



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 la infusión del palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) sobre
los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos**

Para obtener el grado de

Licenciada en Medicina Veterinaria y Zootecnia

PRESENTA

Ariadna Isabel Vega Chavarria

Director

Dr. Sergio Soto Simental

Co-Directora

Dra. Maricela Ayala Martínez

Asesora

Dra. Liliana Ortega González



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 Zootecnics

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo., a 14 de mayo 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, **Ariadna Isabel Vega Chavarria**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Efecto de la infusión del palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) sobre los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos"**, 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
Asesor	Dra. 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

Quiero dedicarle en primer lugar mi trabajo de tesis a Dios por darme siempre la fortaleza, por ser mi sabiduría, mi perseverancia, mi guía en todo momento, por mantenerme firme, humilde y sencilla, por darme los instrumentos necesarios para poder culminar mi carrera. Ya que dios padre es la fuente de mi esperanza día con día, mi nueva oportunidad, mi nuevo comenzar, por iluminarme en la adversidad y por ser la paz que siempre calmo mis dudas. Dios mi roca eterna, agradezco tu amor incondicional que me sostuvo siempre en cada paso en este camino que hoy es de logros.

A mi familia unida y bella, a mis padres por ser mi gran fuente de fortaleza, resiliencia, por enseñarme valores tan importantes como la honestidad, lealtad, el trabajo duro y honrado. Por enseñarme a nunca rendirme, por apoyarme incondicionalmente en cada paso de mi camino por mi carrera. Por ser mi inspiración, y mi lugar siempre seguro. A mi hermano por siempre estar presente y por apoyarme siempre por ser mi compañero eterno de vida. A mis abuelos, tías, y a todas las personas que estuvieron a mi lado para concluir mi tesis.

A mi amigo Manuel por siempre apoyarme con dudas, por siempre darme palabras de aliento, por apoyarme en estudiar y avanzar en mi carrera.

Al Biólogo Javier Omar Gómez Duarte que me brindo el apoyo de poder ingresar a la UMA de cocodrilos para obtener el árbol palo de tinte, por todo el apoyo incondicional

A mi directora tan querida Maricela Ayala Martínez por compartir sus conocimientos, cariño, sabiduría en todo este trayecto, gracias por mostrarme lo maravilloso que es el mundo de la investigación, gracias por enseñarme y guiar mis pasos para ser veterinaria.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerle a dios por permitirme estar en este camino, aunque ha sido difícil, por permitirme la vida de poder respirar, soñar y crear. Por darme segundas oportunidades. Doy gracias a dios por todas las maravillas que hace en mi vida pese a la adversidad. Por nunca abandonarme en mi proceso de vida. Porque gracias a dios mi camino no se desvía, sigo en los pasos del bien. Porque siempre existe una nueva oportunidad para rectificar el camino cuando lo creemos perdido, porque siempre existe una nueva oportunidad cuando se decide ir por el camino del bien.

Gracias dios por permitirme ser médico, por ponerme como instrumento para ayudar a dar esperanza, aliento, para curar, para aliviar el dolor, doy gracias porque me ha mandado a la tierra con una gran misión y es ser médico veterinario zootecnista.

Quiero también dedicar esta parte de mí, a mis padres tan queridos y bellos, por estar en esta lucha todos los días, porque han sacrificado tanto por verme una mujer exitosa. Por ver en mis los frutos de sus esfuerzos cada día al trabajar. Porque gracias a ellos soy una mujer noble, perseverante y capaz de luchar por ser mejor cada día, a ellos les debo todo. Gracias a mi hermano por su apoyo y su amor incondicional. A mis abuelos y tías por siempre darme ánimos y fuerzas para seguir adelante. A mis compañeras caninas Kanus, Negrita y Rutila que estuvieron conmigo en todo momento cuando inicie la carrera, estuvieron en mis desvelos, fueron parte de mis clases y me dieron ánimo y consuelo.

A todos mis amigos veterinarios, por el apoyo incondicional de los profesores, doctores, médicos, todos aquellos que pusieron su granito de arena en mis conocimientos.

A mi querida directora de tesis por transmitirme gran parte de su conocimiento, por ser una mujer ejemplo a seguir en el mundo de la investigación, por mostrarme aquello que yo no veía, por permitirme abrir el panorama de mis conocimientos y enseñarme que el mundo de la medicina veterinaria es enorme.

Al doctor Sergio y a la doctora Liliana por apoyarme incondicionalmente, por ser mis guías, por ser tan amable siempre conmigo y por transmitirme tanto de sus conocimientos, por apoyarme en cada paso de mi tesis, por ser paciente conmigo, por tanto, cariño incondicional.

ÍNDICE GENERAL

1. Resumen.....	1
2. Introducción	2
3. Marco Teórico	4
3.1. Generalidades del conejo.....	4
3.1.1 Comportamiento	4
3.1.2 Hábitos reproductivos	4
3.1.3 Alimentación.....	5
3.4. Principales razas de conejos en México	8
3.8 Calidad de la canal del conejo	9
3.9 Características nutricionales de la carne de conejo.....	9
3.10 Problemáticas de la producción de conejo	10
3.11 Aditivos en la dieta de conejos	10
3.12 Evidencias del uso de plantas sobre la producción cunícola.....	10
3.13 Palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).....	11
3.13.1 Descripción.....	11
3.13.2 Contexto histórico de su explotación	12
3.13.3 Usos y potencial biológico.....	14
4 Justificación.....	16
5 Objetivo	17

6	<i>Hipótesis</i>	17
7	<i>Materiales y métodos</i>	18
	7.1 Ubicación	18
	7.8 Colecta de <i>Haematoxylum campechianum</i>	18
	7.9 Obtención de infusión de palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>)	19
	7.4 Dietas	19
	7.5 Diseño experimental	21
	7.5 Parámetros Productivos	22
	7.5.1 Consumo de alimento	22
	7.5.2. Peso semanal.....	23
	7.5.3. Ganancia diaria de peso	24
	7.5.4 Conversión alimenticia	24
	7.6 Calidad de la canal	24
	7.7 Obtención de los cortes primarios	27
	7.8 Calidad de la carne	27
	7.9 Análisis estadístico	28
8	<i>Resultados y discusión</i>	30
	8.1 Parámetros productivos	30
	8.2 Calidad de la canal	32
	8.3 Calidad de la carne	34
9	<i>Conclusión</i>	36

10 Literatura consultada	37
---------------------------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla 1. Composición del alimento del conejo en etapa de engorda y reproducción. ____	6
--	----------

Tabla 2. Composición proximal de la carne de conejo.	9
Tabla 3. Formulación de dietas para conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol de palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).	20
Tabla 4. Parámetros productivos de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).	31
Tabla 5. Calidad de la canal caliente de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).	32
Tabla 6. Calidad de la canal fría de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).	33
Tabla 7. Color y pH de carne de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (<i>Haematoxylum campechianum</i>).	34

Índice de figuras

Figura 1. Flores, hojas y el tronco leñoso de <i>Haematoxylum campechianum</i> .	12
---	----

Figura 2. Troncos de palo de tinte apilados en el puerto del Carmen, Campeche a finales del siglo XIX. (Plasencia-Vázquez et al., 2024)	13
Figura 3. Corte histológico de colon teñido con la técnica Hematoxilina/eosina (H&E). (Llanes-Torres et al., 2021)	15
Figura 4. Unidad de manejo animal Xkuncheil.	18
Figura 5. Infusión de palo de tinte (<i>H. campechianum</i>).	19
Figura 6. Mezclado de ingredientes.	21
Figura 7. Peletizado de ingredientes.	21
Figura 8. Alojamiento de conejos.	22
Figura 9. Bascula electrónica modelo NE40P.	22
Figura 12. Movilización de animales al taller de cárnicos.	24
Figura 18. Medición del pH	28

1. Resumen

La cunicultura es una de las actividades pecuarias en nuestro país, debido a la facilidad en el manejo, sin embargo, la dieta de los conejos requiere de niveles de energía, proteína y fibra específicos y los alimentos balanceados han ido encareciendo el sistema productivo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la infusión de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) en la alimentación de conejos durante la engorda, sobre los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos, para proponerlo como aditivo alimenticio. Esta investigación se realizó en el Módulo de Enseñanza, Investigación y Extensión de Producción Cunícola (MEIEPC), donde se utilizaron 120 animales híbridos de las razas California x Nueva Zelanda. Se dividieron en 4 tipos de tratamientos incluyendo infusión de diferentes secciones del árbol (*Haematoxylum campechianum*), siendo T1: Control, T2: raíz, T3: tallo y T4: hoja. Se evaluaron parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, peso inicial, peso final y conversión alimenticia), calidad de la canal (peso canal caliente, peso canal fría y cortes primarios) y calidad de la carne (color y pH). Los resultados demuestran que el grupo control y el grupo al que incluyeron en el alimento infusión de tallo del árbol de palo de tinte, presentaron un peso corporal más alto a comparación de los grupos alimentados con infusión de tallo (T2) y con infusión de hoja (T4) ($p < 0.05$). Sin embargo, el tratamiento T3 (infusión de tallo) presentó mayor peso de la canal fría ($p < 0.05$). Por lo cual, se puede concluir que la inclusión de infusión de tallo del árbol de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) a la dieta de conejos durante la engorda mejoró los parámetros productivos y calidad de la canal.

2. Introducción

El conejo es un pequeño animal que se ha utilizado como alternativa alimenticia en los recientes años, se produce en diferentes continentes como Asia, Europa, América y África. El proceso de reproducción cría y engorda como una forma accesible para obtener un máximo beneficio en la venta de productos y subproductos del conejo es el eje central de la cunicultura (Marto, 2012).

La carne de este animal posee características nutricionales excepcionales que satisface los requerimientos para una dieta equilibrada, debido a que presenta una buena cantidad de proteína, contiene ácidos grasos poliinsaturados y aminoácidos esenciales, además, que aporta valores altos de energía y bajos niveles de grasa (Velez-Izquierdo *et al.*, 2021).

Existe poco conocimiento de productos cárnicos industrializados de conejo, esto genera que la crianza de esta especie sea poco atractiva para los grandes productores, destinando su uso para el consumo familiar (Aguas-Tirasi, 2020). Esto se reflejó en el consumo per cápita de carne de conejo en México, que se ha estimado en 100 g, mientras que países europeos se consumen 2 o más kilogramos por persona (Velez-Izquierdo *et al.*, 2021). Asimismo, problemas con la comercialización de la carne de conejo, las características del mercado, la estacionalidad y la demanda, afectan la productividad del sistema (Adanguidi, 2020).

No obstante, es un animal monogástrico adaptado a una variedad de alimentos fibrosos, presenta una elevada productividad en relación al número de crías o de kg/año/madre, combinando una ovulación permanente, cortos períodos de gestación y de lactancia y elevada prolificidad (Velez-Izquierdo *et al.*, 2021).

El mantenimiento de estos animales dirige la producción a pequeña escala, contando con facilidades en el traslado y comercialización llevada a cabo por mano de obra familiar (ancianos, mujeres, jóvenes y niños). Esto conlleva a la búsqueda de alternativas alimenticias para apoyar estos conocimientos y manteniendo el valor nutricional elevado de su carne, junto con poco contenido de grasas y de colesterol (Marto, 2012; Gómez-Soto, 2019).

La dieta de estos herbívoros requiere de niveles de energía, proteína y fibra específicos, siendo los alimentos balanceados la opción para cubrir esas necesidades. La alimentación del conejo presenta una complejidad propia de la especie, ya que, es un animal muy sensible a los cambios en la dieta (Marzo-Lázaro, 2001). Buscar alternativas naturales pudiera ser una opción más para lograr una óptima producción cunícola. Se ha reportado que incluir un 40

% subproductos de semillas de hinojo en la dieta de los conejos mejoró el peso corporal, y la ganancia diaria (Badr, 2020). También se reportó que la suplementación con romero mejoró el rendimiento y la composición química de la carne en conejos (Kassab et al. (2025). Estas investigaciones abren la posibilidad del uso de alternativas naturales que pudieran ser beneficiosas para los conejos, sobre todo en el rendimiento de la canal. Poco se ha estudiado referente a la utilización de plantas sobre el rendimiento de la canal del conejo, por ejemplo, la infusión de plantas como *Haematoxylum campechianum*, debido a que esta especie es propia de la península de Yucatán, y tiene un valor comercial debido a la hematoxilina (Flores et al., 2016; Chable-Vega, 2022). Por lo cual, podría ser una excelente alternativa para la alimentación de animales como los conejos.

3. Marco Teórico

3.1. Generalidades del conejo

La cría de conejos (*Oryctolagus cuniculis*) para la producción se caracteriza por ejemplares con un cuerpo cubierto de un pelaje espeso y suave, de cabeza ovalada y grandes ojos. Este pequeño mamífero herbívoro es ideal para la cunicultura intensiva por su alta prolificidad, rápido crecimiento y excelente conversión alimenticia (Gómez-Soto, 2019). Existen diferentes razas que pueden producir carne, piel y/o pelo. Dependiendo de la raza llega a tener un peso de entre 2.5 a 6 kg, los machos llegan a tener un cráneo más ancho que las hembras. Los dientes del conejo, en particular los incisivos, no paran de crecer, por lo que estos deben de desgastarlos constantemente para evitar su sobrecrecimiento (Camacho *et al*, 2010).

3.1.1 Comportamiento

Los conejos son animales sociales, dentro de cada grupo se establece un orden jerárquico y el comportamiento de dominancia y territorialidad es especialmente en época de cría, en áreas de producción se han de alojar grupos de gazapos, hembras y machos de manera separada. (Camacho *et al*, 2010).

3.1.2 Hábitos reproductivos

Factores como la raza, el sexo, la estación y las características individuales influyen en la edad más adecuada para iniciar la reproducción (Hill, 2026). Las conejas no tienen un celo cíclico estricto; son receptivas casi todo el tiempo. La presencia del macho induce la ovulación tras la cópula. Alcanzan la madurez sexual entre los 4-6 meses y siendo una especie prolífica (Mayer, 2021; Hill, 2026). La gestación dura entre 30-32 días, tras los cuales la hembra puede tener camadas de entre 1 a 12 gazapos, cuya lactancia es en promedio de 35 días. Las crías nacen poco desarrolladas, sordos, ciegos y sin pelo, pero con rápido desarrollo; siendo capaces de comer alimento sólido a las 3 semanas de edad. A las ocho semanas de

nacidos, el peso de los gazapos habrá aumentado 28 veces. Seis o siete semanas después del nacimiento hay que separar las crías de la madre (Vella y Donnelly, 2012; Hill, 2026). Una coneja puede quedar gestante inmediatamente después del parto. La esperanza de vida es de 6 a 8 años, aunque llegan a vivir más tiempo (Mayer, 2021).

3.1.3 Alimentación

La dieta de estos herbívoros debe basarse principalmente en fibra, siendo el 80% heno de alta calidad (ilimitado) para su digestión y desgaste dental. Adicionalmente se debe complementar la alimentación con un pienso especializado para conejos, los cuales suelen ser ricos en fibra y nutrientes esenciales para el óptimo desarrollo (SENASICA, 2019; Mayer, 2024). El conejo es una especie con hábitos crepusculares, por lo que con pocas horas de luz su consumo alimenticio aumenta y tienen una mayor actividad en general. Es un herbívoro que puede alimentarse de grandes cantidades de forraje sin afectar su respuesta productiva, esto puede llegar a ser de gran interés para los productores que posean recursos limitados, ya que pueden utilizar ingredientes alternativos para elaborar su dieta, por ejemplo, forrajes silvestres, esquilmos agrícolas y subproductos industriales (Mayer, 2021).

Las necesidades nutricionales varían según la etapa de desarrollo del animal (crecimiento, engorda, reproducción y lactancia), pero también depende de la intensidad reproductiva de los mismo. En granjas de producción intensiva, donde se busca obtener de 7 a 10 partos por coneja al año; los requerimientos nutricionales son mucho más elevados, y para garantizar esto es proporcionando alimento balanceado, normalmente comercializado en pellets (SENASICA, 2019). Las necesidades generales para etapa de engorda y de reproducción se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Composición del alimento del conejo en etapa de engorda y reproducción.

Nutriente	Etapa reproductiva	
	Engorda	Reproducción
Proteína Bruta, %	16	18
Proteína digestible, %	11.5	15
Fibra cruda (celulosa) , %	12-14	12-14
Fibra detergente ácido, %	18	18
Calcio, %	0.4	0.8
Fósforo, %	0.3	0.6
Potasio, %	0.6	0.6
Sodio, %	0.3	0.3
Cloro, %	0.3	0.3
Magnesio, %	0.25	0.3
Energía digestible, Kcal kg MS ⁻¹	2.5	2.7
Energía metabolizable, Kcal kg MS ⁻¹	2.4	2.6

Fuente: SENASICA, 2019.

3.2. La cunicultura en México

México tuvo un papel importante como productor de pelo de conejo de angora en las décadas de los años 20 y 30 del siglo pasado. A partir de 1970, se la cunicultura en México gracias a programas sociales que iban encaminados a mejorar las condiciones de vida de las personas más desprotegidas y con escasos recursos. Esto promovió la inauguración del Centro Nacional de cunicultura en 1973. Los paquetes incluían conejos reproductores, el equipo y el apoyo técnico para poder seguir con la cría, sin embargo, por cuestiones políticas y económicas, estos fueron recortados. En el 2002, se inició una nueva campaña gubernamental para promover el consumo de carne de conejo y fomentar el incremento y mantenimiento de granjas familiares. Entre estas, se encuentran programas de crédito para la producción, explotación y la comercialización del conejo, a través de la reactivación de actividades pecuarias regionales (Quintero-Sánchez *et al.*, 2024).

En la actualidad, se están fomentando actividades similares a las de los años 70 pero impulsados por asociaciones civiles. La Asociación Nacional de Cunicultores de México (ANCUM) es una agrupación civil que surgió en 1990, esta tiene por objetivo la integración de cunicultores nacionales y promover la cría de conejo a nivel nacional, junto con apoyo gubernamental, dicha asociación realiza un encuentro nacional de cunicultura cada año. Existen diversos eventos como ferias, talleres y exposiciones en donde pueden participar de razas y diversos productos elaborados con carne o pelo de conejo (ANCUM, 2016; Quintero-Sánchez *et al.*, 2024).

La ANCUM tiene registrado socios en: Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas correspondientes a mil 306 unidades de producción (ANCUM, 2016).

3.3. Situación actual de la producción y consumo de carne de conejo

La cunicultura se define como el proceso de crianza, engorde y reproducción de conejos para obtener el máximo beneficio de la venta de productos y subproductos. Es una actividad muy beneficiosa para agricultores o para personas con recursos limitados debido a su facilidad de operación, rápido retorno de inversión y potencial de generar ingresos. Esta tiene como ventaja que puede ser empleada en determinadas regiones que posean recursos limitados, como una opción viable para personas con escasos recursos económicos y satisfacer necesidades cárnicas en centros urbanos con alta capacidad de consumo (Flores, 2016).

En México para el 2018 el inventario de conejos llegó a 1,407,000 y una producción de 4,483 toneladas, con una tasa media de crecimiento anual de 0.004 % para el periodo entre 2000 al 2018. México ocupa el 13° y 19° lugar mundial en existencia de conejo y producción de conejo respectivamente (Velez-Izquierdo *et al.*, 2021). En cuanto al consumo per cápita de carne de conejo en México, se ha estimado en 100 g, mientras que países como Portugal, Francia, España e Italia consumen 2 o más kilogramos por persona (Velez-Izquierdo *et al.*, 2021).

3.4. Principales razas de conejos en México

Entre las principales razas de conejos utilizados para la cunicultura se mencionan las siguientes (Quintero-Sánchez *et al.*, 2024):

- a) *Nueva Zelanda*: se caracteriza por ser originario de estados unidos, con un peso corporal adulto que oscila entre los 4 – 4.5 kg. Presenta una coloración blanca, con algunas variaciones de color negro, un pelaje liso y de tamaño mediano a grande. Sus ojos son de color rojo brillante.
- b) *California*: originario de Estados Unidos, con un peso aproximado de 4.3 kg. Su pelo es de color blanco con manchas en el hocico, orejas, patas y cola de color negro o habano.
- c) *Holandés*: de origen holandés, su peso oscila entre 2.2 a 2.5 kg, presenta marcas blancas en rostro, alrededor del cuello, en la parte craneal del tronco y en la parte distales de las patas. El resto del cuerpo puede presentar una tonalidad oscura, azul o gris.
- d) *Rex*: proviene de Francia, presenta un pelo corto y suave, la piel puede presentar varios colores, incluyendo café, blanco y negro, su peso promedio es de 3.2 kg.
- e) *Chinchilla*: raza francesa con pelaje rígido fino, de un color gris azulado en su base con una combinación en blanco y negro en las puntas que forman en conjunto un aspecto muy característico.
- f) *Belier*: de origen holandés e inglés, se caracteriza por poseer orejas que llegan a medir más de 30cm en algunos casos. Sus principales colores son gris, blanco, negro o mariposa.
- g) *Gigante de Flandes*: originario de Bélgica, su peso promedio es de 8 kg, presenta un crecimiento lento, su pelaje es corto y liso que se caracteriza por tener una coloración gris con variedades de blanco, negro azabache y aleonado oscuro.

3.8 Calidad de la canal del conejo

Según la NOM-009-ZOO-1994 Proceso Sanitario de la Carne (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1994), la canal debe de estar libre de pelo, tumoraciones, hematomas, manchas derivadas del proceso de evisceración, luego se conservan hígado y riñones para observar que se encuentre en buenas condiciones para su consumo. El color debe ser de un tono rosado, con textura firme y fresca. Esta debe de encontrarse en un peso promedio de entre 1.5 a 1.8 kg.

3.9 Características nutricionales de la carne de conejo

La carne de conejo se clasifica dentro de las carnes blancas junto con la carne de aves de corral (pollo, pavo o codorniz), esta es muy palatable, además de contener gran cantidad de proteína en comparación a la carne de cordero o ternera. Por las bajas cantidades de grasa que presenta (Tabla 2), es considerada una de las carnes más magras y también por su bajo grado de colesterol, es de gran ayuda para personas que buscan una dieta con alto valor nutritivo y para alto rendimiento (Aguas-Tigasi *et al.*, 2020).

Tabla 2. Composición proximal de la carne de conejo.

Elemento	Unidad	Cantidad (g/100g)
Energía	Kcal KgMS ⁻¹	133
Proteínas	g	23
Lípidos	g	4.6
Ca	mg	22
Fe	mg	1
Mg	mg	25
Zn	mg	1.4
Na	mg	67
K	mg	360

Fuente: Aguas-Tigasi *et al.*, 2020.

3.10 Problemáticas de la producción de conejo

Según datos del Sistema Producto Cunicola del Distrito Federal, México ocupa el vigésimo lugar mundial en producción de carne de conejo, con alrededor de 15,000 t al año, de las cuales 12,500 son de producción de pequeña escala (Gómez-Soto, 2019). Las producciones se concentran principalmente en el centro del país, esto debido a que el clima de esta región favorece el desarrollo de esta actividad, al no tener que implementar instalaciones que involucren altos costos de inversión. En el país, el consumo de la carne de conejo solo representa el 0.5% del total de los diferentes productos cárnicos, es decir, alrededor de 200 g por habitante por año (Flores, 2016; Gómez-Soto, 2019).

Asimismo, problemas relativos a la comercialización de la carne de conejo como, por ejemplo, las características del mercado, la estacionalidad y la demanda, afectan la productividad del sistema. En ciertas regiones del mundo se considera a la carne del conejo como exótica, además de que, en materia de los costos, ésta compite con la carne de pollo, que es más barata en comparación con otras carnes del mercado (Adanguidi, 2020).

3.11 Aditivos en la dieta de conejos

Los aditivos alimenticios son sustancias de diferente composición cuyo objetivo es mejorar la productividad del animal a la hora de aprovechar los nutrientes del alimento o como manera de prevención de patologías digestivas (Belhassen, 2023).

Dentro de estos, se encuentran las sales minerales, extractos naturales (plantas con propiedades terapéuticas), probióticos, prebióticos, enzimas (α -amilasas). Estos deben ser utilizados como una manera de prevención de patologías futuras, ya que no remplaceznan a un tratamiento específico (Marzo-Lázaro, 2001).

3.12 Evidencias del uso de plantas sobre la producción cunicola

Pocos son los estudios referentes a la utilización de plantas sobre el rendimiento de la canal del conejo, Botsoglou *et al.* (2004) señalan una mejora en la ganancia de peso con el uso del aceite esencial del orégano. En este sentido, incluir en un 40 % subproductos de semillas de hinojo en la dieta de los conejos mejoró el peso corporal, y la ganancia diaria, así como una

menor mortalidad en los gazapos (Badr, 2020). Se ha demostrado que plantas aromáticas como el jengibre y el romero reducen el estrés oxidativo promoviendo una mejora en la inmunidad de los conejos (Elazab *et al.*, 2022). Recientemente, Kassab *et al.* (2025) reportó que la suplementación con extracto acuoso de romero mejoró el rendimiento de la canal, la composición química de la carne en conejos en crecimiento. Estas investigaciones abren la posibilidad del uso de alternativas naturales que pudieran ser beneficiosas para los conejos, sobre todo en el rendimiento de la canal.

3.13 Palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*)

Conocido comúnmente como palo de Campeche o palo negro. Especie nativa de las regiones tropicales de América, se distribuye naturalmente en la península de Yucatán, México, Guatemala y Belice. Crece en elevaciones desde el nivel del mar hasta 50 m. En los estados de Tabasco y la península de Yucatán forma asociaciones, conocidas como tintales, en zonas bajas de suelos muy arcillosos susceptibles a inundarse periódica o permanentemente. Se ha utilizado para la extracción de tintura (Pennington y Sarukhán, 2005; Plasencia-Vázquez *et al.*, 2024).

3.13.1 Descripción

Haematoxylum campechianum es un árbol de la familia de las leguminosas, nativo de la región de Mesoamérica, concretamente del estado de Campeche. Es un árbol que llega a alcanzar los 15 m de altura, el tronco presenta un diámetro de 60 cm en su máximo desarrollo. El tronco tiene muchos vástagos ramificándose cerca de la base. La copa es esparcida y redondeada, está formada de numerosas ramas elevadas y entrecruzadas. Sus hojas llegan a medir de 3 a 6 cm de largo, son alternas, perennes y obtusas por su base (del Campo y Matilla, 2014).

Las flores tienen 5 pétalos y corola blanca que se juntan en cimas sujetadas por un pedúnculo (Figura 1). El fruto es una drupa de 1cm de largo, del cual se obtiene la colorante hematoxilina, esta varía del negro intenso a los azules y morados para teñir las telas de algodón, lana y seda (Chable-Vega, 2022).

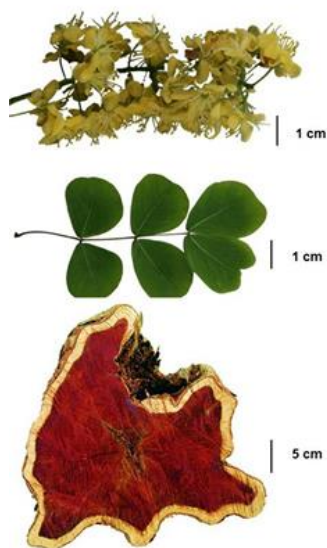


Figura 1. Flores, hojas y el tronco leñoso de *Haemotoxylum campechianum*.

Fuente: Chable-Vega, 2022.

El árbol crece primariamente en terreno plano con suelos arcillosos, drenaje deficiente e inundaciones periódicas, comúnmente conocido como tierras bajas. Las regiones donde el árbol crece tienen temperatura promedio anual de 26 °C, con una temperatura media máxima de 36.7 °C y mínima de 14.9 °C. Las temperaturas máximas ocurren en abril y mayo; las mínimas en diciembre y enero. La precipitación promedio es de aproximadamente 1288 mm, fluctuando entre 900 y 1800 mm (Del Campo y Matilla, 2014; Chable-Vega, 2022).

3.13.2 Contexto histórico de su explotación

El registro más antiguo conocido que se conoce de la explotación del palo de campeche data de la segunda mitad del siglo XVI (Figura 2), cuando los colonizadores españoles lo empezarían a cortar y a transportar a Sevilla con el fin de extraer su tinte; aunque se tienen registros de uso mucho antes de que los europeos llegaran a América. Se le atribuye la descripción del tinte a Marcos Ayala Trujeque, conquistador español que experimentó con la flora y fauna de esa región, antes conocida como Valladolid, era un producto de gran demanda en Europa, principalmente para la industria textil, y era muy abundante en las

riberas de los ríos que se encontraban en el actual estado de campeche, gracias a esto se le dio el nombre de “rio de palizada”, a la zona de extracción de este (Plasencia-Vázquez *et al.*, 2024).



Figura 2. Troncos de palo de tinte apilados en el puerto del Carmen, Campeche a finales del siglo XIX. (Plasencia-Vázquez *et al.*, 2024)

La explosión de popularidad y demanda del palo de Campeche no pasó desapercibida por piratas franceses y holandeses, que vieron la zona de palizada y sus alrededores como una oportunidad de establecerse, atacar naves y poblaciones españolas. Durante el siglo XVII, gracias a la demanda de este, la producción se extendió hasta regiones más alejadas de Centroamérica, hasta llegar a Brasil; llegando al punto de que el 95% de la seda, lana y cuero teñido se habían hecho a base de palo de campeche (Villegas, 2020).

El colorante fue identificado por el químico francés Michel Eugène Chevreul, en el año de 1810 dándole nombre de Hematoxilina, este tiene un tono azul/violeta más o menos intenso dependiendo el grado de pH. Su aplicación en el campo de la medicina comenzó gracias al anatomista alemán Wilhelm Waldeyer, quien en 1863 utilizó la tinción para resaltar estructuras celulares para su observación, siendo su primer uso como tinción histológica. Más tarde en 1865, Böhmer combinó hematoxilina con alumbre, sulfato de amonio y potasio, mejorando sus propiedades de coloración y fijación de esta en las estructuras celulares.

Finalmente, en el año 1876 Wissowzky describió la combinación de hematoxilina y eosina para teñir diferentes estructuras celulares con distintos colores. Esta se conoce como tinción Hematoxilina/eosina (H&E), la técnica más común en el campo de la histología (del Campo y Matilla, 2014).

En la actualidad el palo de tinte se ha convertido en un árbol emblemático del estado de Campeche tanto por su trasfondo como su importancia para el ecosistema del estado.

3.13.3 Usos y potencial biológico

Durante la época prehispánica, los mayas lo utilizaron con fines rituales, principalmente pintando su cuerpo y rostro de negro, así como para pintar los hilos con los que trenzaban sus cabellos y teñir sus mantas y ropa, con ese mismo color. Lo que hace posible esta propiedad es la presencia del compuesto llamado Hematoxilina ($C_{16}H_{14}O_6$), este es el que le da las propiedades a este árbol. Durante el siglo XIX, se le comenzó a utilizar para tratar la disentería, por sus propiedades tónicas y astringentes; además se le atribuyen propiedades medicinales como: antiinflamatorias, antioxidantes, antisépticas y como anticancerígeno (Chable-Vega, 2022). También se usa en cercos como estacas o cercos vivos, dada su durabilidad y resistencia a la inundación. Su más extendido, es como tinción histológica, esta después de ser oxidada a hemeína se combina con mordiente, para teñir específicamente el núcleo celular (Figura 3). La hematoxilina se utiliza junto con la eosina para el protocolo de tinción H&E (hematoxilina/eosina), mientras que la primera tiñe los núcleos de color púrpura azulado, mientras la eosina tiñe el citoplasma y la matriz celular de un color rosado. Esta combinación resulta muy efectiva para la detección de anomalías morfológicas en las células (Llanes-Torres *et al.*, 2021).

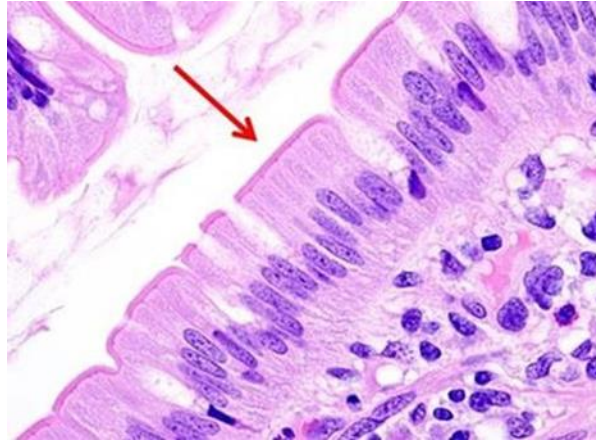


Figura 3. Corte histológico de colon teñido con la técnica Hematoxilina/eosina (H&E).
(Llanes-Torres et al., 2021)

4 Justificación

La cunicultura en México es una de las actividades pecuarias que en el país registra auge por la facilidad en el manejo de la especie y por el tiempo reducido para la recuperación de las inversiones (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). La dieta de los conejos requiere de niveles de energía, proteína y fibra específicos y los alimentos balanceados han ido encareciendo el sistema productivo (Food and Agriculture Organization, 2000). Algunas investigaciones mencionan que la utilización de plantas en la alimentación de conejos puede contribuir a mejorar los parámetros productivos e incluso la inmunidad de los mismos (Badr, 2020; Elazab et al., 2022; Kassab et al., 2025). No obstante, el uso de alternativas, por ejemplo, la infusión de plantas como *H. campechianum*, para mejorar la productividad de los ejemplares es un tema poco estudiado. *H. campechianum* es una especie propia de la península de Yucatán, y tiene un valor comercial debido a la hematoxilina (Llanes-Torres et al., 2021), pero ¿tendrá beneficios sobre el rendimiento de la canal del conejo? Es por ello que estudiar el efecto de esta planta sobre las variables productivas de conejos en climas tropicales podría servir como un punto de partida para valorar la respuesta positiva sobre la salud y rendimiento de los conejos, es decir, mejorar la alimentación y su posterior aprovechamiento en la canal.

5 Objetivo

Evaluar el efecto de la infusión de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) en la alimentación de conejos durante la engorda, sobre los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos, para proponerlo como aditivo alimenticio.

6 Hipótesis

El uso de la infusión de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) como aditivo en la alimentación de conejos durante la engorda mejora los parámetros productivos, calidad de la canal y de la carne de conejos.

7 Materiales y métodos

7.1 Ubicación

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

7.8 Colecta de *Haematoxylum campechianum*

Se obtuvo tallo, raíz y hoja del árbol palo de tinte (*H. campechianum*), durante los meses de julio y agosto de 2025, en el estado de Campeche, México. El sitio de colecta fue en una unidad de manejo (UMA) para la conservación de la vida silvestre del cocodrilo de petenes Xkuncheil (Figura 4), del municipio de Tenabo, Campeche (20°51'30" y 19°49'0" de latitud norte y 90°45'15" y 90°20'0" de longitud oeste).



Figura 4. Unidad de manejo animal Xkuncheil.

7.9 Obtención de infusión de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*)

Para realizar la infusión, 10 g de material vegetal de *H. campechianum* (cortada en trozos pequeños) por cada L de agua en punto de ebullición según correspondiera (T2:raíz, T3:tallo y T4:hoja) (Figura 5) y se dejó reposar por 20 min.



Figura 5. Infusión de palo de tinte (*H. campechianum*).

7.4 Dietas

Para la alimentación de los animales se diseñaron dietas a las cuales se les añadieron infusión de diferentes secciones de palo de tinte (*H. campechianum*). Se consideraron los valores de las tablas Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2020) para la composición nutricional de los ingredientes utilizados en la dieta y se contemplaron los requerimientos nutricionales de animales de crecimiento de acuerdo con De Blas (2020).

Todas las dietas fueron isoproteicas bruta (15 %), isoenergéticas digestible (2.5 Mcal Kg MS⁻¹), isofibrosas detergente neutro (29 %) y detergente ácido (18 %). Para el tratamiento control

(T1) se agregó agua y posteriormente, se agregaron 0.800 mL de infusión de raíz, tallo, hoja para los tratamientos T2, T3 y T4, respectivamente; tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Formulación de dietas para conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*).

Ingrediente (kg)	Tratamientos			
	Control	Raíz	Tallo	Hoja
Maíz molido	2.03	2.03	2.03	2.03
Sorgo molido	0.81	0.81	0.81	0.81
Salvado de trigo	1.50	1.50	1.50	1.50
Melaza de caña	0.36	0.36	0.36	0.36
Pasta de canola	0.10	0.10	0.10	0.10
Pasta de soya	2.00	2.00	2.00	2.00
Cascarilla de soya	1.64	1.64	1.64	1.64
Paja de cebada	1.25	1.25	1.25	1.25
Aceite de soya	0.04	0.04	0.04	0.04
Premezcla mineral	0.27	0.27	0.27	0.27
Agua	0.80	0	0	0
Infusión (10 g L ⁻¹)	0	0.80	0.80	0.80

Los ingredientes fueron mezclados con una máquina horizontal de doble hélice ASF modelo MZ50 (Molinos y Mezcladoras Industriales S. A. de C. V., México) (Figura 6), posteriormente se realizó el peletizado con una peletizadora SKJ-120 (Yuezhen Machinery Co., Shandong, China) (Figura 7).



Figura 6. Mezclado de ingredientes.



Figura 7. Peletizado de ingredientes.

7.5 Diseño experimental

Se utilizaron 120 animales híbridos de las razas California x Nueva Zelanda. Se asignaron completamente al azar a 4 tratamientos, incluyendo diferentes secciones del árbol (*H. campechianum*), siendo T1: Control, T2: raíz, T3: tallo y T4: hoja (Figura 8). Los animales se alojaron en jaulas de alambre galvanizado de 80 x 60 x 30cm de altura, previamente

lavadas y desinfectadas. Se acondicionaron bebederos automáticos y comederos de tolva tradicionales.



Figura 8. Alojamiento de conejos.

7.5 Parámetros Productivos

7.5.1 Consumo de alimento

Se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado, utilizando una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México) (Figura 9), para posteriormente ser registrado con la finalidad de cuantificar por diferencia el alimento consumido de los conejos entre los diferentes tratamientos de infusión palo de tinte (*H. campechianum*) (Figura 10).



Figura 9. Báscula electrónica modelo NE40P.



Figura 10. Pesaje de la dieta diaria de los conejos que consumieron infusión de *H. campechianum*.

7.5.2. Peso semanal

Los conejos se pesaron semanalmente en una báscula electrónica modelo NE40P (Noval, México) (Figura 11); como peso inicial se obtuvo al momento de que se realizó el destete y el peso final se realizó a los 31 días de la engorda.



Figura 11. Pesaje de los conejos en bascula electrónica modelo NE40P.

7.5.3. Ganancia diaria de peso

Se calculó la diferencia del peso por semana y se dividió entre el número de días.

7.5.4 Conversión alimenticia

Se estimó mediante la división del consumo total entre el peso total ganado (en kg).

7.6 Calidad de la canal

Al término de la engorda, a los 31 d, se pesaron los conejos, con la báscula electrónica de modelo NE4OP (Noval, México) y se obtuvo el peso vivo, después se trasladaron a el Taller de cárnicos en jaulas de plástico de 97x58x28 (Figura 12).



Figura 10. Movilización de animales al taller de cárnicos.

Se midió el largo del animal, desde los miembros pelvianos del atlas al inicio de las vértebras caudales. La siguiente medición fue la circunferencia lumbar, el cual se midió a la altura de las vértebras lumbares del animal vivo.

La matanza se realizó de acuerdo a los protocolos establecidos y siguiendo las especificaciones de la normatividad mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2014).

Una vez, muerto el animal:

- Se retiró la piel del animal (Figura 13).
- Se midió el largo y la circunferencia de la canal (Figura 14).
- Se realizó una incisión desde la sínfisis púbica y hasta la sínfisis mandibular con el objetivo de poder retirar las vísceras.
- Las vísceras se pesaron en total como por separado una vez realizados los cortes necesarios (Figura 15).
- Se realizó un corte en las manos a la altura de la articulación del carpo y los pies a la altura de la articulación del tarso.

Se pesó el cuerpo vacío de los animales con el fin de que registrar el peso de la canal caliente. Posteriormente se conservó en la cámara fría con temperatura de 4 °C durante 24 horas. Después de pasar las 24 horas por la cámara fría, se registró el peso de la canal fría.



Figura 13. Retiro de la piel del conejo.



Figura 14. Medición del largo de la canal de los animales experimentales.

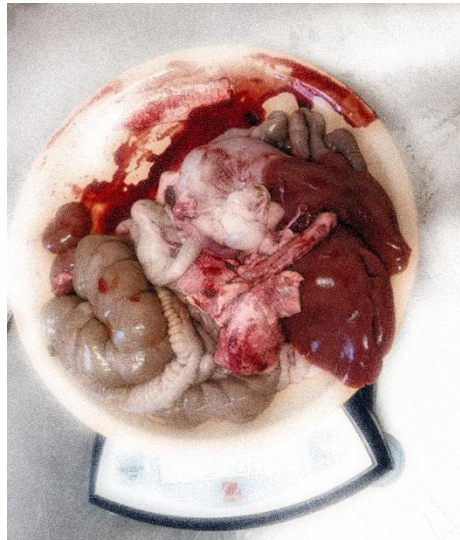


Figura 15. Pesaje de las vísceras completas

7.7 Obtención de los cortes primarios

Se separó la grasa escapular y la grasa renal de la canal. Para la separación de la cabeza se realizó un corte en la articulación atlanto-occipital; para la parte anterior se cortó en la sexta y séptima costilla, para la parte media se cortó en la última costilla; la parte posterior se cortó en la inserción de las piernas y después las piernas, cada una de estas secciones se pesaron en la báscula.

7.8 Calidad de la carne

En la canal fría, se midió el pH con potenciómetro modelo HI99163 (Hanna Instruments, Cluj-Napoca, Rumania) del músculo *Longissimus lumborum* (Figura 18). Además, se midió el color con el espacio de color CIEL*a*b* usando iluminante estándar D65, apertura de ocho milímetros y observador de 10°, con un colorímetro marca Linshag modelo Ls171 (Linshaing, China) de acuerdo a lo descrito por King *et al.* (2023).

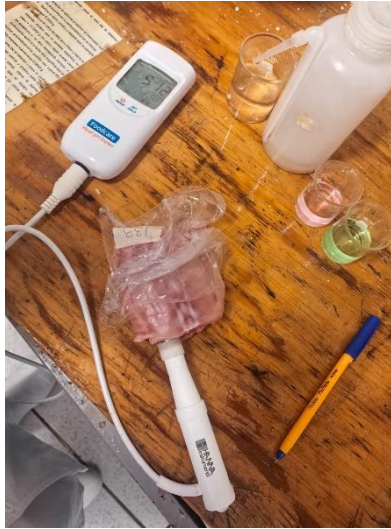


Figura 11. Medición del pH

7.9 Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar, y los datos se evaluaron empleando un análisis de varianza. Utilizando el siguiente modelo anidado para los parámetros productivos:

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

Así como un modelo lineal general (GLM) para la calidad de la canal y de la carne:

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

Donde:

Y_{ijk} = 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)

T_j = Efecto aleatorio (tiempo)

$\beta_i(T_j)$ = indica el tiempo anidado en el tratamiento

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

Todos los datos se analizaron con el *software* Minitab 20.3 (Minitab LCC, PA, Estados Unidos de América) y se utilizó una prueba de Fisher para evaluar las diferencias significativas ($p < 0.05$).

8 Resultados y discusión

8.1 Parámetros productivos

En la tabla 4 se presentan los resultados del consumo de alimento de conejos con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*H. campechianum*). Se observó que durante toda la engorda fue mayor el consumo de alimento en el grupo que se les ofreció alimento con infusión de tallo (T3) ($p < 0.05$). Por su parte, el grupo de animales que se alimentaron con la infusión de hojas (T4) presentó el menor consumo ($p < 0.05$).

En los resultados del peso se puede observar que todos los animales iniciaron con pesos similares ($p > 0.05$), sin embargo, a partir de la segunda semana, los animales de los grupos control y tallo presentaron el mayor peso ($p < 0.05$).

Los resultados de la ganancia de peso demuestran que durante la semana 2, los grupos de animales que tenían alimento adicionado con infusión de alguna sección del árbol de tinte presentaron mayor ganancia de peso, sin embargo, a partir de la semana 3, los grupos control, tallo y hoja presentaron una mejor ganancia de peso a comparación del grupo alimentado con infusión de raíz ($p < 0.05$).

Se ha comprobado el tallo y la hoja del árbol de palo de tinte contienen lignanos (Lin et al., 2014), hematoxilina (Masuda et al., 1991) y ácidos grasos insaturados (Lin et al., 2014) con actividad con actividad antioxidante el primero y actividad antiinflamatoria los últimos dos, que pudieron haber contribuido a mejorar la salud de los animales, obteniendo mayor ganancia de peso y un peso final más alto al finalizar el periodo de engorda. Hasta a lo que se ha obtenido información no existe alguna investigación que evidencie la utilización de este árbol en la alimentación de animales de engorda. Sin embargo, como se puede apreciar en los resultados tiene un potencial importante para su empleo como parte de las dietas de animales en crecimiento, en el caso que aquí se presenta es el de conejos.

Tabla 4. Parámetros productivos de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*).

Variable	Semana	Infusiones de palo de tinte				EEM
		Control	Raíz	Tallo	Hoja	
Consumo de alimento (g)	1	105.24 ^{Bd}	100.63 ^{Bc}	111.68 ^{Ad}	95.54 ^{Cd}	4.31
	2	122.80 ^{Bc}	133.81 ^{Ab}	133.02 ^{Abc}	108.17 ^{Cc}	4.00
	3	141.25 ^{Ab}	131.09 ^{Bb}	138.01 ^{ABb}	129.12 ^{Cb}	5.07
	4	144.70 ^{Ba}	142.30 ^{Ca}	153.25 ^{Aa}	139.88 ^{Ca}	6.81
	EEM	5.72	5.65	5.05	3.77	
Peso (g)	Inicial	1002.03 ^{Ae}	1021.07 ^{Ae}	992.07 ^{Ae}	921.63 ^{Ae}	32.18
	1	1327.83 ^{Ad}	1281.37 ^{Bd}	1292.00 ^{Bd}	1195.27 ^{Cd}	34.15
	2	1573.47 ^{Ac}	1532.67 ^{Ac}	1550.53 ^{Ac}	1429.83 ^{Bc}	35.35
	3	1823.83 ^{Ab}	1789.31 ^{Bb}	1816.30 ^{Ab}	1695.67 ^{Cb}	38.60
	4	2055.62 ^{Aa}	1992.52 ^{Ba}	2005.04 ^{Aa}	1895.72 ^{Ca}	40.78
	EEM	37.34	35.24	41.58	30.68	
Ganancia diaria de peso (g)	1	44.67 ^{Ab}	39.89 ^{Ca}	42.85 ^{Ba}	40.59 ^{Ca}	2.49
	2	35.09 ^{Bd}	38.23 ^{Ab}	38.23 ^{Ac}	38.49 ^{Ab}	2.51
	3	40.17 ^{Ac}	36.17 ^{Bc}	39.87 ^{Ab}	40.04 ^{Aa}	2.51
	4	46.95 ^{Aa}	30.97 ^{Cd}	33.82 ^{Bd}	33.48 ^{Bc}	2.68
	EEM	2.59	2.52	2.52	2.55	

^{ABC}=Indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). ^{abc}= Indican diferencias significativas a través del tiempo ($p < 0.05$). EEM=Error estándar de la media.

8.2 Calidad de la canal

En la tabla 5, se presentan los resultados de la calidad de la canal caliente de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*). La mayor longitud y circunferencia de la canal la presentaron los grupos control y a los que se les adicionó infusión de tallo y hoja ($p < 0.05$). En los resultados del peso de la canal caliente se encontró mayor peso en los animales que pertenecieron a los grupos control e infusión con tallo del árbol de palo de tinte ($p < 0.05$).

Tabla 5. Calidad de la canal caliente de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*).

Variable (g)	Infusiones de palo de tinte				EEM
	Control	Raíz	Tallo	Hoja	
Longitud animal	32.66 ^{bc}	32.41 ^c	34.22 ^{ab}	34.88 ^a	0.57
Circunferencia animal	20.86 ^b	20.88 ^b	21.30 ^b	22.32 ^a	0.32
Piel	300.50	307.31	316.26	298.14	9.52
Patás	53.43 ^b	53.99 ^{ab}	57.05 ^a	55.62 ^{ab}	1.19
Longitud canal	32.72 ^a	31.57 ^b	33.25 ^a	32.73 ^a	0.33
Circunferencia canal	15.66 ^{ab}	15.36 ^b	16.13 ^a	16.08 ^a	0.24
Vísceras	530.30 ^b	536.70 ^b	573.20 ^a	532.50 ^b	10.77
Corazón	6.26 ^b	6.18 ^b	7.48 ^a	7.18 ^{ab}	0.39
Pulmones	16.39	16.61	15.75	15.18	1.00
Hígado	114.5	73.30	87.10	81.00	15.62
Riñones	12.81 ^b	13.72 ^b	14.95 ^a	14.31 ^{ab}	0.56
Tracto digestivo	408.80	417.80	412.40	402.50	15.10
Bazo	2.15	1.62	1.92	1.82	0.24
Vejiga llena	7.22	5.92	5.46	5.92	1.07
Vejiga vacía	4.63	4.46	4.21	3.60	0.50
Peso canal caliente	1186.70 ^{ab}	1117.50 ^c	1220.61 ^a	1145.00 ^{bc}	23.37

^{ab}= Indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). EEM=Error estándar de la media.

La tabla 6 señala las características de la canal fría de los conejos alimentados con diferentes infusiones del árbol palo de tinte. Los conejos de los grupos control, infusión de tallo e infusión de hoja presentaron mayor peso de la canal fría ($p < 0.05$). Los grupos control e infusión de tallo, obtuvieron los cortes de la parte media, posterior y piernas más grandes a comparación del grupo alimentado con infusión de raíz ($p < 0.05$). Al momento de deshuesar las piernas los grupos control, infusión de tallo e infusión de hoja presentaron mayor cantidad de carne a comparación del grupo alimentado con infusión de raíz ($p < 0.05$).

Tabla 6. Calidad de la canal fría de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*).

Variable (g)	Tratamientos con infusiones				EEM
	Control	Raíz	Tallo	Hoja	
Peso canal fría	1147.80 ^{ab}	1088.10 ^b	1190.60 ^a	1125.90 ^{ab}	22.77
Grasa Riñonada	17.03	16.60	18.31	14.43	1.39
Grasa Escapular	5.36	5.86	4.97	4.85	0.49
Cabeza	110.56 ^b	109.44 ^b	123.61 ^a	122.65 ^a	2.58
Anterior	279.17	269.17	288.06	270.59	6.93
Media	124.44 ^a	111.67 ^b	130.83 ^a	125.59 ^a	3.82
Posterior	228.06 ^{ab}	208.89 ^c	233.33 ^a	213.53 ^{bc}	6.44
Piernas	384.44 ^{ab}	366.67 ^b	392.22 ^a	375.00 ^{ab}	7.67
Carne	278.06 ^a	256.39 ^b	278.89 ^a	262.35 ^{ab}	6.31
Hueso	96.67 ^b	101.94 ^{ab}	103.61 ^{ab}	105.00 ^a	2.89
Grasa	3.91 ^b	4.36 ^{ab}	5.90 ^a	4.61 ^{ab}	0.67

^{abc}= Indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). EEM=Error estándar de la media.

La calidad de la canal del animal se ve influenciada principalmente por el alimento consumido durante el periodo de engorda. Resultados similares a esta investigación fueron reportados por Volek & Marounek (2009) al evaluar semillas de lupino blanco entero (*Lupinus albus cv. Amiga*) como fuente de proteína para conejos. Las diferencias encontradas

en esta investigación en el peso de la canal y el peso de la carne de las piernas, probablemente pudieron ser debido a la mayor relación proteína cruda digestible (Volek & Marounek, 2009) en aquellos grupos con mejores resultados.

8.3 Calidad de la carne

Los resultados del color de la carne de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) (tabla 7) evidencian que los grupos con infusión de raíz, tallo y hoja presentaron una menor luminosidad a comparación del grupo control ($p < 0.05$). Los tratamientos control e infusión de tallo evidenciaron una mayor tonalidad azul mientras que los tratamientos con raíz y hoja una mayor tonalidad amarilla ($p < 0.05$).

Los grupos alimentados con algún tipo de infusión del árbol de palo de tinte presentaron un pH más bajo a comparación del grupo control ($p < 0.05$).

Tabla 7. Color y pH de carne de conejos de engorda con alimento adicionado con infusión de diferentes secciones del árbol palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*).

Variable	Infusión de palo de tinte				EEM
	Control	Raíz	Tallo	Hoja	
L*	58.76 ^a	55.61 ^b	55.62 ^b	54.91 ^b	0.41
a*	4.92	4.75	4.90	4.97	0.17
b*	0.01 ^{ab}	0.34 ^a	-0.16 ^b	0.11 ^{ab}	0.18
Hue	0.03 ^{ab}	0.05 ^a	0.04 ^b	0.01 ^{ab}	0.03
Croma	5.32	4.95	5.22	5.14	0.17
pH	5.30 ^a	5.16 ^b	5.15 ^b	5.13 ^b	0.01

^{ab}= Indican diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos. EEM=Error estándar de la media.

Las diferencias podrían deberse al contenido de pigmentos naturales en la dieta de los animales (Sosnówka-Czajka et al., 2023). En el árbol del palo de tinte se han identificado

pigmentos como homoisoflavonoides y hematoxilina (Das, et al., 2024), que muy probablemente pudieron haber intervenido en la coloración de la carne.

En una investigación, donde se evaluó el efecto de la suplementación de bayas de goji sobre la calidad de la carne de conejo, describen que la adición de este componente en la dieta de los animales, podrían tener un efecto sobre las reservas de glucógeno y/o la actividad enzimática muscular (Menchetti et al., 2020). Lo mismo pudo haber ocurrido en esta investigación al añadir diferentes secciones del árbol de tinte en la alimentación de los conejos, donde el pH se modificó durante el proceso de rigor mortis.

9 Conclusión

En esta investigación se demostró que el tallo del árbol de palo de tinte (*Haematoxylum campechianum*) puede añadirse en infusión a la dieta de conejos de engorda debido a los múltiples beneficios. Se demostró que mantiene en la ganancia de peso y peso final de los animales en una cantidad adecuada; además, mejoró el peso de la canal fría. Estos resultados proporcionan información valiosa para los productores de conejos. Son necesarias más investigaciones para evaluar los compuestos que tiene la raíz que impiden el crecimiento adecuado; así como la implementación directa de las secciones del árbol en la alimentación de los animales.

10 Literatura consultada

- 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>
- Aguas-Tigasi E.M. (2020). Estudio de las características organolépticas y físico-químicas del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), macerado con especias amazónicas y ahumado, con maderas del oriente ecuatoriano. Tesis de ingeniería agrónoma. Facultad de Ciencias de la Tierra. Puyo, Ecuador. <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/861/T.AGROIN.B.UEA.2099.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANCUM. (2016). Asociación Nacional de Cunicultores de México. Prospectiva. <http://www.ancum.org.mx/prospectiva.html> (consultado 25 noviembre 2025).
- Badr, A.M.M. (2020). Productive performance of growing rabbits fed diets containing different levels of fennel (*Foenicuium vulagare* L.) seeds by-product. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 23(1), pp. 71-87. <https://doi.org/10.21608/ejnf.2020.95813>
- Belhassen, T. (2023). Feed Additives in Rabbit Nutrition to Ensure Sustainability. In: Arsenos, G., Giannenas, I. (eds) Sustainable Use of Feed Additives in Livestock. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-42855-5_30
- 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>

- Camacho, A, Bermejo, L., Mata, J. (2010). Manual de cunicultura. Recuperado el 17 de noviembre de 2024, desde: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2599/libro+cunicultura+2010.pdf;jsessionid=CAA06FC22AF12B971AEC992B339AABDD?sequence=1>
- Chable-Vega, M.A. (2022). Estudio de los patrones de acumulación de metabolitos secundarios en *Haematoxylum campechianum* L. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Sihochac, Champotón, Campeche. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/5074>
- Das, S., Bhattacharya, A., & Maulik, S. R. (2024). Isolation and characterization of natural dyes and pigments. *Renewable Dyes and Pigments*, 37–48. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-15213-9.00007-7>
- De Blas, C., & Wiseman, J. (2020). Nutrition Of The Rabbit. Cabi Publishing.
- del Campo y Matilla M.M. (2014). Pervivencia de los remedios vegetales tradicionales americanos en la terapéutica española actual. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/38285> (Acceso 13 octubre 2025).
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2014). Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres. Ciudad de México. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres>
- 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>
- Food and Agriculture Organization. (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. Fao.org. <https://www.fao.org/4/v5290s/v5290s45.htm>
- Flores, J. D. (2016). Análisis situacional y propuesta de estrategias para apoyar el desarrollo de la cunicultura de tipo semi-industrial en el municipio de Texcoco, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (2020). Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo. <http://www.fundacionfedna.org/>
- Gómez-Soto, J.G. (2019). Situación de la producción cunícola en México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(2), pp. 82-87.
- Hill, M.A. (2026). Embryology Rabbit Development. Retrieved from https://embryology.med.unsw.edu.au/embryology/index.php/Rabbit_Development (consultado 13 de marzo 2026).
- Kassab, A.Y., Hamdon, H.A., Abd-Elrahman, A.M.M., Soliman, A.S.H. (2025). Impact of Using Aqueous Rosemary Extract on Hematological Parameters, Carcass Traits, Meat Chemical Composition and Economical Efficiency of Rabbits Under New Valley Conditions. *New Valley Journal of Agricultural Science*, 5(2), pp. 1-9.
- 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 Muscle Biology*. 6 (4), 12473, 1-81.
<https://doi.org/10.22175/mmb.12473>

- Lin, L., Xie, H., Wang, Y., Ding, J., & Ye, Y. (2014). Chemical Constituents from the Heartwood of *Haematoxylon campechianum* as Protein Tyrosine Kinase Inhibitors. *Chemistry & Biodiversity*, 11(5), 776–783. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300183>
- Llanes-Torres, M., Pérez-Rumbaut, G.I., Mesa-Montero, M.(2021). Colorantes más usados en el estudio de estructuras tisulares. *Ciencias Básicas Biomédicas en Granma, Manzanillo*.
<https://cibamanz2021.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2021/paper/view/465>
(Acceso 13 octubre 2025).
- Marto, R. (2012). Situación actual del sistema de producción cunícola en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Chiapas, México.
- Masuda, H., Ohtani, K., Mizutani, K., Ogawa, S., Kasai, R., & Tanaka, O. (1991). Chemical Study on *Haematoxylon campechianum*: a Sweet Principle and New Dibenz(b,d)oxocin Derivatives. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 39(6), 1382–1384. <https://doi.org/10.1248/cpb.39.1382>
- Marzo-Lazaro, I. (2001). Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: aditivos y alternativas al uso de antibióticos. En: XXVI Symposium de cunicultura de ASESCU. España. pp. 51–68.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2881489.pdf>
- Mayer, J. (2021). Manejo de conejos. Manual MSD. Recuperado de:
<https://www.msdevetmanual.com/es/animales-exóticos-y-de-laboratorio/conejos/manejo-de-conejos>

- Mayer, J. (2024). Nutrición de los conejos. Manual MSD. Recuperado de: <https://www.msddvetmanual.com/es/animales-ex%C3%B3ticos-y-de-laboratorio/conejos/nutrici%C3%B3n-de-los-conejos>
- Menchetti, L., Brecchia, G., Branciari, R., Barbato, O., Fioretti, B., Codini, M., Bellezza, E., Trabalza-Marinucci, M., & Miraglia, D. (2020). The effect of Goji berries (*Lycium barbarum*) dietary supplementation on rabbit meat quality. *Meat Science*, 161, Article 108018. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108018>
- Pennington, T., Sarukhán, J. (2005). Árboles tropicales de México. *Manual para la identificación de las principales especies*. UNAM, FCE. México. CATIE. 2000. Manejo de semillas de 100 especies.
- Plasencia-Vázquez, A.H., Villegas, P., Serrano- Rodríguez A., Ferrer-Sánchez, Y. (2024). Palo de tinte: de Campeche par el mundo. *Ecofronteras*, 28(81), pp. 25–29.
- Quintero-Sánchez, E.deJ., Gómez-de Anda, F.R., Vega-Sánchez, V., Reyes-Rodriguez, N.E., Zepeda-Velázquez, A.P. (2024). La historia del Conejo en México. *Boletín de Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 10(20), pp. 23–35. <https://doi.org/10.29057/icap.v10i19.11851>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *SAGARPA impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo*. Gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/sagarpa-impulsa-la-cunicultura-como-alternativa-alimentaria-y-generadora-de-empleos-en-el-campo>
- Secretaría de Agricultura y Recursos hidráulicos. (1994). Proceso sanitario de la carne. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/857579/1. NOM-009-ZOO-1994 Proceso Sanitario de la Carne 16 de noviembre de 1994 DOF M.pdf>

- SENASICA, (2019). Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo. Recuperado el 16 de noviembre de 2024, de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859793/Manual_de_Buenas_Practicas_de_Produccion_de_Carne_de_Conejo_2019.pdf
- Sosnówka-Czajka, E., Skomorucha, I., Obremski, K. & Wojtacha, P. (2023). Performance and meat quality of broiler chickens fed with the addition of dried fruit pomace. *Poultry Science*, 102(6). Article 10263. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2023.102631>
- 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), pp. 469-486. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5811>
- Vella, D., Donnelly, T.M. (2012). Basic anatomy, physiology, and husbandry. In: Quesenberry K.E., Carpenter J.W. (eds). *Ferrets, Rabbits, and Rodents: Clinical Medicine and Surgery* (3rd ed). St. Louis: Elsevier Saunders; pp. 166-169.
- Villegas, P. (2020). El inicio de la explotación del palo de tinte en Yucatán a cargo de Marcos de Ayala Trujeque, Siglo XVI. *Temas Americanistas*, 44, pp. 318–333. <https://doi.org/10.12795/Temas-Americanistas.2020.i44.12>
- Volek, Z., & Marounek, M. (2009). Whole white lupin (*Lupinus albus* cv. Amiga) seeds as a source of protein for growing-fattening rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 152(3-4), 322–329. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2009.05.003>