



---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EFECTO DE ACARICIDAS NATURALES SOBRE LA SARNA  
PSORÓPTICA EN CONEJOS”**

TESINA  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:  
ODALIS MARIANA SANTAMARIA CUEVAS

DIRECTOR.  
DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

CODIRECTOR  
DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

AMECAMECA, ESTADO DE MÉXICO, OCTUBRE DE 2024.

## 1. RESUMEN

La investigación en el ámbito de la salud animal ha experimentado un renovado interés en la búsqueda de alternativas naturales para el tratamiento de enfermedades específicas, por ello, este estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de los acaricidas provenientes de fuentes naturales, como miel, aloe vera, aceites esenciales y extractos naturales, sobre la sarna psoróptica en conejos. La creciente conciencia sobre los posibles beneficios de estas sustancias naturales ha generado un interés significativo en comprender su eficacia y potencial aplicación en la salud dermatológica de los conejos, ya que contribuyen en la mitigación de esta enfermedad, la cual es causante de una disminución en la producción, resultando en pérdidas económicas, y afectando también el bienestar animal. A través de este análisis, se busca contribuir al conocimiento científico que respalde prácticas más sostenibles y saludables en el cuidado de estos animales, el cual no solo beneficiará la salud y el bienestar de los conejos afectados por la sarna psoróptica, sino que también servirá como base para el desarrollo de estrategias de manejo más eficaces y éticas en el ámbito de la producción cunícola. Además, se espera que los hallazgos obtenidos puedan ser extrapolados a otras especies animales, ampliando así el alcance de su impacto en la promoción de la salud animal a nivel global, puesto que todas las alternativas evaluadas demostraron efectos positivos, destacando especialmente los aceites esenciales, los aceites esenciales que exhiben una notable eficacia acaricida comparable a los tratamientos convencionales y con un perfil de seguridad superior, lo que subraya su potencial como una alternativa viable en el manejo integral de la sarna, ofreciendo un enfoque más ético y sostenible en la medicina veterinaria.

## ÍNDICE

1. RESUMEN.....	IV
2. INTRODUCCIÓN .....	8
3. OBJETIVO.....	11
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
5. METODOLOGÍA.....	13
6. ANTECEDENTES.....	15
<b>6.1. Producción de conejos a nivel mundial</b> .....	15
<b>6.2. Producción de conejos en México</b> .....	16
<b>6.3. Instalaciones de las producciones</b> .....	17
6.3.1. Producción intensiva.....	18
6.3.2. Producción semi-intensiva.....	19
6.3.3. Producción de traspatio.....	19
<b>6.4. Manejo</b> .....	20
6.4.1. Nutricional.....	22
<b>6.4.1.1. Principales requerimientos nutricionales</b> .....	24
6.4.2. Reproductivo.....	27
6.4.3. Sanitario.....	28
<b>6.5. Anatomía y fisiología del conejo</b> .....	30
6.5.1. Sistema digestivo.....	30
6.5.2. Sistema respiratorio.....	31
6.5.3. Sistema reproductivo.....	32
6.5.4. Sistema tegumentario.....	34
<b>6.6. Enfermedades de prioridad en los conejos</b> .....	36
6.6.1. Coccidiosis.....	36
6.6.2. Enterotoxemia.....	37
6.6.3. Enfermedad hemorrágica viral.....	38
6.6.4. Mixomatosis.....	40
6.6.5. Pasteurellosis.....	40
6.6.6. Mastitis.....	42
6.6.7. Tiña.....	42
6.6.8. Otitis.....	44
6.6.9. Sarna.....	44
6.6.10. Sarna psoroptica.....	45

<b>6.6.10.1.</b>	<b>Tratamientos farmacológicos.....</b>	<b>52</b>
<b>6.6.10.2.</b>	<b>Alternativas naturales.....</b>	<b>54</b>
<b>6.6.10.2.1.</b>	<b>Miel.....</b>	<b>55</b>
<b>6.6.10.2.2.</b>	<b>Aloe vera.....</b>	<b>60</b>
<b>6.6.10.2.3.</b>	<b>Aceites esenciales.....</b>	<b>62</b>
<b>6.6.10.2.4.</b>	<b>Extractos naturales.....</b>	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. Producción de carne de conejo a nivel mundial.....	16
Figura 2. Respuesta productiva de conejos en periodo de engorde. ....	22
Figura 3. Consumo de agua de conejos en un sistema de producción de engorda.....	23

## 2. INTRODUCCIÓN

En la producción de alimentos de origen animal, se ha observado un aumento en el empleo de desarrollos tecnológicos derivados del avance en la biotecnología (Bisang *et al.*, 2009). Un ejemplo claro de esto es el uso de fármacos para la prevención y control de enfermedades en los animales (Martínez-Gamba & Ramírez-Hernández, 2021), lo que recientemente ha provocado que el uso excesivo de estas sustancias puede generar secuelas negativas, entre las que se encuentran la resistencia a enfermedades por parte de los animales tratados y la presencia de cantidades residuales de químicos en los productos destinados al consumo humano (Cantero-Barroso *et al.*, 2021). Estos problemas tienen una relevancia significativa en la salud pública, planteando desafíos importantes que deben abordarse de manera urgente (Cuore, 2006).

En este sentido el aumento en la frecuencia de los tratamientos, la utilización de fármacos en dosis reducidas, desparasitaciones superfluas, prolongada administración de un mismo medicamento, uso de productos de calidad inferior y la dependencia exclusiva de estas sustancias para el control, han fomentado el desarrollo de resistencia parasitaria, por este motivo, la producción de alimento ha tratado de recuperar aspectos y métodos ancestrales de curación (Shang *et al.*, 2019; Rodríguez-Moreno, 2020). Como ha sucedido en las últimas décadas, los enfoques de la medicina natural y tradicional han ganado terreno en muchos países como alternativas para combatir ciertas enfermedades que muestran resistencia a los tratamientos convencionales, y han demostrado resultados alentadores (Rodríguez-Gallo *et al.*, 2002; Cantero-Barroso *et al.*, 2021).

Las enfermedades, al no ser tratadas adecuadamente, generan pérdidas económicas significativas derivadas de la disminución en la productividad animal (Cuore, 2006; Amaro, 2020). Esta disminución puede atribuirse a la reducción en el consumo de alimento debido al malestar que presentan, como al porcentaje de mortalidad del padecimiento (Tarazona *et al.*, 2012). Entre las enfermedades que más contribuyen a este declive en la rentabilidad se encuentran la enteropatía epizootica, seguida de la colibacilosis, pasteurelisis, estafilococosis, mixomatosis, la enfermedad

viral hemorrágica y la sarna, esta última siendo altamente contagiosa y difícil de erradicar (Nogales *et al.*, 2020; Al-Soufi *et al.*, 2023). Para el caso del conejo, la sarna auricular, también conocida como otoacariasis, es provocada por el ácaro *Psoroptes cuniculi*, especie parasitaria específica del conejo, que constituye una patología muy difundida, tanto en las explotaciones cunícolas industriales como de las domésticas (Vázquez *et al.*, 2006; Shang *et al.*, 2019). A menudo, esta parasitosis se pasa por alto y se diagnostica de manera casual y tardía, cuando el número de conejos infectados es considerablemente elevado (Papeschi, 2009).

Los principales agentes empleados en el abordaje de esta acariosis comprenden compuestos organofosforados, organoclorados, piretrinas y macrólidos (Anziani *et al.*, 2015), sin embargo, dichos productos tienen la posibilidad de desencadenar reacciones adversas en los organismos tratados, así como representan una amenaza para la preservación del entorno natural y pueden incidir negativamente en la salud pública (Weber *et al.*, 2014). Además, se ha observado que ciertos géneros de ácaros como *Otodectes cynotis* han desarrollado una resistencia significativa hacia estos compuestos (Castro-García & Saldivia-Paredes, 2020). Por ello, es necesario explorar alternativas terapéuticas que sean no solo efectivas, sino también seguras, biocompatibles, de reducido impacto medioambiental y costo accesible, como los extractos derivados de plantas con propiedades acaricidas, los cuales emergen como una prometedora vía de investigación y aplicación clínica (Celis *et al.*, 2008).

En los últimos años, se han evaluado tratamientos de origen natural que han mostrado resultados favorables en animales con este tipo de afecciones (García-Montes *et al.*, 2017). Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Labrada-Hechavarría *et al.*, (2015), donde se evalúa el potencial del aceite esencial de *Azadirachta indica* como opción terapéutica para tratar la sarna demodécica canina, demostrando que pueden ser alternativas viables tanto en términos de bienestar animal como desde una perspectiva económica, ya que además contar con un precio módico fomentan la reducción del uso de agentes farmacológicos disminuyendo las pérdidas al no frenar la producción durante su recuperación. Por otra parte, la miel y aloe vera han sido reconocidos por sus propiedades antimicrobianas naturales, la miel contiene enzimas, compuestos y un pH ligeramente ácido que no permiten la actividad

de algunas bacterias y hongos (Fattori, 2004; Zandamela-Mungói, 2008). El aloe vera actúa como bactericida y fungicida debido a sus componentes activos, como los polisacáridos y los compuestos fenólicos (Cabello-Ruiz *et al.*, 2015). Estos ingredientes naturales podrían ser utilizados en formulaciones tópicas para el control de ectoparásitos, gracias a sus acciones antiinflamatorias, analgésicas, antimicóticas, brindando así una alternativa segura y efectiva (Ruiz-Caubín *et al.*, 2012; González-Fernández *et al.*, 2018).



### **3. OBJETIVO**

Evaluar el impacto de las alternativas naturales (miel, aloe vera y aceites esenciales), sobre la sarna psoróptica y qué beneficios proporcionan a la salud y producción de los conejos.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La presencia de sarna psoróptica en conejos representa una problemática comúnmente subestimada, derivada de la desinformación y la falta de interés, al ser percibida como una enfermedad de bajo riesgo, sin embargo, este tipo de afecciones al no ser tratadas pueden afectar significativamente la productividad de los animales con el tiempo, generando malestar e incomodidad que resultan en la disminución del consumo de alimento, deterioro de la condición corporal y reducción de la fertilidad y natalidad, afectando negativamente la cunicultura comercial, ocasionando considerables pérdidas económicas y comprometiendo la sostenibilidad de las unidades de producción. Para mitigar este problema es crucial detectar la presencia del ácaro en la cavidad auricular y proceder de inmediato con su tratamiento, no obstante, de manera convencional, la acariosis cunícula se trata con productos organofosforados, organoclorados, piretrinas y macrólidos, sin embargo, estos pueden tener efectos secundarios en los animales, además de provocar posibles riesgos ambientales, y en ocasiones propiciar la resistencia a estos compuestos antiparasitarios por su uso excesivo, y en algunos casos los animales tratados con estos productos no serán aptos para el consumo durante un periodo determinado, ya que podría tener implicaciones negativas a la salud pública, por lo cual se plantea la implementación de nuevas alternativas de tratamiento que sean efectivas, seguras, inocuas, de bajo costo e impacto ambiental, tales como la miel, aloe vera y aceites esenciales, que ofrecen un enfoque terapéutico menos agresivo. En la última década, la creciente tendencia de considerar al conejo más como mascota que como fuente alimenticia ha impulsado la promoción del bienestar animal con el objetivo de reemplazar el uso de compuestos químicos en el tratamiento de estas patologías; a través de este análisis, se busca contribuir al conocimiento científico que respalde prácticas más sostenibles y saludables en el cuidado de estos animales, lo cual no solo beneficiará la salud y el bienestar de los conejos afectados por la sarna psoróptica, sino que también servirá como base para el desarrollo de estrategias de manejo más eficaces y éticas en el ámbito de la producción cunícola.

## 5. METODOLOGÍA

Se realizó una investigación exploratoria, que consistió en la revisión bibliográfica de artículos científicos y de metaanálisis, como son documentos publicados en Journals o revistas internacionales y nacionales de carácter científico, bases de datos, libros, tesis, tesinas y capítulos de libros. Con el objetivo de obtener información adecuada, precisa, exacta y certera para la elaboración de esta tesina. Algunas de las revistas y Journals científicos que se emplearon en la escritura de este documento, se pueden mencionar:

- Journal of Animal Scientist.
- Journal of World Rabbit Science
- Journal of Veterinary parasitology
- International Journal of Morphology
- Revista Canarias Médica y quirúrgica
- Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río
- Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas
- Revista Cubana de Enfermería
- Revista MVZ Córdoba
- Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel
- Revista Cubana de Alimentación y Nutrición
- Revista de Salud Animal
- Revista de Medicina Veterinaria

Una vez obtenida la información de los artículos se elaboró una base de datos, la cual se ordenó y analizó la información recabada para posteriormente estructurar el documento que dio como resultado a esta tesina, en donde se resalta el análisis del efecto de acaricidas naturales sobre la sarna psoróptica en conejos, con el propósito

de contribuir al conocimiento científico que respalde prácticas más sostenibles y saludables en el cuidado de estos animales.

Este documento se conformará con el siguiente desarrollo temático:

- Introducción
- Revisión bibliográfica:
  - Producción de conejos a nivel mundial
  - Producción de conejo en México
  - Instalaciones de las producciones
    - Producción intensiva
    - Producción semi-intensiva
    - Producción de traspatio
  - Manejo
    - Nutricional
      - Principales requerimientos nutricionales
    - Reproductivo
    - Sanitario
  - Anatomía y fisiología del conejo
    - Sistema digestivo
    - Sistema respiratorio
    - Sistema reproductivo
    - Sistema tegumentario
  - Enfermedades de prioridad en los conejos
    - Coccidiosis
    - Enterotoxemia
    - Enfermedad hemorrágica viral
    - Mixomatosis

- Pasteurellosis
- Mastitis
- Tiña
- Otitis
- Sarna psoroptica
- Tratamientos farmacológicos
- Alternativas naturales
  - Miel
  - Aloe vera
  - Aceites esenciales
  - Extractos naturales

## **6. ANTECEDENTES**

### ***6.1. Producción de conejos a nivel mundial***

La cunicultura es el proceso de reproducción, cría y engorda de los conejos en forma económica para obtener un máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos, como son: carne, piel, pelo, estiércol (para emplearse como fertilizante), orina (como fijador de perfumes) y las vísceras (para la fabricación de alimentos balanceados) (Gomez-Soto, 2019). Esta actividad se ha desarrollado principalmente en cinco países de la Unión Europea: España, Portugal, Italia, Francia y Hungría (Garmendia, 2023). El último registro de producción mundial (Figura 1) abarca el período comprendido entre 2018 y 2022, en este último año se produjeron 850,000 toneladas de carne de conejo, este dato no solo refleja una disminución del 7.6% en comparación con la cifra de 2021 (861,700 ton), sino que también representa el nivel más bajo registrado durante todo el período analizado (Orús, 2024).

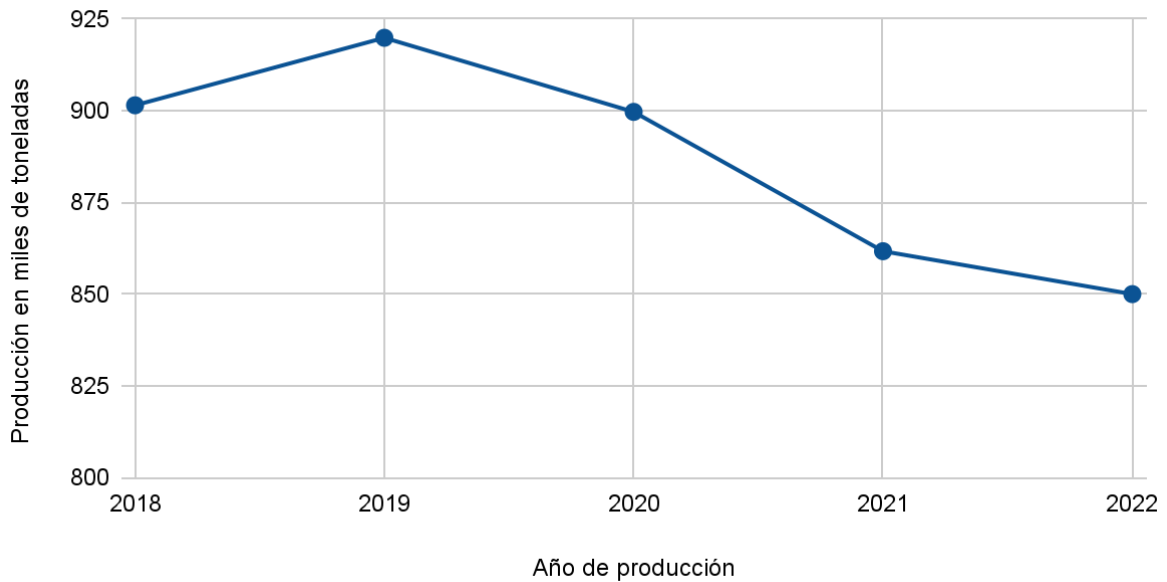


Figura 1. Producción de carne de conejo a nivel mundial  
Adaptado de Orús, 2024.

## 6.2. Producción de conejos en México

La cunicultura es una de las actividades pecuarias que registra auge por la facilidad en el manejo de la especie, y debido a que su versatilidad ha contribuido a que pequeños y medianos productores incursionen en la cría de conejos, a pesar de esto, la carne de conejo se consume poco apenas se alcanzan los 128 gramos per cápita (Zotyen-Quan, 2002; SADER, 2016). En lo que respecta a la producción, según el Padrón Ganadero Nacional (PGN) en el año 2019, se reportó un total de 10,696 Unidades de Producción Pecuarias (UPP) dedicadas a la cunicultura en México. Destaca que dos estados de la República concentran más del 50% de estas UPP; el Estado de México encabeza la lista, seguido por Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Chihuahua, Chiapas y Durango (Bautista-Hernández *et al.*, 2021).

La producción de conejo ha experimentado un notable incremento en su popularidad dentro del sector pecuario, impulsada por la relativa facilidad en el manejo y su destacada versatilidad; esto ha motivado a pequeños y medianos productores a

incursionar en esta actividad; a pesar de este crecimiento, el consumo de carne de conejo sigue siendo escaso, esto debido a que la población no se encuentra familiarizada con este tipo de proteína, lo cual genera un limitado acceso a ella, por otra parte, el consumidor menciona que no les gusta su sabor, o prefieren no adquirirla debido a que asocian al conejo con una mascota y no como fuente de alimento (Pérez-Hernández, 2021).

En el ámbito de la producción de conejos, se observa una variedad de sistemas, entre los cuales destaca el modelo de producción de traspatio o familiar, que constituye 80% de la producción nacional (Garduño-Millán *et al.*, 2019; Pérez-Hernández, 2021). Estos sistemas, generalmente destinados al autoconsumo, también desempeñan un papel importante en la comercialización directa de conejos a los consumidores; a pesar de su reducida población, los problemas sanitarios enfrentados por los animales son equivalentes a los encontrados en sistemas a gran escala; por ello, es esencial no subestimar la importancia de las enfermedades, abogando por un tratamiento oportuno y adecuado para todos por igual (Olivella-Fuentes *et al.*, 2021; Gutiérrez-García *et al.*, 2022).

Tanto en México como en el ámbito global, se encuentran una amplia variedad de líneas de conejos, cada una empleada con propósitos zootécnicos específicos que se adecuan a sus características particulares (Gómez-Soto, 2019). Estos propósitos abarcan desde la producción de pelo y piel para su curtido y confección, exhibición, hasta la producción de carne, e incluso en ciertos casos, fines de doble propósito; entre las líneas utilizadas destacan la Nueva Zelanda Blanco, California, Chinchilla, Mariposa, Satinado Rojo, Leonado de Borgoña, así como algunas líneas de Azteca Negro y ejemplares criollos derivados de cruzamientos en las granjas (Gómez-Soto, 2019; Aceves *et al.*, 2021; Alcantar, 2021).

### **6.3. Instalaciones de las producciones**

Los sistemas de producción deben ser diseñados para optimizar el bienestar animal, cubrir las demandas de los cunicultores y maximizar la eficiencia de los recursos involucrados, evaluando su rentabilidad económica y su capacidad para satisfacer las necesidades de la población (Martínez-Melo *et al.*, 2022). Dado que los conejos

domésticos son más susceptibles al calor que al frío, es crucial que las instalaciones estén ubicadas en lugares secos y protegidos del sol y corrientes de aire y calor, estos animales pueden criarse exitosamente mediante alojamientos adecuados que lo protejan del entorno, ofreciendo resguardo contra la humedad y temperaturas extremas (Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

La ubicación de las instalaciones debe elegirse cuidadosamente, en terrenos favorables con buen drenaje, donde se eviten encharcamientos, aprovechando recursos naturales como cercas o arboledas y garantizando acceso al agua potable (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Pérez-Hernández, 2021). La dimensión de las instalaciones debe ajustarse según los objetivos de producción, utilizando materiales de alta calidad preferiblemente no tóxicos, duraderos y fáciles de limpiar (Curiel-Larrea, 2022).

Los parámetros adecuados para una producción efectiva son los siguientes: un rango de temperatura ambiental de 18 a 24°C, ya que los machos reproductores en temperaturas elevadas reducen la fertilidad debido al estrés por calor; la humedad relativa debe estar situada entre el 65 y 80%, teniendo en cuenta que a mayor humedad se potencian los problemas respiratorios en las vías altas y a menor humedad, hay más proliferación del microbismo ambiental (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010; Ruiz, 2020). Todas las producciones deben garantizar las condiciones ambientales adecuadas para los conejos, sin importar las variaciones en el tamaño de la instalación o el número de reproductoras alojadas, a esto se le conoce como, nivel de tecnificación de las granjas y pueden clasificarse en tres categorías: a) de traspatio o familiar; b) semi-tecnificada o semi-intensiva; y c) empresarial, intensiva o tecnificada (Martínez-Castillo *et al.*, 2020).

### **6.3.1. Producción intensiva**

Las granjas de tipo industrial o intensivas son aquellas especialmente diseñadas, con más de 300 reproductoras, que cuentan con instalaciones y equipo que permiten un control ambiental estricto, que proporcionan alimento balanceado de alta calidad, disponen formalmente con un rastro o matadero, por lo que generalmente sus productos poseen calidad higiénica alta, y cuya producción está destinada a un mercado preestablecido, bajo un esquema de continuo y sostenido; en este sistema



no se descuidan los detalles que suelen ser básicos y elementales para lograr el éxito en los planes y programas de producción establecidos con anterioridad de acuerdo con las exigencias que marcan la oferta y demanda del mercado (Martínez-Castillo *et al.*, 2020; Martínez-Melo *et al.*, 2022).

### **6.3.2. Producción semi-intensiva**

Se considera que aproximadamente el 20% de la producción cunícola nacional es de tipo semiindustrial o semi-tecnificada, se caracterizan por poseer entre 50 y 300 conejas reproductoras en locales adaptados; bajo este sistema la alimentación está constituida por fórmulas industrializadas y presentadas en forma de pellets; los animales se encuentran alojados en jaulas especialmente diseñadas y distribuidas de manera ordenada; las condiciones ambientales son parcialmente controladas y el proceso productivo está organizado como una pequeña empresa (Pérez-Hernández, 2021). Generalmente funciona dentro de instalaciones adaptadas pues difícilmente el cunicultor edifica instalaciones especialmente diseñadas; se utilizan materiales comerciales: jaulas de alambre galvanizado, comederos de tolva y bebederos automáticos; los pisos son de concreto, las naves son construidas con ladrillos y cemento, con techo de dos aguas y ventanales de malla ciclónica o de tipo gallinero. Su propósito principal es la comercialización en pequeña y mediana escalas, aunque también alguna proporción de la producción es destinada al autoconsumo (Martínez-Castillo *et al.*, 2020; Martínez-Melo *et al.*, 2022).

### **6.3.3. Producción de traspatio**

La producción de traspatio o familiar se caracteriza por albergar entre 2 a 29 conejas reproductoras, principalmente con fines de autoconsumo, aunque también se destina una parte para ventas locales (Garduño-Millán *et al.*, 2019). Este tipo de granja es gestionada dentro de un entorno familiar y suele contar con instalaciones rudimentarias o improvisadas, lo que conlleva limitaciones técnicas básicas y sin posibilidad de controlar los principales factores ambientales (SENASICA, 2019). Las estructuras como jaulas, comederos, bebederos y nidales suelen ser fabricados con materiales locales, aunque a veces resultan poco eficientes o inapropiados debido a su rusticidad e improvisación (Pérez-Hernández, 2021). La alimentación es, generalmente, a base de subproductos agrícolas o de desechos (pan, tortilla dura,

entre otras); aunque este sistema genera un volumen significativo de carne de conejo, el manejo sanitario suele ser deficiente o incluso inexistente (Martínez-Castillo *et al.*, 2020).

#### **6.4. Manejo**

Los factores ambientales ejercen una notable influencia tanto en la productividad como en la incidencia de enfermedades en los criaderos. Estos factores se concentran en la interacción con el clima, abarcando la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento. Diversas combinaciones de estos elementos pueden generar efectos desfavorables sobre la producción y la reproducción de los conejos, tales como: problemas respiratorios, dermatológicos, debilitamiento del sistema inmunológico, reproducción deficiente, entre otros (SENASICA, 2019). Asimismo, la manipulación implementada por el ser humano en el conejo desempeña un papel crucial en el comportamiento productivo de los animales (Ortega-Baltazar, 2012; Martínez-Melo *et al.*, 2022).

Ruido: debe evitarse en lo posible, ya que interfieren en la cópula e instinto materno, se recomienda que no sea mayor de 60 decibeles, ya que existen evidencias que indican que el ruido en los conejos provoca la liberación de grandes cantidades de catecolaminas, mismas que potencialmente pueden alterar el funcionamiento de los aparatos respiratorio, reproductivo y digestivo; constituye uno de los principales factores predisponentes para que una coneja practique el canibalismo (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010).

Olor: en el microambiente de los animales está relacionado con diversos factores tales como la acumulación de olores debido a una ventilación insuficiente en las instalaciones de producción, el uso excesivo e indiscriminado de desinfectantes, así como el uso de fragancias fuertes por parte del personal (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010; SENASICA, 2019; Carulla *et al.*, 2021). La falta de aireación adecuada puede predisponer a enfermedades respiratorias como la pasteurelisis; por otro lado, el constante uso de aerosoles puede aumentar el riesgo de trastornos tanto digestivos como respiratorios en los animales (Rodríguez-Villamayor *et al.*, 2017; Ruiz, 2020).

Manipulación: la manera adecuada implica sujetarlo siempre por dos puntos: la nuca y el coxis. Es importante evitar levantarlo únicamente por la nuca, ya que esto podría causar daños en la columna vertebral si el conejo salta; se puede sostener firmemente por los hombros, permitiéndole apoyar sus patas traseras (Rodríguez-Villamayor *et al.*, 2017; SENASICA, 2019). La otra forma de hacerlo es utilizando la mano derecha para sujetarlo por la piel floja en la región del dorso y la nuca, mientras que la mano izquierda lo sujeta debajo de los muslos como si estuviera siendo colocado en la palma de la mano, distribuyendo así el peso del animal de manera adecuada (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010; Fenol-Rejas *et al.*, 2017). Es fundamental evitar sujetar a los conejos exclusivamente por las orejas o el pecho, dejando el tercio posterior colgando, así como agarrarlos solo por las extremidades, ya que esto puede ocasionarles fracturas e incluso lesiones que requieran intervención quirúrgica (Rodríguez-Villamayor *et al.*, 2017).

Densidad animal: es fundamental proporcionar al conejo un espacio de alojamiento adecuado que se ajuste a su tamaño y peso, ya que se ha demostrado que la cría individual en jaulas presenta varias ventajas significativas: reduce el estrés por hacinamiento, permite un mejor control de la reproducción, facilita la implementación de medidas sanitarias como la limpieza y desinfección, y minimiza el riesgo de contagio de enfermedades (Vicente *et al.*, 2014; SENASICA, 2019). En algunas ocasiones, los conejos machos que han alcanzado la pubertad pueden volverse extremadamente agresivos, lo que podría resultar en castraciones mutuas si se alojan juntos (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010).

Limpieza y desinfección: debe ser constante y los desinfectantes elegidos serán aquellos que no tengan fuerte olor, aunque en el caso del hipoclorito de sodio al 5.25%, comúnmente denominada lejía, y la soda cáustica, son productos económicos aunque bastante corrosivos, por lo que deben usarse en las mínimas concentraciones y siempre después de una estricta limpieza, ya que la presencia orgánica, hace que pierda su actividad desinfectante (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010; Ruiz, 2020).

Dentro del equipo complementario recomendado para una granja, es fundamental incluir elementos como reposapatas, alicates para el corte de uñas, cepos o contenedores, equipo para marcaje, carros de transporte para alimentos y para el

traslado de conejos destetados, báscula y bomba aspersora para la desinfección, entre otros (Vicente *et al.*, 2014). Por último, es crucial reconocer la necesidad de mejorar la calidad del alojamiento de los animales en las granjas, dado que está ampliamente demostrado que el estrés provoca una disminución significativa en la capacidad de producción de los conejos y afecta considerablemente la calidad de la carne obtenida (Martínez-Castillo *et al.*, 2020).

#### 6.4.1. **Nutricional**

El conejo, debido a su eficiencia reproductiva, rusticidad, facilidad de alimentación y manejo, ha emergido como una alternativa seria e importante para el pequeño y mediano productor, y su relevancia como producto alimentario está en constante aumento, dado su elevado índice de conversión de alimentos (Figura 2), aproximadamente se requieren de 2.5 a 3.5 kg de alimento para producir un kilogramo de carne (Villa & Hurtado, 2016).

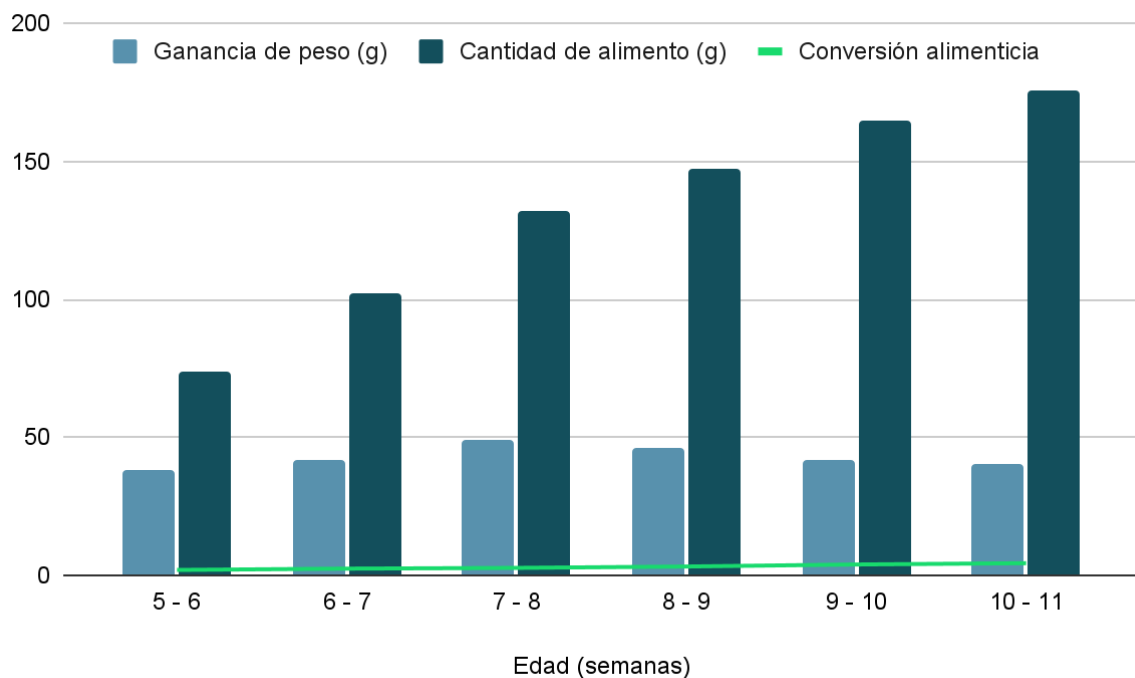


Figura 2. Respuesta productiva de conejos en periodo de engorde.

Adaptado de Alpizar-Bonilla, 2006.

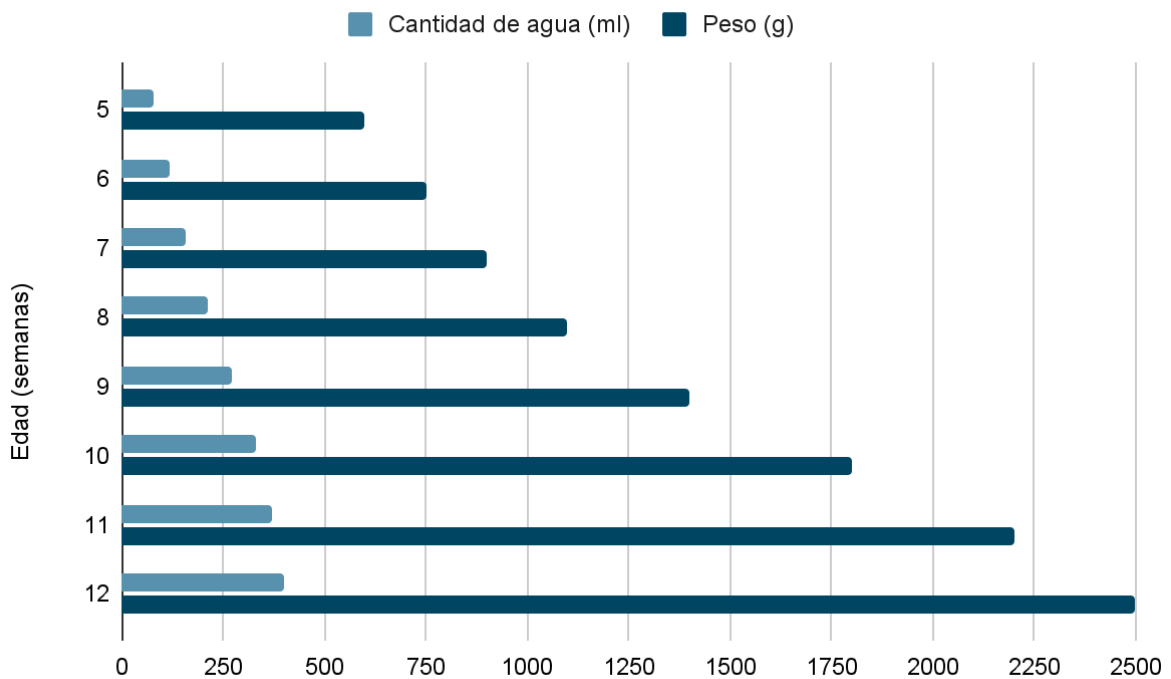


Figura 3. Consumo de agua de conejos en un sistema de producción de engorda.

Adaptado de UAB, 1992.

Considerando la naturaleza herbívora del conejo, las fibras de origen vegetal representan un componente significativo en su dieta; sin embargo, su capacidad de digerirla es reducida (Vicente *et al.*, 2014). A pesar de ello, se alimentan mayormente de forraje fresco o seco, aunque puede ser nutrido con alimentos balanceados de alta calidad, como pellets, con un contenido proteico entre el 17 y 20%, así como con alimentos naturales como granos de cereales, heno, soya, pasto fresco y una variedad de verduras. La dieta del conejo debe ser equilibrada en proteínas, energía, fibra, minerales, vitaminas y agua, esta última se recomienda brindarla *ad libitum*, siempre tomando en cuenta que la cantidad consumida varía según el estado fisiológico, la edad (Figura 3) y el entorno (Manzano & Torres, 2005; Vicente *et al.*, 2014).

La presencia adecuada de grasas en la alimentación es crucial para proporcionar calor y energía, evitando así un crecimiento retardado y enfermedades cutáneas como dermatitis, úlceras y anemias. Es esencial que las dietas de los conejos contengan una adecuada proporción de minerales como calcio, fósforo, magnesio y

potasio, ya que su desequilibrio puede conducir a un crecimiento lento, rigidez articular y altas tasas de mortalidad. La relación óptima entre fósforo y calcio en la dieta es de 1 a 2. Además, se recomienda suplementar la dieta con pequeñas cantidades de vitamina C, ya que poseen cantidades reducidas y su deficiencia puede limitar el desarrollo del conejo (FAO, 2000; Fuentes-Paredes *et al.*, 2010).

Existen dos modalidades básicas para suministrar alimento a los conejos: consumo libre y consumo limitado, cada una con sus propias ventajas y desventajas. Con método de consumo libre, se reducen costos de mano de obra y permite que los conejos regulen su ingesta de acuerdo con sus necesidades, favorece el desarrollo óptimo de los animales y previene la aglomeración en los comederos al brindar a cada uno el tiempo suficiente para alimentarse. Por otro lado, el enfoque de consumo limitado facilita una observación más detallada por parte del criador respecto a posibles enfermedades en cada jaula. Se deduce que este sistema puede mitigar problemas digestivos al asegurarse de brindarles una dieta con una proporción adecuada de fibra (McNitt *et al.*, 2013).

#### **6.4.1.1. Principales requerimientos nutricionales**

Los animales ingieren diariamente la cantidad de energía digestible (ED) que corresponde a sus necesidades, y generalmente, un incremento en el nivel energético de la dieta conlleva a una reducción en el consumo de materia seca, manteniendo constante la cantidad de ED obtenida (Vicente *et al.*, 2014). Cuanto mayor sea la concentración energética de la dieta, lo que implica un menor contenido de fibra, menor será el consumo voluntario de los animales, por consiguiente, se requiere una mayor concentración de otros nutrientes para compensar esta reducción en la ingesta. La fibra desempeña un papel crucial en la formación de heces sólidas al proporcionar consistencia a la digesta y sobre todo, en el control de la microbiota intestinal a través de sus efectos mantiene la regularidad del tránsito intestinal (Carabaño *et al.*, 2005). Los conejos tienen la capacidad de consumir grandes cantidades de alimento con un alto contenido de fibra debido a las características de su sistema digestivo, por ello, aumentar el contenido de fibra en la dieta incrementa el consumo voluntario de alimento en el animal, sin embargo, dietas con un contenido de fibra inferior al 11% predisponen a la diarrea, especialmente en los gazapos destetados, además, la

calidad y composición de la dieta juegan un papel fundamental en su salud digestiva y general, por lo tanto, una alimentación balanceada es esencial para garantizar su bienestar y rendimiento (FAO, 2000; Martínez-Melo *et al.*, 2022).

El almidón, derivado principalmente de una dieta abundante en cereales, proporciona las calorías requeridas para la actividad, los procesos metabólicos, generación de calor, acumulación de reservas y crecimiento. Sin embargo, el almidón de maíz y sorgo es menos digestible que el proveniente del trigo, avena o cebada, por lo tanto, no se recomienda su inclusión en la dieta durante la primera etapa de cría del animal (Vicente *et al.*, 2014).

Las pectinas, como el componente más digerible de la pared celular en las fibras, son degradadas por el microbioma cecal hasta en un 75 %, generando ácidos grasos volátiles (AGV), las principales fuentes de pectinas incluyen las pulpas de frutas, alfalfa y soya. La celulosa, un componente fibroso, es más fácilmente digerida por las bacterias del ciego y, junto con la lignina, contribuye a reducir la incidencia de patologías digestivas, las fuentes de celulosa incluyen alfalfa, paja de trigo, salvados y cascarillas de cereales (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; McNitt *et al.*, 2013). Un exceso de lignina o celulosa en la dieta puede incrementar el peristaltismo intestinal, dando lugar a diarreas o una disminución significativa del tiempo de tránsito de los nutrientes, lo que puede provocar subnutrición. Algunos alimentos ricos en fibra lignificada son la cáscara de semilla de girasol, el tallo de alfalfa y la paja de cereales (Vicente *et al.*, 2014). La inclusión de fibras solubles en la dieta, como las pectinas, promueve el crecimiento de las vellosidades intestinales y la actividad de los enterocitos, mientras que la incorporación de fibras lignificadas produce atrofia estructural y disminuye la actividad de las células intestinales (Carabaño *et al.*, 2005).

Existen una variedad de alimentos fibrosos alternativos que pueden ser empleados en su plan nutricional debido a su alto contenido proteico, entre las que destacan los forrajes de leguminosas, harinas de soya, girasol, alfalfa y otras plantas con alto contenido de proteína, los cuales al incluirlos en la dieta de animales destinados a la engorda o reproducción favorecen la producción de carne de manera sostenible (Vicente *et al.*, 2014; Martínez-Melo *et al.*, 2022). Es crucial tener en cuenta que las necesidades de proteína son significativas durante las etapas iniciales del

crecimiento de los animales, no solo para cubrir los requerimientos iniciales, sino también para la renovación y mantenimiento de la mucosa intestinal (Carabaño *et al.*, 2005; McNitt *et al.*, 2013).

Los glúcidos son los principales responsables de suministrar la energía necesaria para las síntesis orgánicas, aunque los lípidos también tienen un papel en este proceso, en menor medida (FAO, 1996). Los lípidos desempeñan una función tanto energética como estructural, ya que no solo proporcionan calorías, sino también forman la base del tejido graso, por ello, en la alimentación de conejos, es común encontrar un contenido del 3-5%, provenientes de sebos o aceites vegetales, esto se hace con el propósito de aumentar el valor energético de su alimentación, favoreciendo un mejor desarrollo corporal y facilitando la absorción de vitaminas liposolubles; entre los ácidos grasos esenciales, que son componentes estructurales celulares, se destacan el linoleico y araquidónico (Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

Las vitaminas son esenciales para mantener la fisiología normal, ya que catalizan una variedad de procesos biológicos y son indispensables para el metabolismo y el crecimiento de los animales, y se dividen en dos grupos principales: las vitaminas hidrosolubles, como el complejo B y la vitamina C, y las liposolubles, como las vitaminas A, D, E y K (Vicente *et al.*, 2014). Dado que los animales no pueden sintetizar estas vitaminas por sí mismos, es crucial asegurar que sus necesidades estén cubiertas, con la dieta adecuada o mediante suplementos, especialmente en el caso de las vitaminas A, D3 y E (Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

Los minerales son compuestos esenciales para diversas funciones orgánicas, ya que desempeñan roles fundamentales siendo componentes estructurales, reguladores del equilibrio osmótico, activadores de enzimas y hormonas (Camacho-Pérez *et al.*, 2010). Se dividen en dos grupos principales: los macrominerales, que incluyen el calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, azufre y magnesio, y los microminerales, como el hierro, cobre, zinc, yodo, manganeso, selenio, cobalto, molibdeno y flúor (Vicente *et al.*, 2014).

Para complementar la dieta, se incorporan aditivos, sustancias añadidas en pequeñas cantidades con múltiples propósitos, entre los cuales incluyen corregir



déficits nutricionales mediante correctores vitamínicos-minerales, metionina y lisina sintética (Vicente *et al.*, 2014); mejorar la aceptación del alimento con aromatizantes, saborizantes y estimulantes del apetito; facilitar la digestión del almidón y las proteínas mediante la complementación con amilasas y proteasas, reduciendo así el riesgo de trastornos cecales; proteger el alimento y optimizan el proceso de fabricación mediante antioxidantes, antifúngicos, aglomerantes, conservantes y acidificantes (Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

#### **6.4.2. Reproductivo**

La edad adecuada para iniciar la reproducción varía en los conejos según la raza, sexo, estación y las características individuales. En la coneja la pubertad se alcanza, generalmente, cuando alcanzan el 70-75 % del peso adulto, si bien es preferible esperar a que hayan alcanzado los cuatro meses y medio de edad en líneas de formato medio (3,5 a 4,5 kg) para iniciar la reproducción (Romero-Vargas, 2014). En el macho, la mejor edad para la primera cubrición fértil en estirpes o líneas de formato medio se sitúa en torno a los cinco meses, alcanzando la plena producción espermática a los siete u ocho meses de edad, pudiendo mantener su actividad sexual hasta los cuatro años, según la estirpe genética, condiciones ambientales y manejo (FAO, 2000).

La gestación de la hembra dura aproximadamente 31 días y la lactancia 56 días, totalizando 87 días; son frecuentes las camadas de 10 a 12 gazapos los cuales, a la semana de haber nacido, habrán duplicado su peso sin más alimentación que la leche de la madre, a las ocho semanas de nacidos, el peso de los gazapos habrá aumentado 28 veces (FAO, 2000).

Para el cruzamiento siempre se debe llevar la hembra a la jaula del macho; si la hembra está en condiciones de cruzar y el macho es activo, el apareamiento se realiza casi inmediatamente, posterior a esto, es mejor retornar la hembra a su jaula inmediatamente (Romero-Vargas, 2014). Veinticinco días después de haber cruzado, debe proporcionarse a la hembra paja, lanas o pedazos de trapos limpios para que prepare su nido; seis a siete semanas después del nacimiento hay que separar las crías de la madre, y a los 45 días se deben separar los machos de las hembras y colocarlos en jaulas individuales (Egea de Prado, 1993); normalmente las conejas

pueden tener crías durante tres años; sólo se requiere un macho por cada 10 hembras, aunque es aconsejable contar con otro macho de reserva (FAO, 2000).

La cubrición de una coneja más de una vez puede mejorar ligeramente las posibilidades de desencadenar la ovulación, puesto que esta especie es de ovulación inducida; sin embargo, si se establece como práctica cubrir una coneja más de dos veces con el mismo macho, no debe olvidarse que el macho no produce una gran cantidad de espermatozoides y que no dispone de unas grandes reservas seminales, por lo que un intento, claramente innecesario, de asegurar la inducción de la ovulación puede desencadenar la falta de fertilidad de ese macho en una cubrición posterior sobre otra hembra (Romero-Vargas, 2014). Estos problemas se acentúan durante el verano y el otoño, en primer lugar, por una pérdida de ardor sexual debido a las altas temperaturas y, en segundo lugar, por una disminución de la producción espermática (Egea de Prado, 1993).

La leche contiene todos los nutrientes esenciales para la supervivencia y el crecimiento inicial de los gazapos, pero principalmente el calostro, que es la primera leche producida inmediatamente después del parto, es crucial para la supervivencia y vitalidad del recién nacido, y además de su elevado valor nutritivo, el calostro transfiere inmunidad pasiva y tiene un efecto laxante que ayuda a limpiar el intestino del meconio, también presenta una mayor concentración de anticuerpos con respecto a la leche normal, los cuales son producidos por el sistema inmunológico de la madre y proporcionan al gazapo una protección inmunológica temporal contra agentes infecciosos del entorno, con los que la coneja haya tenido contacto previamente; sin embargo, en los conejos, el calostro tiene una importancia secundaria, ya que durante la gestación se transfiere la mayor parte de la inmunidad materna a través de la placenta, que es permeable a los anticuerpos (Corpa & Peris, 2005).

#### **6.4.3. Sanitario**

La sanidad animal es una herramienta necesaria para conseguir una producción ganadera sostenible, ya que los productos de origen animal que genera no sólo representan una fuente de alimentos de calidad, sino que también son una fuente de ingresos para agricultores y ganaderos (Sánchez-Murillo, 2019); el método para mantener esta sanidad es mediante la medicina preventiva, la cual es un enfoque de

atención veterinaria que busca reducir la aparición de enfermedades y promover la salud mediante la implementación de medidas proactivas, esto incluye estrategias como la vacunación regular, control de parásitos, atención a la nutrición adecuada, mantenimiento de condiciones higiénicas óptimas y la identificación temprana de factores de riesgo, esto con el objetivo de evitar la aparición de enfermedades o minimizar su impacto en la salud y el bienestar de los animales, contribuyendo así a mejorar su calidad de vida y disminuir la necesidad de tratamientos farmacológicos (Terrado-Margalef, 2011; Ruiz, 2020). Para ello es necesario establecer un plan sanitario el cual es un conjunto de normativas aplicables que, combinadas con técnicas apropiadas y empleadas con discernimiento y destreza en todas las etapas del proceso productivo, garantizan la viabilidad de una granja para el manejo de unidades productivas saludables (Capera-Tole, 2019).

Para garantizar la sanidad óptima en el criadero, se implementará un protocolo sanitario que abarque diversas medidas, inicialmente, se llevará a cabo una evaluación detallada de las condiciones actuales para adaptar el plan a las necesidades específicas de la producción, el personal encargado debe estar capacitado en prácticas de higiene, manejo animal y control de plagas (Luciano, 2008; Terrado-Margalef, 2011); se dará especial atención al momento de introducir animales nuevos, esto para evitar la posible entrada de patógenos, para ello, las áreas de aislamiento dentro de la granja será crucial para prevenir la propagación de enfermedades, junto con la aplicación de rigurosos procedimientos de control de plagas como ratas e insectos que pueden actuar como vectores, también se establecerá un estricto régimen de limpieza y desinfección, incluyendo la eliminación adecuada de residuos orgánicos (SENASICA, 2019). En el caso del manejo, se enfatiza el cuidado apropiado de los animales, incluyendo la correcta manipulación de gazapos, conejos reproductores y hembras de cría, así como la atención durante el parto, será prioritario, además, se aplicará un programa de vacunación y desparasitación acorde con las enfermedades endémicas de la zona, el monitoreo regular del estado sanitario de la producción permitirá realizar ajustes continuos para garantizar la efectividad del plan implementado (Capera-Tole, 2019).

## **6.5. Anatomía y fisiología del conejo**

### **6.5.1. Sistema digestivo**

Los conejos pertenecen al orden de los lagomorfos, están clasificados como herbívoros, no rumiantes y se caracterizan por tener un intestino grueso (ciego y colon) muy desarrollado, el ciego es tan amplio que ocupa el 40% de su cavidad abdominal, ya que es en este órgano donde el animal lleva a cabo la fermentación de la fibra vegetal para la obtención de nutrientes (Rodríguez-Alarcón *et al.*, 2010). Estas estructuras tienen una gran importancia en la fisiología digestiva de esta especie ya que son responsables de la separación, por tamaño y densidad, de las partículas de alimento que llegan a la unión ileocecal y de la formación de las heces blandas que serán reingeridas durante el proceso de cecotrofia (De Blas *et al.*, 2002; Romero, 2008).

Al ingerir el alimento, la secreción de saliva en la cavidad oral asegura un primer ablandamiento y el inicio de la digestión a cargo de las enzimas presentes en la saliva (amilasa y lipasa), esta comida se mastica a fondo y rápidamente (incluso 120 movimientos de masticación por minuto) con la ayuda de movimientos linguales, lo que favorece la trituración final (Vicente *et al.*, 2014). Después de la masticación, al igual que en otros no rumiantes, el bolo alimenticio sufre una digestión enzimática parcial en el estómago (digestión gástrica), el cual está caracterizado por un esfínter bien desarrollado, que no permite la regurgitación ni el vómito, posteriormente el quilo continúa por el intestino delgado, para seguidamente en el intestino grueso llevar a cabo la fermentación microbiana anaeróbica (digestión fermentativa), la cual muestra cierta similitud con la fermentación ruminal (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Martínez-Melo *et al.*, 2022).

El sistema intestinal del conejo se divide en varias secciones: el intestino delgado, que a su vez comprende el duodeno, el yeyuno y el íleon; el ciego, que incluye el apéndice del ciego; el colon, que comprende el colon proximal segmentado y colon distal; y finalmente el recto (FAO, 1996; Camacho-Pérez *et al.*, 2010). La extensión del tracto digestivo del conejo supera los tres metros y se caracteriza por la presencia significativa de dos compartimentos principales: estómago y ciego, los cuales albergan aproximadamente el 80% del contenido (Halabí-Jechan, 2009). El alimento

se mueve progresivamente mediante movimientos peristálticos coordinados, los cuales impulsan el alimento a lo largo del tracto intestinal, el tránsito completo (oro-anal), tiene una duración estimada de 15 a 30 horas, dependiendo de la naturaleza física de las partículas ingeridas, como su tamaño, así como de las propiedades estructurales de los componentes, como la cantidad y calidad de la fibra cruda (De Blas *et al.*, 2002; Vicente *et al.*, 2014). El pH del intestino delgado muestra una ligera alcalinidad en su parte inicial (7.2 - 7.5), mientras que tiende a volverse más ácido hacia el final del íleon (6.2 - 6.5), en cuanto al ciego, oscila alrededor de 6.0 y está sujeto a variaciones según el patrón de alimentación y la actividad microbiana (FAO, 1996; Vicente *et al.*, 2014).

El comportamiento alimentario del conejo se distingue por su capacidad para “reciclar” a través de una digestión fermentativa a los alimentos no digeridos en la primera digestión enzimática, aunque este comportamiento, resulta útil, complica la fisiología digestiva del animal y lo hace más vulnerable a enfermedades entéricas en entornos de cría, por ende, es crucial enfatizar la importancia de las materias primas utilizadas en la alimentación, así como seguir recomendaciones relacionadas con la composición química y la formulación de los alimentos para garantizar la salud y el bienestar del conejo en criaderos (Romero, 2008; Vicente *et al.*, 2014).

### **6.5.2. Sistema respiratorio**

Está compuesto por la nariz, cavidad nasal, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones, presenta una singularidad respecto al sistema digestivo al contar con una única vía de entrada y salida hacia el exterior, ocupando la mitad anterior del cuerpo, su función primordial radica en facilitar el intercambio gaseoso, permitiendo así la oxigenación sanguínea y la eliminación del dióxido de carbono (Yllera-Fernández *et al.*, 2020). La porción externa de la cavidad nasal, que abarca las narinas, exhibe una notable sensibilidad al tacto, atribuible a la presencia de almohadillas sensitivas en la entrada de cada orificio nasal, además, cuenta con 20 a 25 pelos táctiles dispuestos a ambos lados del labio superior, cuyo movimiento oscila entre 20 y 150 movimientos por minuto, persistiendo incluso en momentos de completa relajación del animal (Cabrero-Niubó & Riera-Tort, 2008). Dentro de la cavidad nasal propiamente dicha, los huesos de los cornetes albergan el órgano vomeronasal y el epitelio olfatorio,

dotando así a los conejos de su agudo sentido del olfato, sumado a esto, es esencial considerar que los conejos respiran exclusivamente por la nariz, ya que no poseen la capacidad de hacerlo por la boca, por ello, cualquier lesión en las narinas o los cornetes es riesgoso (O'Malley, 2007). La cavidad torácica del conejo se encuentra notablemente reducida en comparación con la región abdominal y la frecuencia respiratoria oscila entre 30 y 60 respiraciones por minuto, aunque en los conejos en reposo, la respiración se lleva a cabo principalmente mediante contracciones del diafragma, prescindiendo en gran medida de los músculos intercostales, estas características deben tenerse en cuenta durante maniobras de inmovilización, como en el caso de la anestesia, ya que la posición en decúbito dorsal puede comprometer la función respiratoria debido a la presión ejercida por las vísceras sobre el diafragma (Litterio & Aguilar, 2017). Por otra parte, el timo, órgano que persiste en la edad adulta, se encuentra situado ventralmente con respecto al corazón y se extiende hacia la entrada de la caja torácica; los pulmones se encuentran divididos en lóbulos craneal, medio y caudal, siendo el lóbulo craneal izquierdo notablemente más reducido que el derecho debido a la proximidad del corazón, además carecen de septos que delimiten los distintos lóbulos pulmonares (O'Malley, 2007).

### **6.5.3. Sistema reproductivo**

El aparato reproductor del macho desempeña dos funciones principales: la citogénica que implica la producción de gametos masculinos (espermatozoides), para posteriormente depositarlos en el tracto genital de la hembra para llevar a cabo la fecundación; y la función endocrina, encargada de la generación de hormonas sexuales masculinas, todo este sistema está conformado por los testículos, conductos excretores como el epidídimo, conducto deferente y uretra, así como el pene y glándulas accesorias, que incluyen la vesícula seminal, glándula vesicular, próstata y glándula de Cowper (Romero-Vargas, 2014; Yllera-Fernández *et al.*, 2020).

Los testículos, tienen una forma ovoide, y residen en las bolsas escrotales, que mantienen conexión con la cavidad abdominal, y comienzan a descender a partir de los dos meses de edad, en ocasiones, se opta por su extracción para prevenir la territorialidad con otros machos; el pene es corto y se orienta oblicuamente hacia atrás, pero se desplaza hacia adelante durante la erección (FAO, 1996; O'Malley,

2007). Los patrones de conducta sexual pueden observarse ocasionalmente a partir de los tres meses de vida, siendo probable obtener las primeras eyaculaciones alrededor de los cuatro meses; a partir de esta edad, la frecuencia de comportamiento de monta y eyaculación en los machos dependerá tanto de factores ambientales como de la genética, en general, en líneas de tamaño medio (3.5 a 4.5 kg), la edad óptima para la primera cubrición fértil suele situarse alrededor de los cinco meses, alcanzando la plena capacidad espermática a los siete u ocho meses, pudiendo mantener su actividad sexual hasta los cuatro años, condicionada por factores genéticos, ambientales y manejo (Vicente *et al.*, 2014).

El eyaculado es de tipo bifásico: presentando una primera secreción gelatinosa que se caracteriza por tener una apariencia similar a la tapioca y estar carente de células espermáticas; posteriormente, en una segunda fase, se observa la presencia de espermatozoides junto con secreciones que los capacitan para la fecundación, mostrando un color blanco nacarado; el recuento de espermatozoides en un eyaculado varía entre 200-600 millones en 0.2 a 1.0 ml, disminuyendo significativamente después del tercer eyaculado si se obtienen en el mismo día (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Vicente *et al.*, 2014).

La coneja posee características reproductivas distintivas en comparación con otras especies zootécnicas, ya que su ovulación no se produce de manera espontánea, y su ciclo estral solo se completa con la liberación de óvulos por el ovario cuando se estimula mediante la monta o la administración de hormonas luteinizantes (LH), en los casos donde hay ausencia de estos estímulos, los folículos maduros experimentan degeneración (atresia) y son reabsorbidos en el ovario (Cabrero-Niubó & Riera-Tort, 2008). El aparato reproductor de la coneja está compuesto por diversos órganos, entre ellos dos ovarios, dos infundíbulos, dos oviductos, vagina, vulva y dos úteros o bien se les conoce como útero dúplex o doble, dado que cada cuerno se conecta por separado a la vagina a través de canales cervicales individuales, evitando migraciones de embriones de un cuerno al otro (Vicente *et al.*, 2014; Yllera-Fernández *et al.*, 2020); los ovarios, de forma alargada y elíptica, presentan una superficie irregular y una coloración ligeramente amarillenta, con un peso que varía entre 200 y 800 mg (Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

En las hembras, la pubertad suele manifestarse cuando alcanzan el 70 - 75% de su peso adulto (de tres meses y medio a cuatro meses en las líneas de formato medio como Nueva Zelanda blanco o California), sin embargo, es recomendable esperar hasta que tengan al menos cuatro meses y medio de edad antes de iniciar la reproducción; para detectar el celo, se deben identificar los signos externos que indican su inicio, los cuales se limitan al reflejo de lordosis y al aumento de la turgencia y coloración de los labios vulvares (Vicente *et al.*, 2014; Aceves *et al.*, 2021).

La coneja tiene la capacidad de iniciar con éxito una nueva gestación inmediatamente después del parto y durante toda la etapa de lactancia, lo que significa que no es necesario esperar al destete de los gazapos, esto permite establecer varios regímenes reproductivos (intensivo, semi-intensivo o extensivo), en los cuales los intervalos entre partos serán de 35, 42 y 60 días respectivamente; en condiciones de explotación semi-intensiva, que es el más común en la actualidad, las conejas son montadas o inseminadas 10-12 días post-parto; en sistemas intensivos, las conejas son montadas o inseminadas entre 3 y 5 días post-parto; es importante destacar que las necesidades nutricionales de los animales y los métodos de sincronización para lograr una productividad óptima deben ajustarse al régimen reproductivo elegido (FAO, 1996; Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Vicente *et al.*, 2014).

En los conejos, se deposita el esperma en la zona superior de la vagina, y al igual que en otros mamíferos, la fecundación se producirá en el útero aproximadamente 14 horas después de la monta o inseminación, y es posible detectar la presencia de un feto mediante palpación entre los días 12 y 14 de gestación; la duración promedio de la gestación oscila entre 31 - 32 días, es importante destacar que las camadas grandes tienden a presentar periodos gestacionales cortos en comparación con las pequeñas, en caso de que una camada no haya sido alumbrada al finalizar el día 32, existe un elevado riesgo de que los gazapos nazcan sin vida (O'Malley, 2007; Romero-Vargas, 2014).

#### **6.5.4. Sistema tegumentario**

Los conejos poseen tres tipos de pelo: largos, cortos de protección y cobertura, las variaciones en longitud y tipo de pelo dan lugar a una amplia diversidad de líneas de conejos (Zotyen-Quan, 2002). Los folículos pilosos primarios son responsables de la



producción de los pelos de protección largos, y también poseen glándulas sebáceas y un músculo erector del pelo que les permite erizarse cuando el animal experimenta frío, creando así una capa de aire cálido que lo aísla de las bajas temperaturas; por otro lado, los pelos cortos de protección se originan en los folículos primarios laterales, mientras que los pelos cortos o de cobertura son producidos por los folículos secundarios (O'Malley, 2007).

El conejo, caracterizado por su pequeño tamaño, cuerpo simétrico y alargado, presenta una cabeza de forma ovoide con una base ancha que se une al cuello y un extremo más puntiagudo en la región de la nariz, y está dotada de dos notables pabellones auriculares móviles, penniformes, los cuales están conformados por una delgada capa de piel que recubre un cartílago auricular elástico, y pueden variar según la raza, pueden ser verticales, perpendiculares al eje mayor de la cabeza o caídas, otorgándoles libertad de movimiento y la capacidad de realizar acciones independientes (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Yllera-Fernández *et al.*, 2020). Estas estructuras, abarcan el 12% de la superficie corporal del conejo, y están altamente irrigadas por una red de vasos sanguíneos (venas y arterias) fácilmente identificables, convirtiéndolas en el sitio de elección para procedimientos médicos como inyecciones intravenosas o extracciones de sangre, además, desempeñan un papel crucial en la termorregulación corporal de la especie, especialmente en climas cálidos, dado que el conejo, por su espeso pelaje y ausencia de glándulas sudoríparas, no tolera bien las altas temperaturas, por ello, durante el verano, las orejas adoptan una posición elevada, facilitando la disipación del calor mediante una vasodilatación de la red vascular que las recorre, actuando como eficientes radiadores térmicos, por el contrario, en invierno, la vasoconstricción sanguínea y la posición caída de las orejas contribuyen a retener el calor corporal y mantener una temperatura interna adecuada (O'Malley, 2007; Castanheira de Matos, 2014).

El sistema auditivo se compone de tres elementos anatómicos y funcionales distintivos: el oído externo, medio e interno; el oído externo incluye el pabellón auricular y al conducto auditivo externo, el cual está encargado de recibir y concentrar las vibraciones del aire transmitiéndolas al oído medio, además, tiene como soporte un cartílago anular grande y complejo, y el cartílago del conducto auditivo, que se

entrelaza con el conducto acústico óseo vertical originado en la bulla timpánica, también se encuentra presente un cartílago escutiforme más pequeño ubicado dorsalmente en esta estructura (Castanheira de Matos, 2014).

## **6.6. Enfermedades de prioridad en los conejos**

### **6.6.1. Coccidiosis**

Es una afección común entre los conejos, es causada por un parásito interno perteneciente al grupo de los coccidios, y se transmite mediante el contacto directo con material contaminado, como el alimento, comederos y jaulas, que han estado en contacto con un animal infectado, esto es posible gracias a los ooquistes, una forma del parásito eliminada en las heces, que puede permanecer viable hasta un año y volver a ser infecciosa en condiciones ambientales favorables, como humedad, temperatura y oxigenación adecuadas (Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Ruiz, 2020).

Esta enfermedad se manifiesta de dos formas distintas: la hepática, donde el parásito *Eimeria stiedai* afecta los conductos biliares del hígado, y la intestinal, en la que la *Eimeria perforans* invade las microvellosidades intestinales encargadas de la absorción de nutrientes, y los signos clínicos varían según la localización; en la forma hepática se presenta, adelgazamiento, aumento del abdomen, y a la necropsia se aprecia aumento del hígado, puntos blancos o amarillentos sobre la superficie del órgano; en la forma intestinal, se observa diarrea verdosa, raramente con sangre, apatía, adelgazamiento, subconsumo de alimento, agua, y eventualmente muerte (FAO, 1996; Luciano, 2008).

El diagnóstico de la coccidiosis es complejo ya que se realiza en laboratorio mediante necropsias o un recuento de coccidios por gramo de heces, para este caso es crucial realizar recuentos en varios animales durante varios días consecutivos e identificar las especies parasitarias junto con su potencial patógeno específico (FAO, 1996). Para un control adecuado, se recomienda la implementación de un plan sanitario preventivo que incluya la administración de sulfamidas en el agua potable, además, de realizar limpieza y desinfección de las jaulas e instalaciones, evitar el contacto de los animales con las heces y retirarlas de manera regular (Luciano, 2008).

### 6.6.2. *Enterotoxemia*

Conocida también como tillitis o meteorismo cecal, la enterotoxemia es una enfermedad bacteriana que se presenta con frecuencia en criaderos industriales, como consecuencia de desequilibrios en la microflora cecal, provocando un aumento anormal de bacterias anaerobias del género *Clostridium*, específicamente *C. perfringens* y *C. spiriformis*, con la consiguiente producción de toxinas, por lo general, este fenómeno se asocia con otros patógenos como *E. coli*; y algunos factores predisponentes incluyen una dieta con alto contenido de almidón y pobre en fibra, situaciones de estrés, cambios abruptos en la alimentación, falta de agua y sobrecarga alimenticia (FAO, 1996; Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

Los signos pueden variar según la presentación de la enfermedad, en la forma aguda, los conejos afectados pueden experimentar distensión abdominal, deshidratación y muerte súbita, y en casos crónicos o subagudos, los animales pueden mostrar palidez, letargo, inmovilidad, falta de apetito y bajo consumo de agua, junto con pelos perianales manchados de heces oscuras o verdosas malolientes, alternando con periodos de estreñimiento severo (Luciano, 2008; Camacho-Pérez *et al.*, 2010). En la necropsia, es común encontrar timpanismo abdominal, un ciego distendido y repleto de líquido, así como gases malolientes, dependiendo de las toxinas presentes, pueden observarse signos de degeneración hepato-renal (hígado y riñón amarillentos, pálidos o con aspecto “cocido”) o presencia de hemorragias en la pared del ciego e intestino (Camprubí i Font, 1984).

El diagnóstico requiere el aislamiento predominante de *Clostridium perfringens* o *spiroforme*, junto con la detección de toxinas (alfa, beta, épsilon, iota); en casos graves, estos microorganismos pueden llegar a la fase septicémica y ser identificados en órganos como hígado y riñones, lo que subraya la importancia de un seguimiento detallado de la evolución de la enfermedad, los signos clínicos y lesiones, siendo de gran ayuda la necropsia (Luciano, 2008). Ante casos aislados de enterotoxemia en una granja, se recomienda la vacunación con anatoxinas, especialmente para proteger a los reproductores, quienes deben ser revacunados cada 4 - 6 meses, además, es esencial mejorar la calidad del aire y las prácticas de manejo, así como

introducir alimentos balanceados con bajo contenido de almidón y equilibrados en fibra (Camprubí i Font, 1984).

### **6.6.3. Enfermedad hemorrágica viral**

La enfermedad, conocida también como fiebre hemorrágica o peste china, es causada por un virus ARN perteneciente al género *Lagovirus* de la familia *Caliciviridae*, el cual muestra resistencia al éter y a las altas temperaturas, aunque es susceptible al hidróxido de sodio al 10%, formaldehído al 2% y al hipoclorito de sodio al 10% (Luciano, 2008; Ruiz, 2020). Su transmisión ocurre principalmente por contacto directo con animales infectados a través de las vías oral, nasal o conjuntival, así como mediante la exposición a diversas excreciones, como orina, heces y secreciones respiratorias, además de animales silvestres e insectos que actúan como vectores mecánicos, si bien la replicación viral no parece ocurrir en los depredadores o carroñeros, estos animales pueden excretarlo en las heces y continuar el ciclo, ya que, el virus puede persistir durante meses en cadáveres en descomposición, en la carne de conejo refrigerada o congelada (FAO, 1996; Pacho *et al.*, 2017; SENASICA, 2019).

El período de incubación es breve y la enfermedad se manifiesta de manera aguda, subaguda y mortal, ya que esta virosis es altamente agresiva, desencadenando convulsiones y hemorragias nasales que llevan a los animales afectados a morir en cuestión de horas tras la aparición de los primeros signos, los cuales pueden incluir fiebre, decaimiento, chillidos, anorexia, apatía, congestión de la conjuntiva palpebral, lagrimeo, hemorragias oculares y nasales, diarrea o constipación, incoordinación, excitación, pedaleo, disnea, cianosis y dilatación abdominal justo antes de la muerte (Luciano, 2008; SENASICA, 2019). Es característico de esta enfermedad encontrar a los animales muertos en posición de opistótonos y con epistaxis (Pacho *et al.*, 2017). La enfermedad presenta varias formas clínicas, que dependen principalmente de la variante del virus implicada, la más común afecta a conejos adultos, con una morbilidad cercana al 100% y una mortalidad del 80 - 90%, en el caso de los gazapos pueden experimentar una infección subclínica que les otorga inmunidad, y se ha observado que hasta un 10% de los animales pueden desarrollar un cuadro crónico (FAO, 1996; Ruiz, 2020).

Durante la necropsia, se evidencia un agrandamiento del hígado con un contorno lobular pronunciado y tonalidad grisácea, acompañado de hepatitis necrótica, así como hemorragias y congestión en la tráquea, bronquios, pulmones, riñón, hígado e intestino, además, se observa un aumento en el tamaño del bazo y una coloración oscura, también se detectan alteraciones en la coagulación sanguínea (FAO, 1996; Camacho-Pérez *et al.*, 2010). De esta forma se puede establecer un diagnóstico, aunque también es posible realizarlo mediante la signología y análisis de laboratorio que incluyen pruebas como la reacción en cadena la polimerasa de transcripción reversa (RT-PCR), inmunotransferencia (Western blotting), microscopía inmunoeléctronica de tinción negativa, inmunocoloración o ensayos inmunoabsorbentes ligados a enzimas (ELISA) (Luciano, 2008; SENASICA, 2019).

Es crucial tomar precauciones sanitarias ya que el virus puede ser transmitido a través de fomites como el calzado, ropa, vehículos, etc., por ello, es necesario mantener un control de visitas a las granjas y no permitir el ingreso de cualquier persona y menos sin el equipo adecuado y protocolos de higiene correspondientes, también se debe cumplir con los programas de desinfección, limpieza, control de plagas y en zonas endémicas la vacunación es una medida indispensable (FAO, 1996; Luciano, 2008; SENASICA, 2019).

Ante la sospecha de un caso es necesario notificar a las autoridades competentes y extremar las precauciones, ya que, al ser una enfermedad altamente contagiosa de curso agudo y mortal para los conejos, es considerada de reporte obligatorio por el riesgo que implica a la salud animal (FAO, 1996; SENASICA, 2019). En caso de confirmarse el diagnóstico, se requerirá el sacrificio sanitario de los animales de la granja, seguido de una desinfección exhaustiva de las instalaciones y un período de vacío sanitario de al menos seis semanas, además se deberá instalar un vallado eficaz para evitar el acceso de animales silvestres; de esta manera la explotación podrá ser considerada libre de enfermedad siempre y cuando hayan transcurrido al menos seis meses desde el último caso y se hayan llevado a cabo las medidas higiénicas anteriormente descritas (Pacho *et al.*, 2017).

#### **6.6.4. Mixomatosis**

La mixomatosis se encuentra entre las enfermedades virales de mayor relevancia que afectan al conejo, y es causada por un virus que se replica en el citoplasma celular, denominado Myxoma, y pertenece al género *Leporipoxivirus* de la familia *Poxviridae* (OIE, 2018; SENASICA, 2019). La transmisión natural de la enfermedad ocurre a través de vectores, aunque la transmisión por contacto directo es limitada, no se descarta, especialmente en entornos con alta densidad animal, donde podría ocurrir por contacto de secreciones oculares y nasales (FAO, 1996; Ruíz, 2020).

La infección por el virus suele manifestarse como una enfermedad aguda con una tasa de mortalidad que puede alcanzar el 100%, y los signos clínicos que pueden presentarse son, edema en la cabeza, párpados y genitales externos que forman pequeños tumores que crecen y terminan por deformar toda la cabeza; generalmente, no se observan alteraciones en el apetito incluso antes de la muerte (FAO, 1996; Camacho-Pérez *et al.*, 2010). Se debe considerar el diagnóstico diferencial con microorganismos comunes del tracto respiratorio, como *Pasteurella spp.* u otros agentes patógenos; el diagnóstico se realiza por la sintomatología clínica y pruebas de laboratorio como AGID (gel inmunodifusión agar) ELISA (enzimoinmunoanálisis de adsorción), IFA (inmunofluorescencia), microscopía electrónica, pruebas de inoculación y PCR (reacción en cadena de la polimerasa) (Luciano, 2008; OIE, 2018).

La prevención de la mixomatosis se logra mejor mediante la vacunación periódica y el control de los vectores externos, como mosquitos, pulgas y ácaros, y se recomienda mantener a los conejos en interiores, siempre que sea posible, especialmente durante las temporadas de mayor actividad de insectos (Luciano, 2008; Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

#### **6.6.5. Pasteurelisis**

La pasteurelisis es una enfermedad infectocontagiosa de los conejos, causada por bacterias del género *Pasteurella*, pertenecientes a la familia *Pasteurellaceae* y puede manifestarse en múltiples formas clínicas y afectar diversos órganos (Selva *et al.*, 2007; Lugo-Marante *et al.*, 2019). Algunos factores predisponentes incluyen conejeras mal ventiladas con exceso de amoníaco y metano, alta humedad, polvo, manejo inadecuado y alta densidad de población, esto debido a que las vías de

transmisión del microorganismo se dan a través de aerosoles, por contacto directo e indirecto mediante fómites, como bebederos contaminados, animales silvestres, insectos, la adquisición de animales de explotaciones con dudoso estatus sanitario, y el personal de la granja, ya que también puede actuar como vector de transmisión, por lo tanto, esta afección es más común en conejares cerrados que en sistemas de crianza al aire libre (López-Fuentes & Lleonart, 1994; Astorga *et al.*, 1997).

La pasteurelosis suele complicarse con bacterias o virus que tienen tropismo respiratorio, frecuentemente, las infecciones por *Pasteurella* se complican con *Bordetella*, *Yersinia*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, y el virus de la mixomatosis, debido a estas complicaciones, la enfermedad puede presentarse de diversas formas, clasificándose en localizadas y septicémica (López-Fuentes & Lleonart, 1994). La pasteurelosis septicémica afecta principalmente a gazapos en lactancia y puede manifestarse de diversas formas, como abscesos subcutáneos o flemones, que pueden aparecer en cualquier zona, aunque son más frecuentes en la cabeza y cuello, también puede ocasionar cianosis, orquitis, vaginitis con loquios grisáceo-amarillentos, metritis unilateral o bilateral con secreción, dificultad respiratoria, mastitis, conjuntivitis purulenta, entre otras (Astorga *et al.*, 1997; Selva *et al.*, 2007).

La rinitis es caracterizada por la presencia de un catarro mucoso, con secreción mucopurulenta en las fosas nasales, puede presentarse acompañado de lagrimeo, prurito y obstrucción nasal; y puede ser de tipo aguda, la cual se manifiesta en gazapos a partir de las tres semanas de edad y puede causar estornudos violentos y exudado seroso, seromucoso o mucopurulento; o puede ser de tipo crónica, que afecta a animales de más de seis semanas y se caracteriza por estornudos persistentes, obstrucción nasal y secreción mucopurulenta (López-Fuentes & Lleonart, 1994; Camacho-Pérez *et al.*, 2010). Una complicación colateral de la rinitis es la otitis, que se manifiesta como una inflamación del oído, a veces acompañada de secreción purulenta, pudiendo causar ladeo de la cabeza y puede ser unilateral o bilateral (Astorga *et al.*, 1997).

Como medidas de prevención se encuentran el desinfectar y sanitizar la granja, vacunación y revacunación, correctos sistemas de eliminación de desechos, evitar contacto con otras producciones cunícolas, y en caso de introducir animales nuevos,

se debe asegurar que procedan de una granja exenta de enfermedad, y se les impondrá un período de cuarentena en espacios apropiados para el uso administrando antibioterapia vía oral con fines preventivos (Astorga *et al.*, 1997; Selva *et al.*, 2007).

#### **6.6.6. Mastitis**

La mastitis causada por *Staphylococcus aureus* es una afección comúnmente observada en las granjas, con importantes repercusiones sanitarias y económicas, ya que esta condición se presenta en las conejas reproductoras, principalmente lactantes, quienes manifiestan glándulas mamarias infectadas e inflamadas, caracterizadas por calor, dolor y aumento del grosor e induración del tejido, afectando áreas circundantes al pezón que pueden desarrollar abscesos que drenan contenido purulento, adicionalmente, las conejas afectadas pueden experimentar fiebre, letargia, anorexia, depresión y polidipsia (Corpa & Peris, 2005; Peris *et al.*, 2006). El diagnóstico puede realizarse mediante palpación; sin embargo, es fundamental diferenciar la mastitis de otros procesos que podrían inducir a error, tales como edemas, abscesos o pústulas sin afectación glandular, así como de glándulas mamarias lactantes repletas de leche y compactadas, posteriormente, es necesario recurrir al aislamiento bacteriológico para confirmar la implicación de *Staphylococcus aureus* en las lesiones observadas (Peris *et al.*, 2006; Viana-Martín, 2009).

La medida higiénica más elemental consiste en eliminar a las hembras enfermas y evitar la adopción de gazapos de madres afectadas, esto para reducir la prevalencia de la enfermedad, ya que se considera que cuando en una granja hay más del 10 % de animales enfermos, es debido a que no se cumple rigurosamente con esta eliminación; otra medida de manejo consiste en la limpieza y desinfección de las jaulas ya que el material purulento que se libera al romperse los abscesos las contamina y promueve la permanencia del microorganismo en la granja (Peris *et al.*, 2006).

#### **6.6.7. Tiña**

Las dermatofitosis, comúnmente conocidas como tiñas, son infecciones fitoparasitarias que afectan la piel y sus anexos, incluyendo uñas y pelo, estas infecciones son causadas por hongos del género *Microsporum* y *Trichophyton*, estos



poseen una característica distintiva que es su capacidad de transmisión mediante el contacto directo con las hifas y conidias presentes en la piel, en las escamas desprendidas, así como en las uñas y pelos de animales infectados, las hembras reproductoras portadoras también pueden transmitir los dermatofitos a los gazapos mediante el contacto directo durante la lactancia; además, estos hongos pueden permanecer viables durante largos periodos de tiempo en fómites, como en superficies de las instalaciones, material de trabajo, vestimenta y en los pelos caídos de los animales (FAO, 1996; Metaute, 2005; Moya *et al.*, 2006; Conejo-Fernández *et al.*, 2016).

Los factores que la predisponen son diversos ya que puede manifestarse como una respuesta al estrés generado por el hacinamiento, una nutrición deficiente o como consecuencia de otras infecciones, también está relacionada con la temperatura y la humedad, siendo significativamente mayor cuando la temperatura supera los 20°C y la humedad relativa excede el 60%; además, se ha comprobado que ciertas líneas genéticas tienen predisposición a contraer la infección (Barres *et al.*, 2020).

La dermatofitosis se caracteriza por presentar alopecia en forma circular y circunscrita, con la formación de costras secas amarillentas e hiperqueratosis, y estas lesiones suelen comenzar en el hocico y alrededor de los ojos, aunque también es común que aparezcan alrededor de las orejas y en las patas, pudiendo extenderse a todo el cuerpo en casos graves; es frecuente que los animales presenten prurito, lo que provoca que se rasquen y generen otras heridas, las cuales pueden infectarse secundariamente por bacterias (Metaute, 2005; Conejo-Fernández *et al.*, 2016; Barres *et al.*, 2020).

El método diagnóstico puede ser clínico, observando las lesiones que presenta el animal, o mediante un cultivo micológico, un examen microscópico directo o una biopsia cutánea; tras establecer el diagnóstico y proporcionar el tratamiento adecuado, es necesario llevar a cabo una limpieza ambiental, ya que las esporas dermatofíticas son susceptibles a desinfectantes comunes como el cloruro de benzalconio, por lo tanto, se deben desinfectar todas las jaulas y objetos con los que los animales infectados hayan estado en contacto, y para prevenir la transmisión, los

animales infectados deben permanecer aislados hasta que ya no representen una amenaza (Moya *et al.*, 2006; Barres *et al.*, 2020).

#### **6.6.8. Otitis**

Una de las patologías auditivas más frecuentemente diagnosticadas es la otitis y se define como una inflamación del canal auditivo, ya sea interno, externo o medio, y dentro de sus posibles etiologías se incluyen, en primer lugar, causas primarias como la presencia de cuerpos extraños o parásitos en el canal auditivo, enfermedades de tipo alérgico, autoinmune, y trastornos de la queratinización; en segundo lugar, existen factores predisponentes como el tamaño y la posición de la oreja, la humedad excesiva, y la reducción de la luz del canal auditivo, lo que impide un adecuado drenaje de las secreciones óticas; además, otros factores asociados a la enfermedad incluyen la presencia de bacterias y levaduras, así como procesos infecciosos del oído medio (Pulido *et al.*, 2010).

De manera similar a las infecciones bacterianas, la citología es el método diagnóstico preferido para determinar la relevancia de las levaduras como factor persistente en la otitis, aunque también se puede diagnosticar mediante la observación con un otoscopio, este puede revelar una membrana timpánica rota u opaca, grisácea, o la presencia de material detrás de ella, como cerumen marrón, húmedo y con olor rancio, aunque también se puede presentar seco, negro o similar a pus, en ambos casos acompañado del prurito intenso; otros métodos diagnósticos eficaces, aunque menos utilizados debido a su elevado costo, incluyen radiografías laterolaterales, ventrodorsales y anteroposteriores, que pueden mostrar bullas timpánicas opacas y con mayor radiopacidad de lo normal debido a la presencia de exudado, engrosamiento o lisis ósea; la tomografía computarizada y la resonancia magnética permiten visualizar claramente la presencia de líquido y tejido blando dentro de la cavidad timpánica, además de evaluar la extensión hacia estructuras adyacentes (Manzuc *et al.*, 2011; Gaviria & Cruz *et al.*, 2018).

#### **6.6.9. Sarna**

Sarna es el nombre que se les da a las afecciones cutáneas altamente contagiosas y pruríticas causadas por una o varias especies de ácaros que se instalan en la dermis y epidermis; etiológicamente, estas afecciones pueden clasificarse en sarnas

propiamente dichas, demodécicas y pseudosarnas o sarnas producidas por ácaros depredadores; y clínicamente, se dividen en generalizadas y localizadas (Babaahmady-Ebrahim, 2016; Nogales, 2020; Ojeda-Ramírez *et al.*, 2023). Según la especie de ácaro involucrada, los signos varían, pero generalmente incluyen inmunosupresión, reacciones inflamatorias, anomalías en la piel y pelaje, prurito intenso, apatía y rascado continuo, el cual agrava las lesiones, provocando sangrado y supuración en las grietas de la piel (Vázquez *et al.*, 2006; Jofré *et al.*, 2009; Ruiz, 2020).

En el conejo, *Sarcoptes scabiei* y *Psoroptes equi cuniculi* son los ácaros que producen esta patología en mayor medida, y su peligro radica en su alta capacidad de contagio, ya que se realiza de forma directa, especialmente en explotaciones industriales debido a la alta densidad de animales, y por su acción patógena que se caracteriza por una alta morbilidad y baja mortalidad; el diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad son relativamente sencillos una vez se manifiesta la signología en los animales, sin embargo, si no se implementan tratamientos y medidas de control en las granjas afectadas, la infestación por sarna puede ocasionar significativas pérdidas económicas (Vázquez *et al.*, 2006; Jofré *et al.*, 2009; Camacho-Pérez *et al.*, 2010; Nogales, 2020).

#### **6.6.10. Sarna psoroptica**

Conocida como otocariasis sarna de la oreja, es una ectoparasitosis que se desarrolla en el interior del pabellón auricular del conejo, producida por el ácaro *Psoroptes cuniculi*, el cual provoca lesiones pruriginosas y costrosas acompañadas de secreción que, a largo plazo, reducen el rendimiento y la calidad de los animales afectados. (Metaute, 2005; Shang *et al.*, 2019; Ojeda-Ramírez *et al.*, 2023). La infestación por este “ácaro no excavador” es la causa más frecuente de otitis en conejos y una de las enfermedades dermatológicas más observadas en esta especie, a pesar de esto, no es considerado un agente zoonótico (Dávila-Vaca, 2018; Nogales, 2020). Esta patología suele estar restringida al conducto y pabellón auricular del animal, raramente extendiéndose más allá de estas áreas hacia otras partes del cuerpo, y a diferencia de la sarna sarcóptica, no representa un riesgo zoonótico (Papeschi, 2010; Shang *et al.*, 2019).

Los ácaros pertenecen al phylum: Arthropoda, clase: Arachnida y subclase: Acarina, son pequeños, midiendo alrededor de 0.2 a 0.4 mm y se diferencian de los arácnidos por la presencia de gnatosoma y la falta de división entre el abdomen y el cefalotórax (Jofré *et al.*, 2009; De León-Hurtado, 2013); el ácaro responsable de la otocariasis reside en la superficie de la piel y ejerce su acción patógena al romper las uniones entre las células epiteliales, lo que provoca la exudación de suero y sangre (Papeschi, 2010). Generalmente se encuentran dentro del pabellón auricular de una o ambas orejas (Dávila-Vaca, 2018), y es un ácaro no excavador, perteneciente a la familia Psoroptidae, tiene una forma ovalada y presenta estrías en la cutícula del abdomen (opistoma), además posee unas “garras” largas, afiladas y dentadas en el ápice del gnatostoma capaces de escarificar la piel del huésped (Papeschi, 2009); el macho adulto mide en promedio 500 – 600 x 320 – 400 micras, mientras que las hembras miden entre 550 – 888 x 400 – 450 micras, pudiendo ser visible a simple vista; sus primeros dos pares de patas son articulados, grandes y gruesos en comparación con el tercer y cuarto par que son delgados y pequeños con finas cerdas; es posible distinguir al macho adulto de la hembra por dos grandes lóbulos opistosomales situados en posición caudal y, lateralmente al ano, un par de ventosas copuladoras y dos cerdas cortas, sus extremidades posteriores son desiguales, el tercer par es más largo y provisto de apéndices con cerdas; la hembra se caracteriza por una abertura ventral llamada “tostoma” de la que emergen los huevecillos y sus extremidades posteriores son casi iguales, su cuerpo es redondeado, y su dorso carece de espinas. (Papeschi, 2009; Ojeda-Ramírez *et al.*, 2023).

El ciclo biológico tiene una duración de entre 14 y 21 días, durante los cuales se observan diversos estadios: huevo, larva, protoninfa, tritoninfa y adulto, dichas transiciones de una fase a otra implican una renovación completa del individuo a través de una muda (De León-Hurtado, 2013; Dávila-Vaca, 2018). Para reproducirse, los individuos pasan por un proceso de acoplamiento con una duración de un día aproximadamente, en el cual el macho y la hembra permanecen unidos mediante sus órganos genitales situados en la parte posterior del cuerpo; seguidamente, el macho buscará una nueva hembra, mientras que la anteriormente fecundada tendrá una vida media de alrededor de 40 días, periodo suficiente para depositar un gran número de huevos con dimensiones de 190 - 274 micras, sobre la piel, en los bordes de las

lesiones, de los cuales emergerán, tras 2 - 3 días de incubación, larvas hexápodos caracterizadas por su cuerpo blando de color blanco grisáceo y un aparato bucal completo (gnatostoma con quelíceros en el ápice) indispensable para alimentarse nutriéndose directamente de los vasos sanguíneos y linfáticos durante un periodo de uno a tres días, para posteriormente, pasar al estado de ninfa, que dura de tres a cuatro días, incluyendo 36 horas de letargo antes de la muda y de llegar a su fase adulta (Papeschi, 2009; Ojeda-Ramírez *et al.*, 2023).

Las sarnas son afecciones típicamente observadas en animales adultos, sin embargo, en granjas con un elevado número de casos y un grado de higiene deficiente, pueden verse afectados tanto los futuros reproductores como los gazapos, y en estos casos, la sarna tiende a manifestarse en los animales más vulnerables o débiles, afectando tanto las orejas como el resto del cuerpo; por otro lado, el número de partos, relacionado en parte con la edad, no se ha demostrado como un factor asociado a una mayor prevalencia de sarnas en la explotación (Vázquez *et al.*, 2006; Luciano, 2008).

La transmisión de las sarnas ocurre por contacto directo o de forma pasiva mediante vectores como instrumentos, herramientas, uniformes o incluso a través de insectos que pueden vehicular accidentalmente el ácaro por lo que será imprescindible tratar a todos los animales de la granja y realizar constantemente una exhaustiva limpieza y desinfección de las instalaciones, y aunque la transmisión desde la ropa a la cama de los animales es poco frecuente, se recomienda mantener cualquier prenda que haya estado en contacto con animales infestados en una bolsa de plástico durante 72 horas, o lavarla a temperaturas superiores a 50°C (Vázquez *et al.*, 2006; Nogales, 2020). Un aspecto crucial de la epidemiología de esta parasitosis es la capacidad del ácaro para sobrevivir lejos del huésped; en el material costroso desprendido del animal, el artrópodo puede sobrevivir hasta casi un mes, situación que debe considerarse en los protocolos terapéuticos y en los programas de desinfección y profilaxis para evitar una reinfestación (Papeschi, 2009).

Son muchos los factores que influyen en la aparición de estas enfermedades, abarcando desde el estado fisiológico del animal hasta el manejo que éste recibe, y algunos de los que se deben tener en cuenta son, el hacinamiento que favorece el

contacto entre animales sanos y enfermos, los animales mal alimentados y con bajas defensas, locales húmedos y soleados, que favorecen la viabilidad de los ácaros fuera de los conejos, entre otros (Luciano, 2008; SENASICA, 2019; Carulla *et al.*, 2021). La existencia de un elevado porcentaje de animales afectados de sarna en la unidad de producción condiciona tanto a los reproductores como a los animales en finalización; en animales reproductores disminuye la libido y por lo tanto los parámetros reproductivos pueden verse alterados; en los de finalización lo más frecuente es un retraso en el crecimiento, haciendo difícil su salida al matadero (Vázquez *et al.*, 2006).

La estación del año es uno de los factores que influye de manera más significativa en la prevalencia de las sarnas en las producciones, siendo más frecuentes en verano debido a las altas temperaturas y humedad (Vázquez *et al.*, 2006). El estrés es un aspecto destacable, ya que los ruidos fuertes, mala higiene y olores penetrantes estresan al animal, una alimentación deficiente puede dejarlo falto de energía, débil y apático (Fuentes-Paredes *et al.*, 2010); también un manejo inadecuado puede provocar tensión, lesiones y en caso de presentar otocariasis, el simple hecho de manipular a los conejos por las orejas puede agravar considerablemente la condición; todos estos factores pueden predisponer al animal a una inmunodepresión, generando una vulnerabilidad que permite la entrada de diversos agentes infecciosos, provocando infecciones secundarias que descompensan al animal, además, no solo se verá afectada la salud del animal, sino también la producción, ya que el malestar e incomodidad provocarán una disminución en su consumo voluntario, afectando su condición corporal y generando pérdidas económicas (Vicente *et al.*, 2014; SENASICA, 2019; Carulla *et al.*, 2021).

En las etapas iniciales de la infestación, este parásito desarrolla por lo general una otitis externa, dado que reside en la profundidad del canal auricular externo, cerca de la membrana timpánica, aunque en ocasiones puede alcanzar el oído medio e interno; el ácaro está adaptado para vivir en galerías intraepidérmicas, alimentándose de células, linfa, jugo tisular, sangre, secreciones y bacterias presentes en la superficie de la piel, esto es posible gracias a su aparato bucal, que tiene la capacidad de perforar la piel hasta el epitelio malpighiano (estrato espinoso de la epidermis) (Metaute, 2005). En las fases iniciales, la parasitosis puede ser asintomática, pero

posteriormente provoca un prurito muy intenso causando que el animal afectado sacuda violentamente la cabeza y se rasque las orejas contra la jaula o con las uñas, causando hematomas, escoriaciones, heridas en el pabellón auricular y en algunos casos, automutilaciones (Papeschi, 2009; Rosell *et al.*, 2024).

La infestación puede permanecer localizada en la profundidad durante un tiempo prolongado o extenderse a todo el canal y pabellón auricular, originando una reacción inflamatoria en las vías auditivas con infiltraciones serosas y celulares, producción de nódulos, vesículas, y exudación de linfa, la cual se coagulará formando costras que pueden excoriarse y conducir a un auto-traumatismo; estas lesiones observadas en el curso de la sarna auricular, especialmente el prurito, no son el resultado directo de la acción de los ácaros, sino de una reacción alérgica (hipersensibilidad de tipo I - IgE) en respuesta a los antígenos excretados, particularmente en las heces del parásito, cuyo efecto pruriginoso se agrava por la coagulación del plasma expulsado de las lesiones, las cuales vienen acompañadas de calor y humedad y crean el microclima ideal para el desarrollo del ácaro, mientras que el exudado inflamatorio asegura su nutrición (Metaute, 2005; Papeschi, 2010; Nogales, 2020).

Los signos clínicos principales pueden iniciar siendo bilaterales o unilaterales, e incluyen la formación de costras marrones, grisáceas o rojizas que invaden la cara interna de la oreja, la cual se vuelve escamosa ya que las costras pueden llegar a cubrir completamente el canal auditivo externo y las superficies internas del pabellón auricular (FAO, 1996; Metaute, 2005; Dávila-Vaca, 2018; Shang *et al.*, 2019); estas costras provocan eritema sobre las superficies internas del pabellón auricular, y se presentarán junto con episodios de intenso prurito, contracciones, sacudidas o ladeo de la cabeza y se encontrarán rascándose insistentemente; la oreja estará caliente al tacto y las costras irán avanzando hacia el exterior; pero si se desplazan al interior, pueden causar una otitis media considerablemente grave (Nogales, 2020; Rosell *et al.*, 2024).

El prurito causado por la acción irritante de la materia fecal excretada por el ácaro y por la coagulación de la sangre induce al animal a rascarse intensamente, lo que incrementa la profundidad de las lesiones y facilita la implantación de bacterias secundarias, potencialmente causantes de infecciones importantes (Papeschi, 2010);

entre las bacterias responsables de estas infecciones secundarias se encuentran *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* y *Pasteurella multocida*, que son prácticamente omnipresentes en las granjas de conejos (Papeschi, 2009); estas infecciones pueden provocar otitis media, inclinación de la cabeza y, en casos de perforación, pueden causar meningitis (FAO, 1996; Nogales, 2020). En los casos más severos, los ácaros pueden infestar diversas zonas del cuerpo, como la cabeza, cuello, dorso, patas y área perianal, generando lesiones y alopecia (Dávila-Vaca, 2018); estas lesiones corporales son similares a las auriculares, caracterizándose por la presencia de costras superpuestas e inflamaciones notables en las áreas afectadas, sin embargo, cuando la infestación es leve o se encuentra en su fase inicial, la patología no influye significativamente en los rendimientos productivos y reproductivos de los animales, mientras que en las formas más graves, el estado de molestia se hace evidente, ya que el estrés que genera este malestar tiene como consecuencia una reducción de consumo de alimento y agua, estrés oxidativo y daño celular que conlleva a pérdidas de peso del animal vivo, bajo índice de conversión y por tanto disminuye el peso en canal, además las carnes tendrán cambios importantes en las características organolépticas como color, textura y sabor, por lo tanto, si la infestación no se trata, puede ocasionar considerables pérdidas económicas al vender el producto final, aunque es probable tener esas pérdidas incluso antes de la venta ya que posiblemente los reproductores afectados se pueden volver inservibles, puesto que las hembras los rechazan; en cuanto a las conejas lactantes, es posible que puedan llegar a reducir la producción de leche y eso provoque gazapos de baja calidad (Metaute, 2005; Papeschi, 2009; Shang *et al.*, 2019; Nogales, 2020).

El aspecto de las lesiones en el interior del conducto auditivo y los signos presentados por el animal, son característicos y suficientes para emitir un diagnóstico, sin embargo en raras ocasiones las costras se pueden confundir con cerumen, lo cual es un aspecto a considerar en animales de avanzada edad, por ello a veces puede ser necesario un examen mediante microscopio óptico, utilizando ya sea la prueba de cinta scotch o con un raspado de las costras adheridas en el pabellón auricular con aceite mineral para revelar la presencia de los ácaros (Vázquez *et al.*, 2006; Luciano, 2008; Papeschi, 2010; De León-Hurtado, 2013; Rosell *et al.*, 2024). En infestaciones tempranas o leves, es difícil diagnosticar la enfermedad ya que al principio los ácaros



son sólo visibles en zonas profundas del canal auditivo externo; sin embargo, con el tiempo se extenderán progresivamente por todo el resto del pabellón haciendo que los signos clínicos sean evidentes, aun así, es posible visualizar las formas adultas de *P. cuniculi* mediante un otoscopio pediátrico tras retirar las costras del pabellón auditivo; la observación del parásito también se puede realizar *in situ* y a simple vista: solo se necesita acercar el material costroso a una fuente de calor, y, unos instantes después, aparecerán unos bultos blanquecinos en la superficie sin necesidad de hacer uso de las pruebas antes mencionadas (Papeschi, 2009; Dávila-Vaca, 2018; Nogales, 2020).

Las medidas preventivas y curativas frente a esta parasitosis a menudo se pasan por alto en relación con la eliminación de los parásitos que pudiera haber en diferentes lugares de la producción, lo cual impide que la granja quede completamente libre y facilita la posterior reaparición de casos (De León-Hurtado, 2013); por ello para evitar reinfestaciones, además de la terapia, es necesario un tratamiento ambiental adecuado, ya que el ácaro es capaz de sobrevivir durante varios días en el interior de las costras desprendidas de los animales y, es posible que alguno de estos artrópodos consigan anidar en puntos estratégicos, como pueden ser los ángulos de las jaulas o la parte interior de los comederos; por esto es necesario aplicar el sistema de vacío sanitario “todo dentro-todo fuera”, aunque sea solo temporalmente, durante cinco o seis semanas que es el período de patencia del ácaro, por lo menos en las jaulas afectadas, este procedimiento debe incluir una enérgica extracción mecánica de las incrustaciones, el flameado de las superficies metálicas y finalmente, una esmerada desinfección con productos acaricidas como piretroides, algunos organofosforados como el tricloforno, sales de amonio cuaternario o hipoclorito de sodio (Vázquez *et al.*, 2006; Luciano, 2008; Papeschi, 2009; Camacho-Pérez *et al.*, 2010).

Cuando la infestación está comenzando, el sacrificio de los animales más afectados se considera una buena opción, aunque se pueden hacer excepciones con los reproductores de alto valor genético o económico; en caso de que el sacrificio no sea viable, deben tratarse todos los animales de la producción cuando la prevalencia sea elevada, ya que si no se tratan todos, la terapia puede ser ineficaz a medio plazo; y para prevenir futuras infestaciones, es recomendable mejorar la alimentación, tanto

en calidad como en cantidad, y administrar una terapia vitamínica, especialmente con vitamina A, también es fundamental regular el movimiento de animales entre granjas, sobre todo en el caso de reproductores, ya que es un importante mecanismo de transmisión, por este motivo, es crucial conocer el estado sanitario de la producción de origen, ya que las granjas que suministran reproductores, la prevalencia debe ser cero; la cuarentena y vigilancia estricta de los nuevos conejos adquiridos, deben realizarse revisando la piel y el pabellón auricular, esto permitirá detectar precozmente los ácaros y adoptar las medidas pertinentes antes de que el proceso sea grave (Vázquez *et al.*, 2006; Luciano, 2008; Papeschi, 2009).

#### **6.6.10.1. Tratamientos farmacológicos**

Pueden ser preventivos o curativos, tópicos o inyectables dependiendo la situación de la granja, y estos últimos es recomendable no aplicarlos a las hembras preñadas, sin embargo, es posible aplicar productos acaricidas en paredes, instrumentos y jaulas ya que estos ácaros son capaces de vivir en el medio ambiente durante períodos prolongados (Luciano, 2008; De León-Hurtado, 2013). El tratamiento puede ser breve y eficaz si se aborda la enfermedad en sus primeras etapas, es decir, cuando se observan pequeños depósitos amarillo-parduzcos en el fondo de la oreja (FAO, 1996). Si la terapia se inicia en una fase avanzada de la infestación, es probable encontrarse con la presencia de infecciones bacterianas secundarias en las lesiones no tratadas, causadas generalmente por *Pasteurella multocida*, *Streptococcus spp* y *Staphylococcus spp*, las cuales agravan la signología y retrasan la curación, por lo que será necesario combinar la terapia antiparasitaria con antibióticos de amplio espectro administrados por vía parenteral; debido a la alta morbilidad de esta parasitosis, es esencial tratar no solo a los conejos visiblemente infestados, sino también a aquellos en jaulas adyacentes, aunque no presenten signos, asimismo, es crucial prestar atención a las jaulas y nidos, ya que estos lugares son ideales para el anidamiento del parásito (Papeschi, 2009, 2010; Dávila-Vaca, 2018).

Tiempo atrás se utilizaba el azufre como acaricida, pero más adelante para el tratamiento de la sarna psoróptica se comenzó a disponer de diversos fármacos, tanto de uso local como sistémico, estos productos tópicos otológicos son, por lo general, a base de rotenona, diclorofeno, piretroides, asuntol o alugan, fluralaner, amitraz,

diazinón, flumetrino fomix, permetrina, carbaryl, entre otros; frecuentemente combinados entre ellos; y se recomienda su uso sólo en animales con el tímpano intacto, con el fin de evitar que el fármaco llegue al oído medio o interno; estos fármacos de vía tópica, proporcionan resultados positivos tras su administración, su manejo es seguro ya que no generan resistencias ni alteraciones secundarias, sin embargo, se deben aplicar en varias dosis, sobre una piel húmeda y libre de costras o suciedad; además, carecen de efecto residual, por lo que es posible que se genere una reinfestación si no se adoptan las medidas preventivas necesarias (Vázquez *et al.*, 2006; Papeschi, 2009; De León-Hurtado, 2013; Sheinberg *et al.*, 2017; Nogales, 2020).

Se considera más práctico y eficaz el suministro sistémico de avermectinas (ivermectina, moxidectina, doramectina, selamectina) por vía subcutánea, ya que estas actúan sobre los ácaros al interferir con la clausura de sus canales de cloro, causando una hiperpolarización de la membrana celular y bloqueando la transmisión de señales nerviosas, lo que resulta en la parálisis y muerte del parásito; además, la ivermectina, a altas concentraciones, actúa como antagonista del neurotransmisor GABA (ácido gama-aminobutírico), cuyos receptores, en el ácaro, están localizados en el Sistema Nervioso Periférico; las avermectinas no tienen la capacidad de atravesar la barrera hemato–encefálica, lo que las hace seguras ya que al no atravesarla, no afecta los receptores de GABA en el cerebro, puesto que, en los mamíferos se hallan en el Sistema Nervioso Central que está protegido por dicha barrera, de esta forma se puede observar una mejoría a partir del tercer día (Vázquez *et al.*, 2006; Kurtdede *et al.*, 2007; Papeschi, 2009; León-Hurtado, 2013; Moonarmart *et al.*, 2018; Nogales, 2020).

Por ello la ivermectina es considerada la terapia más viable, principalmente administrada por vía subcutánea a dosis de 200 y 400 µg/kg; algunos productores consideran erróneamente que una dosis única es suficiente y no toman en cuenta que carece de un efecto ovicida y por ello una única dosis no basta para tratar la infestación de manera efectiva, por lo que actualmente se buscan alternativas que permitan reducir el número de dosis con el fin de disminuir el costo del tratamiento y mitigar el estrés asociado con la administración del fármaco, por otro lado, aunque el

tratamiento con ivermectina es altamente eficaz, es esencial considerar que su uso repetido puede conducir al desarrollo de resistencias parasitarias, además debido a su elevada potencia, su uso debe moderarse en las producciones, ya que, debe respetarse un periodo de retiro antes de que los animales tratados puedan ser consumidos (FAO, 1996; Kurade *et al.*, 1996; Luciano, 2008; Nogales, 2020).

Es común observar que los productores opten por tratar de la sarna mediante el uso de acaricidas (piretroides, carbamatos, formamidinas, avermectinas, organofosforados, hidrocarburos clorados), a pesar de que algunos como los organofosforados, no deberían usarse directamente en un conejo, ya que pueden causar efectos adversos en estos animales debido a su alta toxicidad, en consecuencia se han explorado alternativas como insecticidas minerales y vegetales que se aplican directamente sobre las costras, como la mezcla de azufre y aceite vegetal que ha sido un remedio empleado durante años, aunque posee el inconveniente de irritar la piel en la zona tratada ralentizando su curación (Metaute, 2005; Vázquez *et al.*, 2006). Por ello, actualmente se están estudiando métodos alternativos para contrarrestar la sarna psoróptica, tanto en el campo fitoterapéutico utilizando extractos de plantas (*Matricaria camomilla*, *Lavandola angustifolia* y *Artemisa verlotorum*), como en el campo micológico, mediante la utilización de los hongos entomopatógenicos (*Metarhizium anisopolia*) (Papeschi, 2009); así como con extractos de proteínas procedentes de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, que han demostrado tener efectos acaricida contra el ácaro en ensayos *in vitro* (Dunstand-Guzmán *et al.*, 2015). Por último, los tratamientos se pueden complementar con vitaminas esenciales (como la vitamina A) y Zinc, que ayudan a corregir el desequilibrio oxidativo que se produce por la administración de ivermectina, proporcionando antioxidantes y acelerando la recuperación clínica del conejo, es fundamental mencionar que el tratamiento de esta enfermedad no tendrá éxito si no se ejecutan las correctas medidas de prevención y control (Nogales, 2020).

#### **6.6.10.2. Alternativas naturales**

En la actualidad, el uso de fármacos para el control de parásitos como los artrópodos presenta varios problemas, entre ellos la resistencia, el daño ambiental y la preocupación por la toxicidad de muchos acaricidas, esto limita su uso y reduce el

número de productos seguros y eficaces disponibles; esta situación ha impulsado la investigación en busca de nuevos compuestos eficaces; como los compuestos naturales activos derivados de plantas podría aumentar el repertorio de agentes quimioterapéuticos disponibles, disminuyendo así la frecuencia de fenómenos de resistencia de los artrópodos patógenos y proporcionando fármacos alternativos con mayor aceptación, especialmente en términos de seguridad ambiental (Fichi *et al.*, 2007; Shang *et al.*, 2016; Guo *et al.*, 2017; García-Carmona *et al.*, 2023); puesto que en las últimas décadas se ha observado una auténtica revolución en la medicina, volviendo al uso de las plantas ancestrales y productos naturales, como lo son la miel y los aceites esenciales, los cuales son potenciales alternativas terapéuticas económicas y eficaces contra numerosas y diversas enfermedades infecciosas o infestaciones parasitarias, este cambio se debe en gran medida a la rápida aparición de nuevas cepas microbianas resistentes a los antibióticos y otros compuestos (Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2006; Reyes-de-Fuentes & Fernández-Da-Silva, 2014; Usano-Aleman *et al.*, 2014).

#### **6.6.10.2.1. Miel**

La miel se define como una sustancia dulce y natural producida por las abejas (principalmente *Apis mellifera*), las cuales elaboran a partir del néctar de las flores y secreciones de plantas que recolectan, las transforman y combinan con sus propias enzimas específicas, posteriormente, depositan la mezcla en los panales, donde la deshidratan, almacenan y dejan madurar y añejar (Lavandera-Rodríguez, 2011; Urruchi-Rey-Sánchez, 2012; García-Chaviano *et al.*, 2022). La miel ha sido utilizada por diversas culturas a lo largo de milenios debido a sus propiedades nutritivas y medicinales, ya que posee una notable acción antimicrobiana, incluso cuando está diluida, su capacidad antibacteriana es altamente efectiva comparada con los antisépticos de uso común, esto gracias a su alto contenido de azúcares y su efecto osmótico, que inhibe el crecimiento microbiano y promueve la curación sin efectos adversos (Ulloa *et al.*, 2010; Cauich-Kumul *et al.*, 2015; García-Felipe, 2019).

La miel de abeja es una solución viscosa que contiene una variedad de moléculas, incluyendo fructosa y glucosa (>60%), agua (<20%), cenizas (<0.6%), proteínas y aminoácidos (<0.6%), así como trazas de enzimas, entre otras sustancias como

compuestos fenólicos y diversos oligoelementos como hierro, azufre, calcio, potasio, sodio, magnesio, fósforo, zinc, cobre y manganeso; cada uno de estos componentes aporta propiedades nutricionales y medicinales únicas a la miel y actúan sinérgicamente para ofrecer una variedad de beneficios; es importante destacar que las propiedades físicas y la composición química de la miel pueden variar en función de las plantas de donde las abejas recolectan el néctar (Lavandera-Rodríguez, 2011; Otero-Salinas *et al.*, 2017; García-Chaviano *et al.*, 2022). Las mieles producidas por especies de abejas sin aguijón presentan una mayor humedad y una menor concentración de azúcares reductores (que ayudan a mantener la estabilidad y a prevenir el crecimiento de microorganismos debido a su alta osmolaridad) en comparación con la miel de *Apis mellifera*; en el caso de *Tetragonisca angustula* posee niveles mayores de acidez y minerales en contraste con la de *Apis mellifera*; por otro lado, la miel de *Melipona beecheii* contiene una reducida cantidad de proteína y sacarosa aparente en comparación con la de *Apis mellifera*; todas estas variaciones en la composición de las mieles pueden estar relacionadas con las necesidades nutricionales de cada especie (Mendieta-Carillo, 2002; Cauich-Kumul *et al.*, 2015).

La miel presenta una variedad de parámetros físicos como el color, pH, actividad enzimática, contenido de cenizas, conductividad eléctrica e incluso el sabor; estas propiedades varían en función de las especies de abejas, origen geográfico y presencia de impurezas, por ello el color de la miel puede oscilar desde casi incoloro hasta tonos ámbar, llegando a tonos negros, a veces con una luminosidad amarilla, verdosa o rojiza, esta variación se debe al contenido de minerales, polen y compuestos fenólicos, y está influenciada por la composición de aminoácidos libres, antocianinas, carotenos, xantofilas, flavonas, flavanonas y flavonoles, así como por la presencia de alcaloides que afectan la atracción entre diferentes polinizadores (Mendieta-Carillo, 2002; Ulloa *et al.*, 2010; Otero-Salinas *et al.*, 2017). El contenido ácido de la miel está determinado por la presencia de ácido glucónico, el cual, junto con la prolina, contribuye a su sabor característico; este ácido se forma mediante la oxidación enzimática de la glucosa, la cual está en equilibrio dinámico con la  $\delta$ -gluconolactona (glucono delta-lactona); la cantidad relativa de este ácido depende del pH de la miel; otros ácidos predominantes en la miel incluyen el ácido fórmico,

succínico, acético, málico, cítrico, oxálico, tartárico, piroglutámico,  $\alpha$ -cetoglutámico y pirúvico (Cauich-Kumul *et al.*, 2015; García-Chaviano *et al.*, 2022).

La viscosidad de la miel depende de su temperatura y humedad que deben ser idealmente alrededor de 24°C con menos del 20% de humedad ya que al exceder esta cantidad podría propiciar procesos fermentativos, además, el contenido de agua influye significativamente en el color y peso específico; a diferencia de los edulcorantes artificiales o procesados, la miel posee la capacidad de cristalización, lo cual no solo afecta su textura, sino también su apariencia y la experiencia sensorial al consumirla; el pH de la miel por su parte sirve como un indicador de pureza o estado natural, y varía dependiendo de la geografía del área de origen, oscilando en aproximadamente 3.5 - 4.5; también genera una mayor oxigenación de la sangre, lo que favorece la reparación tisular; por último, favorece las propiedades antisépticas, por la presencia del sistema gluconolactona/ácido glucónico que se forma como resultado de la actividad enzimática durante el proceso de transformación del néctar en miel por parte de las abejas (Urruchi-Rey-Sánchez, 2012; Otero-Salinas *et al.*, 2017; García-Felipe, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022)

Actualmente, la medición de la conductividad eléctrica ha reemplazado el análisis de cenizas en estudios de rutina, proporcionando información detallada sobre los distintos orígenes de la miel; este parámetro se ve influenciado por la presencia de iones inorgánicos, ácidos orgánicos, proteínas, azúcares complejos y polioles; las mieles florales reportan valores que oscilan entre 0.1 y 0.7 mS/cm (milisiemens), existiendo una relación lineal con el contenido de cenizas; es fundamental que la miel esté exenta de metales pesados, los cuales pueden ser perjudiciales para la salud, así como cumplir con los límites máximos de residuos de pesticidas establecidos por el Codex Alimentarius para garantizar su calidad y seguridad (Ulloa *et al.*, 2010; García-Chaviano *et al.*, 2022).

Los hidratos de carbono presentes en la miel son principalmente fructosa (35-40 g/100 g), glucosa (30-35 g/100 g), sacarosa (5-10 g/100 g) y maltosa (7.3 g/100 g); diversos métodos de análisis y separación de azúcares revelan la presencia de más de treinta tipos diferentes en la miel, incluyendo disacáridos y trisacáridos; su valor energético oscila entre 294 y 320 Kcal/100 g, determinado principalmente por la

glucosa y la fructosa; esta composición confiere a la miel una alta presión osmótica, y la glucosa presente puede facilitar la absorción de minerales como calcio, magnesio y zinc (Ulloa *et al.*, 2010; García-Chaviano *et al.*, 2022). La miel contiene proteínas en concentraciones bajas que varían según su origen; en mieles monoflorales, se han registrado niveles de aproximadamente 0.85 g/100 g, además de las proteínas, los aminoácidos y enzimas también contribuyen al contenido nitrogenado de la miel, se han identificado entre 11 y 21 aminoácidos diferentes, destacando prolina, ácido glutámico, alanina, fenilalanina, tirosina, leucina e isoleucina en concentraciones significativas; las enzimas, mayormente aportadas por las abejas durante el proceso de maduración del néctar en miel, son responsables de la compleja composición de este producto, también contiene vitaminas, lípidos, flavonoides, minerales, ácidos orgánicos, carotenoides y compuestos fenólicos, sumando aproximadamente 181 compuestos en total (Urruchi-Rey-Sánchez, 2012; Cauich-Kumul *et al.*, 2015; García-Chaviano *et al.*, 2022).

La AW (water activity o actividad del agua) es la concentración mínima de agua necesaria en el entorno de un microorganismo para que pueda reproducirse, la miel genera un ambiente con bajo contenido de agua y alta concentración de azúcares provocando un efecto que procede de los monosacáridos, esencialmente fructosa y glucosa (alta osmolaridad), lo que provoca que el plasma y la linfa se desplacen fuera del tejido hacia la solución, inhibiendo el crecimiento bacteriano al reducir la AW del sustrato, la linfa, además, proporciona nutrientes al tejido; la miel atrae macrófagos que participan en la limpieza de la herida, acelerando la eliminación de tejido desvitalizado, necrótico o gangrenoso, y proporciona una fuente local de energía mientras forma una capa proteica protectora sobre la herida, también posee propiedades desodorizantes, ya que las bacterias metabolizan la glucosa en lugar de aminoácidos, produciendo ácido láctico en lugar de compuestos malolientes como amonio, aminos y compuestos azufrados (Lavandera-Rodríguez, 2011; Otero-Salinas *et al.*, 2017; García-Felipe, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022).

En los últimos años, ha habido un aumento de nuevos fármacos que promueven la restauración de tejidos, pero suelen tener un costo elevado y requieren personal capacitado para su aplicación, por otro lado, la miel puede utilizarse para tratar



cualquier herida séptica, independientemente de su localización, y es eficaz contra cualquier microorganismo que pueda colonizar una herida, gracias a sus propiedades desodorizantes y limpiadoras, la miel favorece la cicatrización de las heridas, promoviendo la epitelización y formación de tejido de granulación, facilitando un cierre temprano de las heridas, lo que indica una evolución favorable en heridas sépticas; acelera la cicatrización mediante la promoción de la división celular, la síntesis y maduración del colágeno, la contracción y epitelización de la herida, y la mejora del equilibrio nutricional, también posee un factor antibacteriano debido a su alto contenido de peróxido de hidrógeno, azúcares, ácidos orgánicos y una elevada concentración de antioxidantes que protegen los tejidos de los radicales libres; así mismo se le han atribuido propiedades antiinflamatorias, como la reducción del edema, exudado y dolor local, además, su acidez beneficia la acción antibacteriana de los macrófagos, ya que un pH ácido dentro de las vacuolas está relacionado con la lisis bacteriana, al tiempo que disminuye la formación de amonio tóxico, así, la acidificación contribuye a la cicatrización de las heridas (Cauich-Kumul *et al.*, 2015; Otero-Salinas *et al.*, 2017; García-Felipe, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022).

Además de su acción antibacteriana natural eficaz contra la mayoría de las heridas infectadas, la miel exhibe propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y de desbridamiento; el mecanismo que permite la reducción de la inflamación está vinculado con los antioxidantes que posee (principalmente flavonoides y ácidos fenólicos, además de azúcares, proteínas, aminoácidos, carotenos y ácidos orgánicos), los cuales neutralizan los radicales libres generados durante esta etapa, disminuyendo así el estrés oxidativo y en consecuencia, el proceso inflamatorio; además, la miel reduce los niveles de prostaglandinas, que son las principales mediadoras de la inflamación, y que junto con la eliminación de bacterias infecciosas que estimulan la respuesta inflamatoria, se produce una disminución de la misma; cada uno de los componentes de la miel actúan en conjunto para lograr la cicatrización total de las heridas (García-Felipe, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022).

Actualmente se ha demostrado ser eficaz contra cepas bacterianas resistentes a los antibióticos ya que puede inhibir gran cantidad de microorganismos patógenos entre los que destacan *Escherichia coli*, *Shigella spp.*, *Helicobacter pylori*,

*Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp* y *Streptococcus pyogenespylori* (Otero-Salinas *et al.*, 2017). Esto gracias a que en las soluciones de miel se encuentra presente el peróxido de hidrógeno, un compuesto con propiedades desinfectantes y antibacterianas, generado a través del sistema glucosa oxidasa/catalasa; la glucosa oxidasa actúa sobre la glucosa, produciendo peróxido de hidrógeno, el cual es posteriormente descompuesto por la catalasa en oxígeno y agua, reduciendo su toxicidad para las células del cuerpo; además de su acción directa contra las bacterias, la miel tiene efectos beneficiosos que incluyen la estimulación de la producción de linfocitos y citoquinas, así como el fortalecimiento del sistema inmunológico (Cauch-Kumul *et al.*, 2015; García-Felipe, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022).

Cabe destacar que la miel monofloral generalmente exhibe una mayor capacidad antibacteriana en comparación con la miel multifloral; en cuanto a las propiedades antivirales se ha mostrado que es efectiva en el manejo del dolor y otros signos, y puede llegar a reducir su capacidad de proliferación sin embargo, no existe la suficiente información al respecto; por último, aunque la miel no se emplea principalmente como acaricida, sus beneficios para la piel al ser aplicada en heridas o afecciones cutáneas provocadas por ácaros, pueden mitigar la inflamación y ayudar a prevenir o controlar infecciones secundarias, gracias a sus propiedades antibacterianas y antiinflamatorias, además, la elevada concentración de azúcares en la miel crea un ambiente osmóticamente desfavorable para numerosos microorganismos y parásitos, incluyendo algunos ácaros, aunque esta no constituye una propiedad acaricida directa (Cauch-Kumul *et al.*, 2015; García-Felipe, 2019; Saz-Peiró, 2019; García-Chaviano *et al.*, 2022).

#### **6.6.10.2.2. Aloe vera**

El aloe vera es una planta de hojas elongadas, carnosas y ricas en agua, perteneciente al reino *Plantae*; división: *Magnoliophyta*; clase: *Liliopsida*; orden: *Liliales*; familia: *Liliaceae*; género: *Aloe*; especie: *Aloe Barbadensis (Miller)*; esta planta alcanza una altura de 50 a 70 cm, y sus hojas que poseen los bordes espinosos dentados están agrupadas hacia el extremo, con tallos de 30 a 40 cm de longitud; sus flores son tubulares, colgantes color amarillo; esta planta es xerófila, adaptada para

vivir en áreas con poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos especializados para el almacenamiento de agua (Vega *et al.*, 2005; Ferraro, 2009). Es considerada de gran interés medicinal, ha sido utilizada durante milenios, y se ha demostrado científicamente que solo cuatro de las aproximadamente 300 especies de Aloe presentan mayores propiedades medicinales, las cuales son, *Aloe barbadensis* Miller, *Aloe perryi* Baker, *Aloe ferox* y *Aloe arborescens*, sin embargo, el *Aloe barbadensis* Miller, comúnmente conocido como Aloe vera, es la especie más utilizada en la medicina curativa y la más popular a nivel mundial (Molero *et al.*, 2016).

Esta planta presenta una amplia gama de aplicaciones terapéuticas y ha sido utilizada durante años en el ámbito médico para el tratamiento del estreñimiento, quemaduras, infecciones y dermatitis; las hojas son la principal fuente de estos beneficios, ya que contienen la pulpa carnosa, mucílagos incoloros e inodoros, comúnmente conocidos como cristal o gel; este gel transparente constituye una de las tres capas de la hoja, está compuesta en un 99% por agua, con el 1% restante constituido por glucomananos, aminoácidos, lípidos, esteroides y vitaminas, esta estructura tiene propiedades cicatrizantes, antiinflamatorias, protectoras de la piel, además de presentar propiedades bactericidas, laxantes y desintoxicantes; la segunda capa, conocida acíbar, es una savia amarilla y amarga que contiene antraquinonas y glucósidos; y por último, la capa externa, o corteza, es gruesa y cumple funciones de protección y síntesis de carbohidratos y proteínas (Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2006; Ferraro, 2009; Molero *et al.*, 2016); el principal compuesto químico producido por Aloe vera es la aloína, que es considerado como el principio activo de la planta, y del cual deriva el nombre del género Aloe, que ha sido empleado como un marcador taxonómico para las especies de este género, su función principal en la planta es actuar como defensa alejando a posibles depredadores debido a su olor y sabor desagradable, también parece intervenir en el proceso de control de la evapotranspiración en condiciones de elevada insolación y sequía (Vega *et al.*, 2005; Molero *et al.*, 2016).

Diversas partes de la planta como las raíces, el tallo también son empleadas para el tratamiento de diversas afecciones, pero siempre destacan las hojas que contienen el gel anteriormente mencionado ya que es más apreciado por su contenido de más

de 100 compuestos bioactivos diversos, tales como vitaminas (A, C, E, B1, B2, B6, B12, ácido fólico y colina), minerales (calcio, cromo, cobre, selenio, magnesio, manganeso, sodio, potasio, fósforo, zinc, aluminio, bario, estroncio y hierro), azúcares (glucosa, fructosa, acemanano, entre otros), enzimas (amilasa, lipasa, bradiquinasa, catalasa, peroxidasa y superóxido dismutasa), aminoácidos (incluyendo los 20 aminoácidos presentes en el cuerpo humano y 7 de los 8 aminoácidos esenciales), esteroides (colesterol, campesterol,  $\beta$ -sitosterol y lupeol) y antraquinonas (como el ácido aloético); estos componentes son utilizados en el tratamiento de enfermedades como la diabetes, diversas afecciones gastrointestinales, y tumores, además de sus propiedades inmunológicas, ansiolíticas, hipoglucémicas, antioxidantes, antiinflamatorias, cicatrizantes, antivirales y antimicrobianas (Vega *et al.*, 2005; Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2006; Reyes-de-Fuentes & Fernández-Da-Silva, 2014).

Numerosas propiedades terapéuticas han sido atribuidas a esta planta, incluyendo su eficacia en el tratamiento de trastornos intestinales como el estreñimiento, donde actúa como antidisentérico, antihemorroidal, laxante, colerético y desinfectante, además, posee acciones cicatrizantes, antiinflamatorias, inmunoestimulantes, antivirales y antibacterianas, atribuibles a la presencia de compuestos como polisacáridos y saponinas que ayudan a combatir bacterias y otros microorganismos; por último destaca también su eficacia en el tratamiento de enfermedades dermatológicas, tales como dermatitis y psoriasis, así como en la mitigación de daños por irradiación, y aunque no es específicamente reconocido como un acaricida, sus propiedades pueden ser beneficiosas en el manejo de condiciones relacionadas con ácaros, control de infecciones secundarias y en el cuidado general de la piel afectada (Vega *et al.*, 2005; Rodríguez-Domínguez *et al.*, 2006; Molero *et al.*, 2016).

#### **6.6.10.2.3. Aceites esenciales**

Los aceites esenciales son complejas mezclas de compuestos derivados del metabolismo vegetal, predominantemente volátiles y principalmente constituidos por terpenoides, los cuales forman parte del metabolismo secundario de las plantas y son responsables de su aroma característico, además, estos compuestos pueden desempeñar roles ecológicos significativos, actuando como atrayentes de

polinizadores, repelentes de fitófagos, y poseen una actividad alelopática y antibacteriana, asimismo, pueden mantener el nivel hídrico de la planta; según la especie, un aceite esencial puede contener entre 50 y 300 compuestos químicos, pertenecientes a los grupos de hidrocarburos terpénicos, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, ésteres, compuestos fenólicos, fenilpropanoides, entre otros; las características químicas específicas de los aceites esenciales varían en función de la zona de cultivo, las condiciones ambientales, método de extracción empleado y la forma de almacenamiento del aceite (Ruiz *et al.*, 2015; Usano-Alemanly *et al.*, 2014; Requejo, 2020).

Esta sustancia biológica volátil compuesta de una base química de carbono, oxígeno e hidrógeno se obtiene de diversas partes de las plantas, árboles y arbustos mediante distintos métodos de destilación, y es extraída a través de los órganos secretores de la planta, como pelos glandulares, cavidades y canales glandulares; estos aceites esenciales desempeñan un papel ecológico crucial como atrayentes de polinizadores y dispersores de frutos y semillas; además pueden actuar como repelentes de insectos y forman parte de la defensa química de las plantas, además tienen relevancia comercial significativa en las industrias alimentarias, farmacéuticas, de sabores, fragancias, cosmética y de productos de aseo, asimismo, el uso de estos aceites se considera una opción eficaz para el control de insectos, hongos y nemátodos, ofreciendo una alternativa viable al uso de plaguicidas sintéticos y a pesar de que se les denomine aceites, no presentan la densidad ni la viscosidad característica de los mismos (Usano-Alemanly *et al.*, 2014; Ruiz *et al.*, 2015; Requejo, 2020).

Se ha investigado la actividad del aceite esencial de *Cinnamomum zeylanicum* (*Cinnamomum verum*) contra bacterias, virus y parásitos, sugiriendo su uso en el tratamiento de parásitos intestinales y cutáneos en humanos; se ha comprobado que *C. zeylanicum* y sus extractos presentan notables propiedades antimicrobianas y antiparasitarias, como lo reportado por Yust y Fung (2002), que evaluó su eficacia frente a *Helicobacter pylori* y *Listeria monocytogenes*; además, se ha reportado la actividad del aceite esencial contra dermatofitos y hongos relacionados con micosis del tracto respiratorio; también han demostrado su actividad antihelmíntica *in vitro* en

*Ascaris lumbricoides*, y sus componentes principales mostraron propiedades ovicidas y adulticidas contra el piojo (*Pediculus humanus capitis*) de la cabeza humana (Fichi *et al.*, 2007).

El aceite esencial de las hojas de *Cinnamomum zeylanicum* está compuesto por terpenos de bajo y medio peso molecular, incluyendo monoterpenos, sesquiterpenos y, en menor proporción, diterpenos; los cuales se sintetizan a partir de las cinco unidades de carbono del isopentenil pirofosfato (IPP), también conocido como isopreno; la biosíntesis de estos terpenos desempeña diversas funciones en el reino vegetal, especialmente en la protección contra infecciones, parásitos y otras condiciones de estrés, además de actuar como antisépticos y atrayentes de insectos para procesos de polinización (Usano-Aleman *et al.*, 2014). Los monoterpenos constituyen las moléculas predominantes, alcanzando hasta el 90% del aceite; algunos como el linalool, han mostrado una actividad acaricida *in vitro* contra el ácaro *P. cuniculi* al igual que el eugenol, un fenilpropanoide derivado de la fenilalanina que presenta una estructura basada en un anillo bencénico unido a una cadena de tres carbonos; ambos compuestos demostraron su acción interfiriendo con la transmisión de impulsos nerviosos en el ácaro tanto por contacto directo como por contacto a través de su fase de vapor; la actividad acaricida de linalool contra *P. cuniculi* también ha sido confirmada *in vivo* en conejos y cabras; la presencia de estos principios activos podría ser la razón de la notable actividad del aceite contra este ácaro (Fichi *et al.*, 2007; Usano-Aleman *et al.*, 2014; Shang *et al.*, 2019; Requejo, 2020; García-Carmona *et al.*, 2023).

Algunas resinas y complejas combinaciones de terpenos son liberadas por diversas plantas y árboles, actuando como agentes antimicrobianos, antifúngicos y antibacterianos contra una amplia gama de organismos que amenazan la supervivencia de las plantas (Requejo, 2020). Un estudio realizado por Fichi *et al.*, (2007) demostró que la eficacia *in vitro* de este aceite fue comparable a la de AcaCerulen R el fármaco de referencia utilizado en la investigación, a pesar de que se usaron concentraciones significativamente menores (0.16 a 10%) en comparación con las piretrinas (25%) presentes en AcaCerulen R; se realizó también un estudio *in vivo* en 18 conejos infectados experimentalmente, de los cuales seis conejos fueron

tratados con AcaCerulen R, seis no recibieron tratamiento, y seis fueron tratados con el aceite a una dosis de 2 ml con una concentración de 2.5%, asegurando que la cantidad de eugenol administrada (40.5 mg) fuera menor a 100 mg/24 h, que es la dosis tóxica por uso tópico en conejos; el tratamiento con el aceite esencial proporcionó una cura clínica en todos los conejos en ambos oídos a partir del séptimo día de tratamiento, al igual que el grupo de control tratado con el fármaco, resultando casi negativos para la presencia de ácaros y huevos de *P. cuniculi* antes de los 14 días; en cuanto al grupo de control no tratado, permaneció infectado hasta el final del ensayo, y las condiciones de los oídos izquierdos de tres conejos empeoraron (Fichi *et al.*, 2007; Shang *et al.*, 2019).

El único efecto secundario observado por el uso del aceite fue un enrojecimiento de los pabellones auriculares, presente en dos de los seis conejos tratados hasta 30 días después del tratamiento, causando prurito persistente que podría atribuirse a la alta toxicidad tópica del eugenol en esta especie, sin embargo, concentraciones menores (del 0.31 al 1.25%) a 2.5% de este aceite esencial resultaron igualmente eficaces *in vitro* en el estudio; esto sugiere la posibilidad de probar también estas concentraciones de aceite de *C. zeylanicum in vivo*, ya que podrían ser igualmente eficaces y más seguras para los animales tratados (Fichi *et al.*, 2007).

No se observaron diferencias significativas en el grado de infestación y los puntajes de lesiones en comparación con el grupo de control tratado; el ensayo *in vivo* confirmó la notable actividad acaricida de este aceite esencial, demostrando la misma eficacia tanto en presencia como en ausencia de costras en las orejas de los conejos infectados; esto es relevante, ya que el método de aplicación para tratamientos tópicos de sarna psoróptica, como en el caso de AcaCerulen R, a menudo recomienda la eliminación de costras antes del tratamiento, sin embargo, en ese estudio, tanto el aceite esencial como el fármaco mostraron que la presencia de costras no reduce su eficacia terapéutica; estos resultados indican que el aceite de *C. zeylanicum* podría ser una alternativa viable para el tratamiento tópico de la sarna psoróptica en conejos y sugieren la necesidad de realizar más estudios para evaluar su eficacia contra otros ácaros responsables de otacariasis, como *Otodectes cynotis* o en enfermedades

cutáneas causadas por *Sarcoptes scabiei*, en otras especies animales y en humanos (Fichi *et al.*, 2007; Shang *et al.*, 2019).

El orégano ha sido ampliamente utilizado como agente saborizante y aromatizante en la gastronomía y en la medicina tradicional en diversas naciones europeas y asiáticas desde tiempos ancestrales, debido a sus propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antipiréticas, antidiarreicas, antifúngicas, antihipertensivas, antimicrobianas, repelentes, antiespasmódicas, entre otras (Arcila-Lozano *et al.*, 2004); el aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) se compone principalmente por monoterpenoides y monoterpenos, los cuales han demostrado tener efectos antioxidantes, antimicrobianos y acaricidas, siendo el carvacrol, timol y p-cimeno los compuestos más destacados; los cuales también han mostrado una acción directa sobre *P. cuniculi* en su estadio adulto, según un estudio realizado por Shang *et al.* (2016), en el cual se evidencio la actividad acaricida del aceite tanto *in vitro* como *in vivo* (Requejo, 2020; García-Carmona *et al.*, 2023).

Se evaluaron las actividades acaricidas *in vitro* del aceite esencial de *Origanum vulgare* en concentraciones bajas (0.05, 0.02, 0.01 y 0.005%), además se midió la eficacia de sus compuestos, carvacrol (0.2 mg/ml), timol (0.1 mg/ml) y p-cimeno (1%); todos los diluidos en glicerina al 10%, y esta solución se aplicó a placas de cultivo que contenían 10 ácaros adultos obtenidos del cerumen del oído de conejos naturalmente infestados; realizando cinco réplicas para cada concentración del extracto; en cuanto a la actividad *in vivo*, se utilizaron veinte conejos infectados de forma natural con edades, pesos y puntuaciones clínicas similares, los cuales fueron divididos en cuatro grupos y se les administró vía tópica en la oreja derecha un tratamiento, al primer grupo se le aplicaron 2 ml de aceite esencial de *Origanum vulgare* al 5%, al segundo grupo 2 ml al 1%, mientras que el tercer grupo fue tratado con ivermectina (1%, control positivo), y los animales en el grupo de control negativo fueron tratados con 2 ml de glicerina al 50%; estos tratamientos se aplicaron tres veces en los días 0, 5 y 10 (Shang *et al.*, 2016).

Los resultados revelaron un efecto acaricida significativo contra *P. cuniculi* con una respuesta diferente dependiendo de la dosis y del tiempo; las concentraciones de *Origanum vulgare* al 0.05 y 0.02% eliminaron a todos los ácaros en 1 y 6 horas,



respectivamente, las concentraciones al 0.01 y 0.005% mostraron una mortalidad media del 84 y 48%, respectivamente a las 24 horas después de ser aplicados; por otro lado, los compuestos (carvacrol, timol y p-cimeno) que mostraron actividades acaricidas presentaron mortalidades medias de 84, 96 y 66%, respectivamente después de 24 horas; y como control positivo, la mortalidad a las 24 horas de la ivermectina fue del 100% contra *P. cuniculi*; estos resultados indicaron que los tres compuestos demostraron actividades acaricidas, pero fueron inferiores en comparación con el aceite esencial a las mismas o similares concentraciones, por lo tanto, se sugiere que estos compuestos pueden exhibir efectos acaricidas sinérgicos al actuar sobre los receptores GABA y octopamina de los ácaros (Shang *et al.*, 2016).

Después de los tres tratamientos (día 15), las orejas de los conejos tratados con *Origanum vulgare* al 5% y los tratados con ivermectina estaban libres de costras y ácaros, los conejos que recibieron la concentración al 1% presentaron únicamente pequeñas costras o secreciones mínimas en los canales auditivos, sin presencia de ácaros; el grupo de control no tratado permaneció infestado, su condición se deterioró y mostraron signos de caquexia; al día veinte, los conejos de todos los grupos de tratamiento mostraron un estado físico favorable, y no se encontraron ácaros ni costras en las orejas de estos animales, estos hallazgos sugieren que, tras un estudio más exhaustivo, el aceite esencial de *Origanum vulgare* podría ser ampliamente utilizado en el tratamiento de la acariasis en animales (Shang *et al.*, 2016; García-Carmona *et al.*, 2023).

Un caso similar se dio con el uso de extractos de *Rhododendron nivale* Hook. f. el cual es un arbusto perenne siempreverde que alcanza una altura de 30–120 cm y se distribuye en las áreas noreste y sureste de la Región Autónoma del Tíbet en China, así como en Nepal, India, Bután y Sikkim; en China, los brotes y hojas de esta planta se utilizan para prevenir la tos, expulsar flemas y tratar diversas enfermedades parasitarias; en 2017 se realizó un estudio similar al de *Origanum vulgare* donde se extrajeron extractos de brotes y hojas secas como extracto acuoso, etanol al 70%, acetato de etilo, cloroformo y éter de petróleo; también se obtuvo de brotes y hojas frescas el aceite esencial de *R. nivale*; para evaluar y comparar la actividad acaricida de sus diferentes extractos *in vitro*, todos ellos se diluyeron a una concentración de

25 mg/ml en una solución de glicerina al 10% y se utilizó una solución de glicerina al 10% como control negativo, además, se investigó la actividad acaricida del aceite esencial de *R. nivale* y de su compuesto principal,  $\delta$ -cadinene (Guo *et al.*, 2017).

Se estudiaron los componentes primarios en el aceite esencial de *R. nivale*, identificándose un total de 50 compuestos, que constituyen el 87.28% del aceite, en su mayoría terpenos, y entre estos, el compuesto mayoritario identificado fue el  $\delta$ -cadinene, que representó el 17.17% del aceite, seguido por T-muurolol (7.85%),  $\beta$ -eudesmol (7.79%),  $\alpha$ -eudesmol (6.15%) y T-cadinol (5.20%); se realizó una prueba adicional donde se demostró que el  $\delta$ -cadinene posee una actividad acaricida significativa contra *P. cuniculi*, ya que las mortalidades medias a las 24 horas de las tres concentraciones utilizadas (6.25, 3.13 y 1.56  $\mu$ l/ml) fueron del 100, 98 y 88%, esto se atribuye a su capacidad de bloquear la transmisión de señales nerviosas, afectando la motilidad y otras funciones vitales del ácaro (Usano-Alemanly *et al.*, 2014; Guo *et al.*, 2017; Requejo, 2020).

Para la prueba *in vitro*, se recolectaron y colocaron 10 ácaros adultos de conejos infectados de forma natural en cada placa de cultivo, aplicando a cada grupo su correspondiente extracto en un período total de 24 horas, realizándose cinco réplicas para cada extracto; todos los extractos mostraron efectos significativos pero, destacando el aceite esencial por su superior actividad acaricida, eliminando todos los ácaros en solo 9 horas; las tasas promedio de mortalidad a las 24 horas para los diferentes extractos aplicados en una concentración de 25 mg/ml fueron las siguientes: extracto acuoso 68%, extracto de etanol (al 70%) 72%, extracto de acetato de etilo 94%, extractos de cloroformo y éter de petróleo 100%, y aceite esencial 100% (Guo *et al.*, 2017).

Para evaluar la actividad acaricida del aceite esencial de *R. nivale in vivo*, se trataron quince conejos de Nueva Zelanda infestados de forma natural, de edades, pesos y puntuaciones clínicas similares y fueron divididos aleatoriamente en tres grupos para recibir tratamientos tópicos en la oreja derecha; al primer grupo se le administraron 2 ml de aceite esencial a una concentración de 16.67 mg/ml diluido al 50% con glicerina, los del segundo grupo fueron tratados con 2 ml de ivermectina al 1%, y por último los animales del grupo control recibieron 2 ml de glicerina al 50%;

estas sustancias se aplicaron tres veces en los días 0, 5 y 10; el aceite esencial mostró una actividad acaricida significativa ya que después de los tres tratamientos, en el día 15, la oreja derecha de los conejos tratados con el aceite esencial presentaba solo pequeñas costras o secreciones en el canal auditivo, mientras que el grupo de conejos tratados con ivermectina estaba completamente libre de costras, finalmente, en el día 20 todos ambos grupos de conejos estaban libres de costras y ácaros, mostrando un estado físico positivo, con movilidad normal, buen apetito y un pelaje en buen estado, mientras que el estado de los conejos en el grupo control no tratado se deterioró y presentando pérdida de peso; en resumen, estas pruebas demostraron que el aceite esencial de *R. nivale* y su principal compuesto,  $\delta$ -cadinene, tienen una actividad acaricida significativa contra *P. cuniculi*, por lo tanto, el aceite esencial posee una actividad acaricida significativa tanto *in vitro* como *in vivo* y podría aplicarse ampliamente como un agente acaricida potencial alternativo a los agentes acaricidas comerciales para el tratamiento de la acariasis en animales, especialmente en infestaciones resistentes a la ivermectina (Guo *et al.*, 2017; Requejo, 2020; García-Carmona *et al.*, 2023).

Además de las dos plantas ya mencionadas, también destaca la actividad biológica de *Eugenia caryophyllata*, también conocida como *Syzygium aromaticum* o vulgarmente como clavo, perteneciente a la familia *Myrtaceae* y originaria de la región tropical de Indonesia, ha sido ampliamente investigada en relación con diversos parásitos, se han estudiado sus propiedades antibacterianas mediante diferentes extractos, así como su eficacia antiviral; el aceite esencial de las hojas de *Eugenia caryophyllata* es ampliamente reconocido y utilizado por sus propiedades medicinales, entre las cuales destacan sus actividades antiséptica, analgésica, antibacteriana, antifúngica, anestésica y antimutagénica, entre otras (Moura-Mendes *et al.*, 2012; Agustín-Jiménez & White-Olascoaga, 2020). Este aceite esencial ha demostrado ser eficaz como repelente contra los mosquitos *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* y *Anopheles dirus*, y ha mostrado actividad insecticida contra *Pediculus capitis* y actividad acaricida contra *Dermatophagoides farinae* y *D. pteronyssinus* (Flamini *et al.*, 2007).

Debido a su reconocido uso medicinal, se han llevado a cabo estudios para evaluar sus propiedades acaricidas tanto *in vitro* como *in vivo* contra el ácaro de la sarna *Psoroptes cuniculi*, para lo cual, se aislaron ácaros de conejos infectados de forma natural y se colocaron en placas de Petri de 6 cm, con aproximadamente 100 ácaros adultos en cada una; el aceite esencial de *E. caryophyllata* se diluyó en concentraciones del 10 al 0.03% (10.0, 5.0, 2.5, 1.25, 0.62, 0.31, 0.16, 0.10, 0.06 y 0.03%) en aceite de parafina, y se agregaron directamente 2.5 ml de cada solución a las placas de Petri, de las cuales se realizaron seis réplicas para cada concentración; como control no tratado, se utilizaron seis placas de Petri que contenían únicamente 2.5 ml de aceite de parafina, por último, se emplearon otras seis placas como control tratado, a las cuales se les administraron 2.5 ml de un fármaco con 25% de piretrinas utilizado para el tratamiento tópico de la sarna psoróptica del conejo; todas las placas se colocaron en cámaras de humedad durante 24 horas, posteriormente, los ácaros se transfirieron a placas de Petri limpias que contenían 2.5 ml de aceite de parafina, y pasadas otras 24 horas se compararon los resultados de todas las cajas; el aceite esencial de *Eugenia caryophyllata* mostró *in vitro* una notable actividad acaricida contra *Psoroptes cuniculi*, en comparación con los controles no tratados, además, el porcentaje de mortalidad de los ácaros fue comparable a la eficacia del fármaco Acacerulen® utilizando concentraciones considerablemente menores a la de las piretrinas, con excepción de los porcentajes 0.10, 0.06 y 0.03%, los cuales no mostraron resultados significativos (Flamini *et al.*, 2007).

Para evaluar la eficacia *in vivo* del aceite esencial de *E. caryophyllata*, se infectaron experimentalmente 18 conejos, después de dos meses, los animales fueron divididos aleatoriamente en tres grupos de seis; el primer grupo fue tratado tópicamente con 2 ml de una solución de aceite esencial al 2.5%, asegurando una cantidad de eugenol (31.5 mg) menor a 100 mg/24 h, considerada la dosis tóxica por contacto en conejos, esta solución se aplicó en una mezcla compuesta por 98% de solución salina y 2% de aceite de parafina; otro grupo de seis conejos fue tratado con 2 ml de una mezcla compuesta por 98% de solución salina y 2% de aceite de parafina, actuando como grupo de control no tratado, y el último grupo fue tratado con 2 ml de Acacerulen R®, sirviendo como grupo de control tratado; todos los conejos recibieron dos tratamientos, al día cero y al día siete (Flamini *et al.*, 2007).

En los días 0, 7, 14 y 30 posteriores al inicio del tratamiento, se examinaron las orejas de los conejos con un otoscopio para evaluar la presencia de costras, y se observó que a partir del día 7 después del tratamiento, tanto el grupo tratado con *Eugenia caryophyllata* como el grupo de control tratado resultaron negativos para la presencia de ácaros y huevos de *Psoroptes cuniculi*, no se detectaron efectos secundarios relacionados con el tratamiento con el aceite esencial y no hubo diferencias significativas en cuanto al grado de infestación y los puntajes de lesión entre estos grupos, en contraste, el grupo de control no tratado permaneció infestado hasta el final del ensayo, y en las orejas de tres conejos las condiciones clínicas empeoraron (Flamini *et al.*, 2007).

Se analizó la composición química del aceite esencial de *Eugenia caryophyllata*, y se determinó que los compuestos representativos de este aceite son el eugenol (59.3%) y el  $\beta$ -cariofileno (24.9%), este último también se evaluó a las mismas concentraciones utilizadas para el aceite esencial y se comparó con las placas de control no tratadas y tratadas, comprobándose que el principio activo  $\beta$ -cariofileno no mostró ninguna actividad acaricida en todas las concentraciones probadas, sin embargo, posee una actividad anestésica local, lo que podría reducir el prurito y ayudar en el tratamiento de forma indirecta, por otro lado, la actividad neuroinsecticida del eugenol ya ha sido demostrada, por lo que la presencia de este compuesto podría ser la razón de la notable actividad acaricida contra *Psoroptes cuniculi* mostrada tanto *in vitro* como *in vivo* por este aceite esencial; lo que indica que podría representar una posible alternativa para el tratamiento tópico de la sarna psoróptica en conejos y sugiere la necesidad de realizar más estudios para evaluar su eficacia también en otros ácaros responsables de otoacarosis (Flamini *et al.*, 2007; Shang *et al.*, 2019; Requejo, 2020; García-Carmona *et al.*, 2023)

#### **6.6.10.2.4. Extractos naturales**

Diversos estudios previos han evaluado la actividad acaricida de ciertos extractos naturales provenientes de plantas como *Adonis coerulea* Maxim, *Ailanthus altissima*, *Eupatorium adenophorum*, *Peganum harmala* L., entre otros, donde han demostrado una notable eficacia contra *P. cuniculi* y otros ácaros en conejos; esto se atribuye a la presencia de compuestos bioactivos predominantes tales como terpenoides,

flavonoides, compuestos fenólicos fenilpropanoides y alcaloides, los cuales ejercen su actividad insecticida mediante la inducción de efectos neurotóxicos que interfieren con el sistema nervioso de los ácaros, provocando parálisis (Nong *et al.*, 2013; Gu *et al.*, 2014; Guo *et al.*, 2016; Shang *et al.*, 2017).

Se ha demostrado que los principales ingredientes activos de *E. adenophorum* son monoterpenoides, flavonoides y compuestos fenólicos fenilpropanoides, los cuales se concentran principalmente en las hojas y raíces de la planta; a pesar de la buena eficacia clínica observada con los extractos de *E. adenophorum* contra *P. cuniculi*, se ha reportado que tiene efectos hepatotóxicos en roedores lo que podría limitar su desarrollo como agente acaricida, por lo que se requieren investigaciones adicionales para aislar los compuestos acaricidas activos y evaluar tanto su eficacia como sus posibles toxicidades; y al igual que el caso del extracto de corteza de *A. altissima* se demostró una excelente actividad acaricida contra *P. cuniculi*, *in vitro*, pero son necesarios algunos estudios para identificar el compuesto activo del extracto y evaluar la seguridad y eficacia más amplia de este compuesto en ensayos clínicos (Nong *et al.*, 2013; Gu *et al.*, 2014).

En el análisis de *Adonis coerulea Maxim* reveló que los flavonoides son los componentes predominantes, como la isoorientina, luteolina y apigenina, posteriormente, se evaluó la toxicidad de estos compuestos tanto *in vitro* como *in vivo* para apoyar los usos clínicos de esta planta, sin embargo, es necesario profundizar más en el tema ya que la apigenina y la luteolina presentaron una citotoxicidad moderada *in vitro*; además los tres compuestos individualmente resultaron ser poco efectivos contra *P. cuniculi*, lo que sugiere que estos compuestos podrían no ser activos por sí solos o que podrían exhibir efectos sinérgicos o aditivos (Shang *et al.*, 2017). Por último, en cuanto a *Peganum harmala L.*, los resultados indicaron que, contiene como posibles agentes acaricidas a la vasicina, harmalina y harmina, tres alcaloides que exhibieron una marcada toxicidad contra *Psoroptes cuniculi* y tienen el potencial de ser utilizados ampliamente en el tratamiento de la acariasis en animales y podrían servir como medicina alternativa y terapia adyuvante junto con ivermectina para tratar la sarna en animales tópicamente, se requieren estudios adicionales para

investigar las relaciones estructura-actividad asociadas con la actividad y mecanismo acaricida (Guo *et al.*, 2016; García-Carmona *et al.*, 2023).

## 7. CONCLUSIÓN

La creciente resistencia a tratamientos convencionales para la sarna psoróptica en conejos ha impulsado la búsqueda de alternativas naturales, que han demostrado ser prometedoras y sostenibles, como la miel y aloe vera, que, aunque no son acaricidas, mejoran la recuperación por sus propiedades antimicrobianas, cicatrizantes y antiinflamatorias; al igual que, los aceites esenciales, como el de *Eugenia caryophyllata*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Origanum vulgare* y *Rhododendron nivale*, que han mostrado eficacia acaricida en bajas concentraciones, siendo el clavo (*Eugenia caryophyllata*) el más rápido en su acción, además, extractos naturales como los de *Adonis coerulea Maxim*, *Ailanthus altissima*, *Eupatorium adenophorum*, y *Peganum harmala* también han demostrado potencial acaricida, aunque aún requieren más estudios para confirmar su seguridad y efectividad, destacando la importancia de seguir desarrollando alternativas para un manejo integral y seguro de la sarna, con esto se podría favorecer la salud y producción en la cunicultura.



## LITERATURA CITADA

- Aceves, A., Madai, A. & Moreno-Avalos, S. (2021). *Principales razas de conejos productores de carne en México*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón, Coahuila, México.
- Agustín-Jiménez, M. I. & White-Olascoaga, L. (2020). El clavo de olor, un viejo conocido. *Revista Universitaria Ciencias*, 26-27.
- Alpizar-Bonilla, J. F. (2006). *Alimentos para Conejos. Aspectos básicos de alimentación para la producción intensiva*. Engormix. Recuperado en marzo de 2024 [https://www.engormix.com/cunicultura/vitaminas-minerales-conejos/alimentos-conejos-aspectos-basicos\\_a26578/](https://www.engormix.com/cunicultura/vitaminas-minerales-conejos/alimentos-conejos-aspectos-basicos_a26578/)
- Al-Soufi, S., Sevilla, L., García, J., López-Alonso, M. & Cegarra, E. (2023). Los productores analizan la realidad de sus explotaciones con el objetivo de intentar reducir el uso de antibióticos. *Cunicultura info*, 2-25.
- Amaro, I. B. (2020). Evaluación Económica de pérdidas por enfermedades en bovinos: métodos de valoración de pérdida. *Centro de Investigación en Economía y Prospectiva*, 1-5.
- Anziani, O. S., Suarez-Archilla, G., Muchiutt, S., Cooper, L. & Scandolo, D. (2014). Sarna psoróptica bovina, el regreso de un viejo enemigo al área central de la Argentina. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-6.
- Arcila-Lozano, C. C., Loarca-Piña, G., Lecona-Uribe, S. & González de Mejía, E. (2004). El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de nutrición*, 54(1), 100-111.
- Astorga, R., Maldonado, A., Arenas, A., Tarradas, C., Luque, I. & Perea, A. (1997). La Pasteurellosis del conejo. *Lagomorpha: revista de la Asociación Española de Cunicultura*, (94), 33-38.
- Babaahmady, E. (2016). Un caso clínico de sarna sarcóptica en el ganado ovino. REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 17(11), 1-9.
- Barres, A., García-Romero, C., Aragonés, J., Barragán, A. & Selva, L. (2020), Dermatofitosis en conejos, *CuniNews*, 49-54.
- Bautista-Hernández, M. A., Escobar-Salazar, L. E. & Gómez-Soto, J. G. (2021). Cunicultura una alternativa en la seguridad alimentaria en zonas periurbanas de México. *Cunicultura*, 1-11.
- Bisang, R., Campi, M. & Cesa, V. (2009). Biotecnología y desarrollo. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, 11-58.

- Cabello-Ruiz, E. D., Molina-Salinas, G. M., Torres de la Cruz, V. M., Núñez-González, M. A., Oranday-Cárdenas, A., Verde-Star, M. J., Martínez de Villarreal, L. E. & Rivas Morales, C. (2015). Actividad antimicrobiana del extracto proteico de hojas de Aloe vera. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 46(1), 41-46.
- Cabrero-Niubó, M. & Riera-Tort, A. (2008). *Manejo y tratamiento de los animales exóticos*. Barcelona: Ediciones Mayo, S.A.
- Camacho-Pérez, A., Bermejo-Asensio, L. A., Viera-Paramio, J. J. & Mata-González, J. (2010). Manual de cunicultura. *Universidad de la Laguna, Escuela Técnica Superior De Ingeniería Agraria*, 4-88.
- Camprubí i Font, Q. (1984). Enterotoxèmia, enfermedad de salida. *Boletín de Cunicultura*, (28), 20-21.
- Cantero-Barroso, D., Brown-Vega, W., González-Álvarez, M., Fernández-Triana, I. & Valdez-González, A. C. (2021). Inocuidad alimentaria versus residuos de medicamentos de uso veterinario: Un acercamiento a la panorámica actual. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 31(1), 229-250.
- Capera-Tole, L. (2019). *Diseño e implementación de un plan sanitario adecuado a la granja conejos bosque nativo del municipio de Pasca, Cundinamarca vereda Guchipas*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ciencias Agropecuarias Programa de Zootecnia, Fusagasugá.
- Carabaño, R., Rebollar, P. G., Gómez-Conde, M. S., Chamorro, S., García, J. & de Blas, C. (2005). Nuevas tendencias en la alimentación de conejos: Influencia de la nutrición sobre la salud intestinal. *FEDNA*, 113-129.
- Carulla, P., Ramón, A., Villagrà, A. & Estellés, F. (2021). Estrés térmico en cunicultura y herramientas de mitigación. *Boletín de cunicultura*, (201), 20-22.
- Castanheira de Matos, R. E. (2014). *Computed Tomography of Clinical and Subclinical Middle Ear Disease in Domestic Rabbits (Oryctolagus cuniculus)*. (Tesis inédita de maestría). Universidad de Lisboa Facultad de Medicina Veterinaria, Lisboa, Portugal.
- Castro-García, L. & Saldivia-Paredes, M. (2020). Eficacia comparada de tres fármacos acaricidas utilizados en el tratamiento de otocariasis por *Otodectes cynotis* en gatos domésticos de Puerto Montt, región de Los Lagos, Chile. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(41), 91-105. doi: <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss41.9>

- Cauch-Kumul, R., Ruiz-Ruiz, J. C., Ortíz-Vázquez, E. & Segura-Campos, M. R. (2015). Potencial antioxidante de la miel de *Melipona beecheii* y su relación con la salud: una revisión. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 32(4), 1432-1442.
- Celis, A., Mendoza, C., Pachón, M., Cardona, J., Delgado, W. & Cuca, L. E. (2008). Extractos vegetales utilizados como biocontroladores con énfasis en la familia Piperaceae. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 26(1), 97-106.
- Conejo-Fernández, A., Martínez-Roig, A., Ramírez-Balza, O., Álvez-González, F., Hernández-Hernández, A., Baquero-Artigao, F., Alfayate-Miguélez, S., Piñeiro-Pérez, R., Cilleruelo-Ortega, M. J., Moraga-Llop, F., de Lucas Gonzales, R. & Calvo-Rey, C. (2016). Documento de consenso SEIP-AEPap-SEPEAP sobre la etiología, el diagnóstico y el tratamiento de las infecciones cutáneas micóticas de manejo ambulatorio. *Revista de Pediatría y Atención Primaria*, 18(72), 149-172.
- Corpa, J. M. & Peris, B. (2005). La glándula mamaria cunícola aspectos histofisiológicos y productivos. *Boletín de cunicultura lagomorpha*, (142), 6-16.
- Cuore, U. (2006). Resistencia a los acaricidas, manejo y perspectivas. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*, 1-9.
- Curiel-Larrea, L. (2022). *Sistemas de alojamiento en la engorda de conejos y su rentabilidad mediante el indicador CASI*. (Tesis profesional). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Tecamachalco, Puebla.
- Dávila-Vaca, I. A. (2018). *Guía de manejo para conejos, orientada a problemas dermatológicos, etológicos y del aparato digestivo, aplicable en veterinarias de Quito, basada en una revisión sistemática bibliográfica*. (Tesis profesional). Facultad de Ciencias de la Salud, Quito Ecuador.
- De Blas, J. C., García, J. & Carabaño, R. (2002). Avances en nutrición de conejos. *Boletín de Cunicultura Lagomorpha*, (122), 6-16.
- De León-Hurtado, R. A. (2013). *Evaluación de la infusión de las hojas del árbol de nim (Azadirachta indica) elaborado en dos concentraciones para el tratamiento tópico de ácaros en conejos (Oryctolagus cuniculus)*. (Tesis inédita de doctorado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Dunstand-Guzmán, E., Peña-Chora, G., Hallal-Calleros, C., Pérez-Martínez, M., Hernández-Velázquez, V. M., Morales-Montor, J. & Flores-Pérez, F. I. (2015). Efecto acaricida y daño histológico inducido por extractos proteicos de *Bacillus thuringiensis* sobre el ácaro *Psoroptes cuniculi*. *BioMed Central Ltd*, 8(1).

- Egea de Prado, D. (1993). Fisiología de la reproducción en el conejo doméstico. *Boletín de Cunicultura*, (69), 44-49.
- Terrado-Margalef, M. (2011). *Guía de prácticas correctas de higiene para las explotaciones cunícolas*. Cataluña: Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (1996). *El conejo, Cría y patología*. Gob.Mx. Recuperado en marzo de 2024 <https://www.fao.org/3/t1690s/t1690s.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). *El conejo, cría y patología*. Roma. Recuperado en febrero de 2024 <https://www.fao.org/3/t1690s/t1690s.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). *Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares*. Roma. Recuperado en febrero de 2024 <https://www.fao.org/4/v5290s/v5290s00.htm#TopOfPage>
- Fattori, S. B. (2004). La miel: propiedades, composición y análisis físico-químico. *Beekeeping Technology and Bee Products Commission. Apimondia*, 7-240.
- Fenoll-Rejas, P., Josa-Mutuberría, J. M., Makowski-Zamora, M. & Alfaro-Calleja, P. (2017). Manejo básico de las especies en la clínica de pequeños animales. *Ateuves*, 2, 36-41.
- Ferraro, G. M. (2009). Revisión de la aloe vera (Barbadensis Miller) en la dermatología actual. *Revista argentina de dermatología*, 90(4).
- Fichi, G., Flamini, G., Zaralli, L. J. & Perrucci, S. (2007). Efficacy of an essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* against *Psoroptes cuniculi*. *Phytomedicine*, 14 (2-3), 227-231. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2006.01.004>
- Flamini, G., Fichi, G., Giovanelli, F., Otranto, D. & Perrucci, S. (2007). Efficacy of an essential oil of *Eugenia caryophyllata* against *Psoroptes cuniculi*. *Experimental Parasitology*, 115 (2), 168-172.
- Fuentes-Paredes, F., Mendoza-Yanavilca, R. A., Rivera-Rodríguez, R. & Vara-Márquez, M. D. (2010). *Guía de manejo y cuidado de animales de laboratorio: conejo*. Lima: Ministerio de Salud.
- García-Carmona, G. V., Sosa-Gutiérrez, C. G., Peláez-Acero, A., Rivero-Pérez, N., Zaragoza-Bastida, A. & Ojeda-Ramírez, D. (2023). Extractos de plantas y sus constituyentes como alternativa de tratamiento contra la sarna en conejos: Revisión de literatura. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 9(18), 5-11. doi: <https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9075>

- García-Chaviano, M. E., Armenteros-Rodríguez, E., del Carmen Escobar-Álvarez, M., García-Chaviano, J. A., Méndez-Martínez, J. & Ramos-Castro, G. (2022). Composición química de la miel de abeja y su relación con los beneficios a la salud. *Revista Médica Electrónica*, 44(1), 155-167.
- García-Felipe, S. (2019). La miel como alternativa a los tratamientos tópicos en el proceso de curación de quemaduras, heridas y úlceras. *Revista Ene de Enfermería*, 13(1), 1-27
- García-Montes, Y., Castro-García, M., López-Mantuano, M., Cardenas-Reyes, E. & Molina-Basurto, R. (2017). Efecto del extracto de hoja de Neem (*Azadirachta indica*) para control de ectoparásitos en perros. *Revista Científica*, 27(3), 154-161.
- Garduño-Millán, M. L., Montes de Oca, E. R., Reynoso-Patiño, M. A., Saldaña-Fernández, C., Barbosa-López, L. A., Cruz-León, A. & García-Matías, F. (2019). La cunicultura de traspatio como parte de las estrategias de seguridad alimentaria en Morelos, México. *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(2), 43-51.
- Garmendia, A. (2023). *Sector cunícola en declive*. Animanaturalis. Recuperado en febrero de 2024 <https://www.granjas.org/decadencia>
- Gaviria, A. & Cruz, J. M. (2018). Otitis media en el perro: diagnóstico, tratamiento quirúrgico y posibles complicaciones. Revisión. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(2), 179-189. doi: 10.15446/rfmvz.v65n2.75641
- Gomez-Soto, J. G. (2019). Situación de la producción cunícola en México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(2), 82-87.
- González-Fernández, E. M., Pérez-Rodríguez, C., Pérez-Martínez, Y. & Palacios-Díaz, J. A. (2018). Medicina Natural y Tradicional en Parasitología Médica. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 22(1), 49-58.
- Gu, X., Fang, C., Yang, G., Xie, Y., Nong, X., Zhu, J., Wang, S., Peng, X., Yan, Q. (2014). Acaricidal properties of an *Ailanthus altissimabark* extract against *Psoroptes cuniculi* and *Sarcoptes scabiei* var. *cuniculi* in vitro. *Experimental and Applied Acarology*. 62(2), 225-32. doi: <https://doi.org/10.1007/s10493-013-9736-0>
- Guo, X., Shang, X., Li, B., Pan, H., Zhang, J., Zhang, Y., Miao, X. (2016). Microwave-assisted extraction of three bioactive alkaloids from *Peganum harmala* L. and their acaricidal activity against *Psoroptes cuniculi* in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*. 192, 350-361. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.07.057>

- Guo, X., Shang, X. F., Li, B., Zhou, X. Z., Wen, H., Zhang, J. (2017). Acaricidal activities of the essential oil from *Rhododendron nivale* Hook. f. and its main compound,  $\delta$ -cadinene against *Psoroptes cuniculi*. *Veterinary parasitology*, 236, 51–54. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.01.028>
- Gutiérrez-García, G., Espinosa-Ayala, E. & Márquez-Molina, O. (2022). Evaluación de la sustentabilidad de la cunicultura de traspatio en el Estado de México mediante el método IDEA. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-11. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.946>
- Halabí-Jechan, M. T. (2009). *Descripción de estómago e intestino delgado de conejo (oryctolagus cuniculus) para su comparación con estómago e intestino delgado de perro*. (Tesis de licenciatura). Universidad De Chile Facultad De Ciencias Veterinarias Y Pecuarias Escuela De Ciencias Veterinarias, Santiago Chile.
- Jofré, M. L., Noemí, H. I., Neira, P. O., Saavedra, U. T. & Díaz, L. C. (2009). Acarosis y zoonosis relacionadas. *Revista chilena de infectología*, 26(3), 248-257. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182009000400008>
- Kurade, N. P., Bhat, T. K. & Jithendran, K. P. (1996). Effect of ivermectin against ear mange mite (*Psoroptes cuniculi*) in naturally infested rabbits. *World Rabbit Science*, 4(1), 25-27.
- Kurtdede, A., Karaer, Z., Acar, A., Guzel, M., Cingi, C. C., Ural, K. & Ica, A. (2007). Use of selamectin for the treatment of psoroptic and sarcoptic mite infestation in rabbits. *Veterinary dermatology*, 18 (1), 18-22.
- Labrada-Hechavarría, Y., Cordoví-Velázquez, J. M., Rapado-Paneque, M. & Perdomo-Rivera, R. (2015). Actividad acaricida del aceite esencial del *Azadirachta indica* en el tratamiento de la sarna demodéica del perro. *Veterinaria (Montevideo)*, 51(197), 2-2.
- Lavandera-Rodríguez, I. (2011). Curación de heridas sépticas con miel de abejas. *Revista Cubana de Cirugía*. 50(2), 187-196.
- Litterio, N. J. & Aguilar, S. M. (2017). Consideraciones anatomo-fisiológicas para el uso prudente de fármacos en conejos. *Panorama Actual del Medicamento*, 41(405), 679-684.
- López-Fuentes, R. & Leonart, F. (1994). Ficha de patología n°1: Pasteurellosis. *Boletín de Cunicultura*, (72), 37-40.

- Luciano, C. (2008). Manejo sanitario y enfermedades más frecuentes que afectan al conejo. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. (53), 5-16.
- Lugo-Marante, S., Espinosa-Castaño, I., Zamora-Borges, Z., Riera-Ojeda, L., Sosa-Testé, I. M., Lobo-Rivero, E. & Otaño-Díaz, A. (2019). Caracterización microbiológica y genotípica de cepas de *Pasteurella multocida* asociadas al síndrome respiratorio cunícola. *Revista de Salud Animal*, 41(1), 1-11.
- Manzano, J. & Torres, A. (2005). La instalación de agua en las granjas de conejos. *Boletín de Cunicultura*. (138), 6-17.
- Manzuc, P., Nolasco-Espinosa, L. R. & Fogel, F. A. (2011). *Enfermedades del oído en perros y gatos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina: Editorial Inter-Médica S.A.I.C.I.
- Martínez-Castillo, M. A., Jiménez-Castillo, L. V. & Correa-Vargas, G. (2020). *La Granja de conejos, instalaciones y equipo*. BM Editores. Recuperado en marzo de 2024 <https://bmeditores.mx/entorno-pecuario/la-granja-de-conejos-instalaciones-y-equipo/>
- Martínez-Gamba, R. & Ramírez-Hernández, G. (2021). Evaluación de las condiciones predisponentes a enfermedades en granjas porcinas a pequeña escala en un ambiente urbano en el noroeste de la Ciudad de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(3), 932-943. doi: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5178>
- Martínez-Melo, J., Serrano-Torres, J. O. & Manuel-Malamba, F. D. (2022). Sistemas de producción de conejos, características fisiológicas y alternativas para la alimentación. *Universidad & Ciencia*, 11(3), 82-97.
- McNitt, J. I., Lukefahr, S. D., Cheeke, P. R. & Patton, N. M. (Eds.). (2013). *Producción de conejos*. Wallingford: CABI.
- Mendieta-Carillo, J. R. (2002). *Comparación de la composición química de la miel de tres especies de abejas (Apis mellifera, Tetragonisca angustula y Melipona beecheii) de El Paraíso, Honduras* (Tesis de licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.
- Metaute, G. (2005). *Manual de producción cunícola*. Tuluá: SENA.
- Molero, T., Ettiene, G. & Vilorio, M. (2016). Determinación de aloína en poblaciones de *Aloe vera* L. (*Aloe barbadensis* M.) del occidente de Venezuela. *Multiciencias*, 16(2), 143-152.

- Moonarmart, W., Tansakul, M., Kiewsir, C., Watanaboonchai, R., Somrith, W., Yinhammingmongkol, C. & Tunhikorn, M. (2018). Haematological response in the treatment of naturally acquired ectoparasite infestations in rabbits. *World Rabbit Science*, 26(4), 313-320.
- Moura-Mendes., Sarmiento-Guerra, F. Q., de Oliveira-Pereira, F., Pereira de Sousa, J. P., Nogueira-Trajano, V. & de Oliveira, L. (2012). Actividad antifúngica del aceite esencial de *Eugenia caryophyllata* sobre cepas de *Candida tropicalis* de aislados clínicos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 11(3), 208-217.
- Moya, M. J., Araoz, F. & Salas, M. H. (2006). Estudio clínico-epidemiológico de las micosis superficiales en conejos de bioterio convencional. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 37(2), 27-34.
- Nogales, D., Barragán, A. & Selva, L. (2020). Sarna en conejos. *Boletín de cunicultura lagomorpha*, (196), 26-29.
- Nong, X., Ren, Y.-J., Wang, J.-H., Fang, C.-L., Xie, Y., Yang, D.-Y., Liu, T. F., Chen, L., Zhou, X., Gu, X. B., Zheng, W. P., Peng, X. R., Wang, S. X., Lai, S. J. & Yang, G.-Y. (2013). Clinical efficacy of botanical extracts from *Eupatorium adenophorum* against the scab mite, *Psoroptes cuniculi*. *Veterinary Parasitology*, 192(1-3), 247–252. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.10.005>
- O'Malley, B. (2007). *Anatomía y fisiología clínica de animales exóticos*. Zaragoza, España: Servet.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal). (2018). *Manual terrestre*. World Organisation For Animal Health. Recuperado en marzo de 2024 [https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahm/3.06.01\\_Mixomatosis.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.06.01_Mixomatosis.pdf)
- Ojeda-Ramírez, D., García-Carmona, G. V., Rivero-Pérez, N., Zaragoza-Bastida, A., Sosa-Gutiérrez, C. G. & Peláez-Acero, A. (2023). Extractos de plantas y sus constituyentes como alternativa de tratamiento contra la sarna en conejos: Revisión de literatura. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 9(18), 5-11. doi: <https://doi.org/10.29057/icap.v9i18.9075>
- Olivella-Fuentes, J. A., Higuera-Muñoz, A. M. & Ortiz-Munar, L. N. (2021). Frecuencia de parásitos gastrointestinales en conejos mascota atendidos en el centro veterinario Pet company de Bogotá. *Facultad de Medicina Veterinaria*, 1-9.



- Ortega-Baltazar, E. (2012). *Factores genéticos y ambientales que afectan el comportamiento reproductivo de conejas Nueva Zelanda, California y Chinchilla*. (Tesis inédita de maestría) Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Orús, A. (2024). *Volumen de carne de conejo producida en el mundo desde 2018 hasta 2022*. Statista. Recuperado en enero de 2024 <https://es.statista.com/estadisticas/525924/produccion-mundial-de-carne-de-conejo/#statisticContainer>
- Otero-Salinas, A. Meneses-Pérez, J. & Águila-Sánchez, K. (2017). Propiedades curativas de la miel: Un edulcorante natural proveniente de los principales polinizadores de las plantas. *Benemérita Universidad Autónoma de Puebla*, 1, 1-15.
- Pacho, S., Dahdouh, E. & Suárez, M. (2017). Sanidad y bioseguridad, Enfermedad hemorrágica del conejo. *Boletín de cunicultura lagomorpha*, (183), 35-39.
- Papeschi, C. (2009). La sarna psoróptica: una patología a menudo subvalorada. *Cunicultura Patología*. 34(201), 21-24.
- Papeschi, C. (2010). Las enfermedades más importantes de la piel de los conejos. *Cunicultura Patología*, 35(207), 13-18.
- Pérez-Hernández, F. E. (2021). *Consumo de la carne de conejo en el Estado de Morelos*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Del Estado De Morelos, Cuernavaca, Morelos.
- Peris, B., Segura, P., Viana, D., Selva, L., Penadés, J. R. & Corpa, J. M. (2006). La mamitis estafilocócica cunícola. *Boletín de cunicultura lagomorpha*, (143), 6-13.
- Pulido, V. A., Castañeda, S. R., Linares, L. M. & Mercado, G. M. (2010). Diagnóstico clínico-microbiológico de otitis externa en caninos de Bogotá-Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 15(3), 2215-2222.
- Requejo, A. (2020). *Aceites esenciales en sinergia*. Antequera: ExLibric.
- Reyes de Fuentes, D. & Fernández Da Silva, R. (2014). Actividad antimicrobiana in vitro del extracto foliar de zabila (*Aloe vera* L.) en microorganismos de interés clínico. *Salus*, 18(3), 27-32.
- Rodríguez-Alarcón, C., Pérez, E., Martín, U., Rivera, R., Hernández, A., Vivo, J., Beristain, M. & Usón, J. (2010). Morfometría del esófago abdominal y del estómago del conejo (*Oryctolagus cuniculus*): aplicaciones a la cirugía laparoscópica. *International Journal of Morphology*, 28(1), 27-31.

- Rodríguez-Domínguez, I., Santana-Gutiérrez, O., Recio-López, O. & Fuentes-Naranjo, M. (2006). Beneficios del Aloe Vera I.(sábila) en las afecciones de la piel. *Revista Cubana de Enfermería*, 22(3), 1-5.
- Rodríguez-Gallo, C. M., Medina-Caballero, G., Cabrera-Hernández, D. & Díaz-Hernández, E. (2002). Medicina Natural y Tradicional. Conocimientos y aplicaciones de enfermería en MINAS-II. *Revista Cubana de Enfermería*, 18(3), 138-143.
- Rodríguez-Moreno, O. G. (2020). *Enfermedades y uso de plantas medicinales en animales*. Ciudad de México: Mirian del Moral Prieto.
- Rodríguez-Villamayor, P., López-Echevarría, M. & Nadal-Grau, A. (2017). Estrés en conejos domésticos. Una revisión. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 11(Especial), 265-270. doi: <https://doi.org/10.5209/RCCV.55684>
- Romero, C. (2008). La importancia de la cecotrofia en el conejo. *Boletín de Cunicultura Lagomorpha*, (156), 53-56.
- Romero-Vargas, R. (2014). *Manual para el manejo reproductivo en una granja de conejos*. San Nicolás Michoacán: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
- Rosell, J. M., de la Fuente, L. F. & Casais, R. (2024). Mange in farmed rabbits. *World Rabbit Science*, (32), 57-71. doi: <https://doi.org/10.4995/wrs.2024.20624>
- Ruiz, C., Díaz, C. & Rojas, R. (2015). Composición química de aceites esenciales de 10 plantas aromáticas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(2), 81-94.
- Ruiz, M. (2020) *Guía básica para cuidado del conejo*. Auxclivet. Recuperado en marzo de 2024 <https://auxclivet.com/wp-content/uploads/2021/06/Guia-basica-del-cuidado-del-conejo-1.pdf>
- Ruiz-Caubín, A. F., Ruiz-Caballero, J. A., Brito-Ojeda, E. M. & Navarro-García, R. (2012). Aplicaciones terapéuticas del Aloe vera. *Revista Canarias Médica y quirúrgica*, 9(27), 42-50.
- SADER. (2015). *El Estado de México primer lugar en producción de conejos*. Gob.Mx. Recuperado en febrero de 2024 <https://www.gob.mx/agricultura%7Cedomex/articulos/el-estado-de-mexico-primer-lugar-en-produccion-de-conejos-138004>

- SADER. (2016). *Todo sobre la producción de carne de conejo*. Gob.Mx. Recuperado en febrero de 2024 <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/conoce-todo-sobre-la-produccion-de-carne-de-conejo>
- Sanchez-Murillo, J. M. (2019). Sanidad Animal, De qué estamos hablando. *Badajoz Veterinaria*, (15), 6-9.
- Saz-Peiró, P. (2019). Miel como medicina. *Medicina naturista*, 13(1), 34-37.
- Selva, L., Viana, D., Ortega, J. & Corpa, J. M. (2007). Pasteurellosis: Principal patología respiratoria en cunicultura industrial. *Boletín de Cunicultura lagomorpha*, (150), 14-24.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). (2019). *Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo*. Gob.Mx. Recuperado en marzo de 2024 [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859793/Manual\\_de\\_Buenas\\_Practicas\\_de\\_Produccion\\_de\\_Carne\\_de\\_Conejo\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/859793/Manual_de_Buenas_Practicas_de_Produccion_de_Carne_de_Conejo_2019.pdf)
- Shang, X. F., Guo, X., Yang, F., Li, B., Pan, H., Miao, X. & Zhang, J. (2017). The toxicity and the acaricidal mechanism against *Psoroptes cuniculi* of the methanol extract of *Adonis coerulea* Maxim. *Veterinary parasitology*, 240, 17-23.
- Shang, X. F., Li-Xia, Dai., Ying-Qian, Liu., Zhong-Min, Zhao., Jun-Cai, Li., Guan-Zhou, Yang. & Cheng-Jie, Yang. (2019). Acaricidal activity and enzyme inhibitory activity of active compounds of essential oils against *Psoroptes cuniculi*. *Veterinary parasitology*, 267, 54-59. doi: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.01.013>
- Shang, X. F., Wang, Y., Zhou, X. Z., Guo, X., Dong, S. W., Wang, D. S., Zhang, J., Pan, H., Zhang, Y. & Miao, X. (2016). Acaricidal activity of oregano oil and its major component, carvacrol, thymol and p-cymene against *Psoroptes cuniculi* in vitro and in vivo. *Veterinary parasitology*. 226, 93–96. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.07.001>
- Sheinberg, G., Romero, C., Heredia, R., Capulin, M., Yarto, E. & Carpio, J. (2017). Use of oral fluralaner for the treatment of *Psoroptes cuniculi* in 15 naturally infested rabbits. *Veterinary dermatology*, 28(4), 1-4. doi: 10.1111/vde.12429
- Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Naranjo, J. F. & Cuartas, C. A. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473-487.

- Ulloa, J. A., Mondragón-Cortez, P. M., Rodríguez-Rodríguez, R., Reséndiz-Vázquez, J. A. & Rosas-Ulloa, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *CONACYT. Revista Fuente*. (4), 11-18.
- Universidad Autónoma de Barcelona (1992). El agua y su consumo por el conejo. *Selections Avicoles*, (310), 40-41.
- Urruchi-Rey-Sánchez, J. D. (2012). Composición química de la miel de abeja (*apis mellífera*) producida en las localidades del río Ichu de Huancavelica. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica Perú.
- Usano-Aleman, J., Palá-Paúl, J. & Díaz, S. (2014). Aceites esenciales: conceptos básicos y actividad antibacteriana. *Reduca (Biología)*, 7(2), 60-70.
- Vázquez, L., Dacal, E. & Panadero, R. (2006). Principales ectoparasitosis del conejo. *Boletín de cunicultura*, (147), 18-30.
- Vega, G. A., Ampuero, C. N., Díaz, N. L. & Lemus, M. R. (2005). El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. *Revista chilena de nutrición*, 32(3), 208-214.
- Viana-Martín, D. (2009). *Estafilocócica en conejos: relación entre genotipos, virulencia y lesiones*. (Tesis Doctoral). Universidad CEU-Cardenal Herrera, Valencia.
- Vicente, J. S., Lavara, R., de Castro, M. P. V., Baselga, M., Blasco, A., Santacreu, M. A., Ciappesoni, G., Blumetto, O., Capra, G., Scapinello, C., Cossu, M. E., Estellés, F., Calvet, S., Villagrà, A. & Jiménez, F. M. (2014). *Tecnología de producción de conejos para carne*. Montevideo Uruguay: INIA.
- Villa, R. & Hurtado, J. (2016). Evaluación nutricional de diferentes ensilajes para alimentar conejos. *Revista de Ciencias agrícolas*, 33(2), 76-83. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.54>
- Weber, F. A., Beek, T., Bergmann, A., Carius, A., Grüttner, G., Hickmann, S., Ebert, I., Hein, A., Küster, A., Rose, J., Koch-Jugl, J. & Stolzenberg, H. C. (2014). Fármacos en el medio ambiente-la perspectiva global: incidencia, efectos y acción cooperativa potencial bajo el SAICM. *Wörlitzer Platz: German Environment Agency*. 1-12.
- Yllera-Fernández, M. M., Lombardero-Fernández, M. & Camiña-García, M. (2020). *Anatomía y fisiología de los animales de laboratorio. Roedores y lagomorfos*. Santiago de Compostela: IBADER Universidad de Santiago de Compostela. Lugo.
- Yust, J. & Fung, D. Y. (2002). Inactivation of *Listeria monocitogenes* Scott A 49594 in apple juice supplemented with cinnamom. *J. Food Prot.* 65 (10), 1663–1666.

Zandamela-Mungói, E. M. F. (2008). *Caracterización físico-química y evaluación sanitaria de la miel de mozambique*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Cerdanyola del Vallés, Barcelona, España.

Zotyen-Quan, C. (2002). *Compendio la cunicultura: crianza de conejos*. Nueva San Salvador: DGEA