre la inmunidad y rendimiento en pollo*. *Abanico Veterinario*, 9, e918. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.918>
- Golshahi, A., Shargh, M. S., 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. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104554>

- Gonçalves, S., & Romano, A. (2024). In vitro production of secondary metabolites by Thymus plants. *Biotechnological Production of Bioactive Phytochemicals of Medicinal Value*, 103–123. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-21818-7.00001-0>
- Grespan, R., Aguiar, R. P., Giubilei, F. N., Fuso, R. R., Damião, M. J., Silva, E. L., Mikcha, J. G., Hernandez, L., Amado, C. B., & Cuman, R. K. N. (2014). Hepatoprotective effect of pretreatment with Thymus vulgaris essential oil in experimental model of acetaminophen induced injury. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, Article 954136. <https://doi.org/10.1155/2014/954136>
- Haque, M. R., Ansari, S. H., Najmi, A. K., & Ahmad, M. A. (2014). Monoterpene phenolic compound thymol prevents high fat diet induced obesity in murine model. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 24(2), 116–123. <https://doi.org/10.3109/15376516.2013.861888>
- He J., Su, X., Guo, S., Shi, H., Guo, C., Li, J., Jirong Lv, Yu, M., & Huang, M. (2023). Effects of compound essential oil and oregano oil on production performance, immunity and antioxidant capacity of meat rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, 22(1), 934–941. <https://doi.org/10.1080/1828051x.2023.2252454>
- Herrera Soto, I., García Flores, M., Soto Simental, S., Zepeda Bastida, A. Z.-B., & Ayal 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>
- Irving-Pease, E. K., Frantz, L. A. F., Sykes, N., Callou, C., & Larson, G. (2018). Rabbits and the Specious Origins of Domestication. *Trends in Ecology & Evolution*, 33(3), 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.12.009>
- Juárez Rosete, C. R., Aguilar Castillo, J. A., Juárez Rosete, M. E., Bugarín Montoya, R., & Juárez-López P1, Cruz Crespo, E. (2013). *Hierbas Aromáticas y Medicinales en México: Tradición e Innovación*. 119–129. <http://dspace.uan.mx:8080/jspui/bitstream/123456789/731/1/Hierbas%20arom%c3%a1ticas%20y%20medicinales%20en%20M%c3%a9xico%20tradici%c3%b3n%20e%20innovaci%c3%b3n.pdf>

- Khan, S., Abdo, A. A. A., Shu, Y., Zhang, Z., & Liang, T. (2023). The Extraction and Impact of Essential Oils on Bioactive Films and Food Preservation, with Emphasis on Antioxidant and Antibacterial Activities—A Review. *Foods*, *12*(22), 4169. <https://doi.org/10.3390/foods12224169>
- Khazdair, M. R., Gholamnezhad, Z., Rezaee, R., & Boskabady, M. H. (2021). Immunomodulatory and anti-inflammatory effects of *Thymus vulgaris*, *Zataria multiflora*, and *Portulaca oleracea* and their constituents. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, *1*, 100010. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2021.100010>
- 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. (2023). American Meat Science Association guidelines for meat color measurement. *Meat and Muscle Biology*, *6*(4), 1–22. <https://doi.org/10.22175/mmb.12473>
- Kraatz, B., Belabbas, R., Fostowicz-Frelik, Ł., Ge, D.-Y., Kuznetsov, A. N., Lang, M. M., López-Torres, S., Mohammadi, Z., Racicot, R. A., Ravosa, M. J., Sharp, A. C., Sherratt, E., Silcox, M. T., Słowiak, J., Winkler, A. J., & Ruf, I. (2021). Lagomorpha as a Model Morphological System. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *9*, 636402. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.636402>
- Kuete, V. (2017). Medicinal spices and vegetables from Africa : therapeutic potential against metabolic, inflammatory, infectious and systemic diseases (pp. 599–609). *Academic Press, An Impring Of Elsevier*.
- Lebas, F., Coudert, P., de Rochambeau, H., & Thébault, R. G. (1996). El conejo Cría y patología. In Colección *FAO: Producción y sanidad animal*. <https://www.fao.org/4/t1690s/t1690s.pdf>
- Lukefahr, S.D., McNitt, J.I., Cheeke, P.R., & Patton, N.M.(2022). *Rabbit production worldwide*.(10th ed.). CABI. DOI: 10.1079/9781789249811.0002

- Mandal, S., & DebMandal, M. (2016). *Thyme (Thymus vulgaris L.) oils*. En V. R. Preedy (Ed.), *Essential oils in food preservation, flavor and safety* (pp. 825–834). *Academic Press*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00094-8>
- McClure, D. (2020). Trastornos y enfermedades de los conejos. *En MSD Veterinary Manual*. <https://www.msddvetmanual.com/es/todas-las-dem%C3%A1s-mascotas/conejos/trastornos-y-enfermedades-de-los-conejos>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA); Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AMEXCID). (2019). Guía práctica para crianza y engorde de conejos. Recuperado de <https://comunidadparlamentaria.org/storage/app/media/msh/pdf/2019-gua-guia-cunicultura.pdf>
- Ministerio de sanidad (2024). Acuerdo para el desarrollo del programa de prescripción y uso razonable de antibióticos en cunicultura. *Plan nacional de resistencia a antibióticos*. https://www.resistenciaantibioticos.es/sites/default/files/2022-03/2024.01.22_documetno_base_conejos_cooperativa.pdf
- Nayik, G. A., & Ansari, M. J. (2023). Essential oils from Lamiaceae family (Rosemary, thyme, mint, basil). En G. A. Nayik & M. J. Ansari (Eds.), *Essential Oils: Extraction, Characterization and Applications* (Cap. 11, pp. 309–324). *Academic Press*. <https://doi.org/10.1016/C2021-0-01279-7>
- Nieto, G., Díaz, P., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2010). Effect on lamb meat quality of including thyme (*Thymus zygis* ssp. *gracilis*) leaves in ewes' diet. *Meat Science*, 85(1), 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.009>
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014. (2014). *Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres>

- Nuhazet Cubas, B., de la Rosa, E., Rodríguez, C., Ramos, D., & Torres, A. (2025). *Calidad de la carne de conejo: un estudio en el genotipo IRTA-HYPLUS*. *Revista Agroplaca*, (68), 32.
- Patil, S. M., Ramu, R., Shirahatti, P. S., Shivamallu, C., & Amachawadi, R. G. (2021). A systematic review on ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Thymus vulgaris* Linn. *Heliyon*, 7(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07054>
- Peace Corps. (2014). *A complete handbook on backyard and commercial rabbit production* (Peace Corps Publication No. R0041). Peace Corps. <https://files.peacecorps.gov/documents/R0041-Complete-Handbook-Backyard-Rabbit-Production.pdf>
- Perez, N., Altube, M. J., Ramos, L., Romero, E. L., & Perez, A. P. (2022). *Thymus vulgaris* essential oil + tobramycin within nanostructured archaeolipid carriers: A new approach against *Pseudomonas aeruginosa* biofilms. *Phytomedicine*, 102, 154179. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154179>
- Placha, I., Bacova, K., & Plachy, L. (2022). Current Knowledge on the Bioavailability of Thymol as a Feed Additive in Humans and Animals with a Focus on Rabbit Metabolic Processes. *Animals*, 12(9), 1131. <https://doi.org/10.3390/ani12091131>
- Quesenberry, K. E., Orcutt, C. J., Mans, C., & Carpenter, J. W. (2021). *Ferrets, Rabbits, and Rodents Clinical Medicine and Surgery* (4th ed., pp. 131–190). *Elsevier*.
- Rodríguez, M. & Pérez, L. (2019). La domesticación del conejo: historia, usos y significados culturales. *Revista de Ciencias Animales*, 14(2), 45-60.
- Sanz, S. (2017). *EMULSIONES (I)*. *Panorama Actual Med.*, 41(402). <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2017/4/11/114468.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2016). *Todo sobre la producción de carne de conejo*. *Gobierno de Mexico*. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoce-todo-sobre-la-produccion-de-carne-de-conejo>

- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2016). *Los secretos de la cunicultura Agricultura y Desarrollo Rural. Gob.mx.*
<https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/los-secretos-de-la-cunicultura.com>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, 25 de noviembre). *¿Sabes qué es la EHVC?* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/sabes-que-es-la-ehvc-descubrelo?idiom=es>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2019). *Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo. Gobierno de Mexico.*
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859793/Manual_de_Buenas_Prcticas_de_Produccion_de_Carne_de_Conejo_2019.pdf
- Setiaji, A., Sutopo, S., Lestari, D. A., Kurnianto, E., & Novianti, M. E. (2022). Morphometric characterization of New Zealand White rabbit raised at different areas. *Online Journal of Animal and Feed Research*, 12(6), 350–355.
<https://dx.doi.org/10.51227/ojaf.2022.46>
- Stanford, M. M., & Werden, S. J., & McFadden, G. (2007). Myxoma virus in the European rabbit: Interactions between the virus and its susceptible host. *Veterinary Research*, 38(2), 299-318. <https://doi.org/10.1051/vetres:2006054>
- Turek, C., & Stintzing, F. C. (2013). *Stability of Essential Oils: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(1), 40–53.
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12006>
- Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. (2022, 30 de noviembre). *Enfermedades parasitarias del conejo doméstico (Oryctolagus cuniculus) y su diagnóstico (1.ª ed.)*.
https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Enfermedades_Parasitarias_Conejos.pdf
- Vélez Izquierdo, A., Espinosa García, J. A., & Aguilar Romero, F. (2021). Tipología y caracterización de cunicultores en los Estados del centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(2), 469–486.
<https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5811>

- Vendrapati, R. R., Suresh, S., Bhat, S., Kaipa, H. H., Mahadevaswamy, S. R., Abdul Latheef, S. S., Kalaivanan, D., Shiddamallayya, N., Venkateswarlu, V., Narayanam, S., & Acharya, R. (2024). A Comprehensive Review of Selected Traditional Medicinal Plants: Status, Phytochemistry, Medicinal Properties, Cultivation, and Demand. *Pharmacognosy Reviews*, 18(35), 24–46. <https://doi.org/10.5530/phrev.2024.18.4>
- Waheed, M., Hussain, M. B., Saeed, F., Afzaal, M., Ahmed, A., Irfan, R., Akram, N., Ahmed, F., & Hailu, G. G. (2024). Phytochemical profiling and therapeutic potential of thyme (*Thymus* spp.): A medicinal herb. *Food Science & Nutrition*, 12(12), 9893–9912. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4563>
- Wang, J., Su, Y., Elzo, M. A., Jia, X., Chen, S., & Lai, S. (2016). Comparison of Carcass and Meat Quality Traits among Three Rabbit Breeds. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 36(1), 84–89. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.1.84>
- Zhang, R., Wu, J., Lei, Y., Bai, Y., Jia, L., Li, Z., Liu, T., Xu, Y., Sun, J., Wang, Y., Zhang, K., & Lei, Z. (2021). Oregano essential oils promote rumen digestive ability by modulating epithelial development and microbiota composition in beef cattle. *Frontiers in Nutrition*, 8, 722557. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.722557>
- Zewdie, A. K. (2018). The different methods of measuring feed digestibility: a review. *EC Nutrition*. <https://ecronicon.net/assets/ecnu/pdf/ECNU-14-00542.pdf>