



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

**EFFECTO DE LA FÓRMULA POLI HERBAL BIOCOLINA SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*)
EN FINALIZACIÓN**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

JOSUÉ GUERRERO BELTRÁN

ASESOR:

DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

CO-ASESOR:

DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

ÍNDICE

ÍNDICE	2
RESUMEN.....	5
AGRADECIMIENTOS	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIAS	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES.....	8
2.1. Historia del conejo	8
2.2. Situación de la cunicultura a nivel internacional.....	11
Cuadro 1. Producción mundial de carne 2016	12
Cuadro 2. Producción mundial por continente de carne de conejo 2016.....	13
2.3. Producción cunicula en México	14
Cuadro 3. Producción de conejos a nivel nacional.....	16
2.4. Producción de la cunicultura en el Estado de México	18
Cuadro 4. Unidades de producción cunícola en la región de los volcanes del Estado de México	20
2.5. Características generales del conejo doméstico.....	21
2.5.1. Razas de conejos	21
2.6. Sistema cardiovascular	24
2.7. Sistema respiratorio	25
2.8. Sistema Urinario	25
2.9. Anatomía del aparato digestivo.....	26
Figura 1: Esquema del aparato digestivo del conejo	29
2.10. Fisiología del aparato digestivo	29
2.11. Cecotrofía.....	32
Cuadro 5. Composición media del contenido cecal y de las heces del conejo	34
2.12. Principales nutrientes para el conejo	35

2.12.1 Carbohidratos	35
Cuadro 6. Principales enzimas involucradas en la digestión	38
2.12.2. Proteínas	39
Tabla 7. Clasificación de los aminoácidos esenciales y no esenciales	41
2.12.3. Lípidos	43
2.12.4. Vitaminas.....	44
Cuadro 8. Necesidades nutricionales del conejo	49
2.13. Parámetros Productivos.....	51
2.13.1. Consumo voluntario.....	51
2.13.2. Ganancia de peso diario	52
2.13.3. Índice de conversión alimenticia	52
2.13.4. Composición músculo-carne (rigor mortis).....	52
Cuadro 9. Contenido de proteína y grasa de la carne de conejo (g/100g).....	53
2.14. Calidad de la carne	54
2.14.1. Rendimiento de la canal.....	54
Cuadro 10. Peso y rendimiento de la carne de tres razas de conejo	55
2.14.2. Características de la carne (retención de agua, pH y color)	55
Cuadro 11. Parámetros del color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos	59
2.15. Uso de aditivos en alimentación animal	59
2.15.1 Uso de aditivos en conejos	63
2.16. Uso de aditivos herbales como promotores del crecimiento	64
2.17. Fórmula polihierbal (biocolina) como aditivo en la producción animal	66
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	69
4. JUSTIFICACIÓN.....	70
5. HIPÓTESIS	71
6. OBJETIVOS	72
7. MATERIALES Y MÉTODOS	73

Cuadro 12. Dieta experimental con la inclusión de la fórmula polihierbal (100 kg)... 73

8. RESULTADOS..... 77

Cuadro 13. Efecto de fórmula polihierbal en la canal de conejos en finalización 77

Cuadro 14. Características de la calidad de la carne, obtenidos del musculo Longissimus dorsi, de conejos en finalización alimentados con la fórmula polihierbal biocolina..... 78

9. CONCLUSIÓN 80

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 81

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar el nivel de inclusión de una fórmula poli herbal rica en derivados de colina en conejos en finalización, se emplearon 40 gazapos Nueva Zelanda cruzados con California recién destetados los cuales fueron aleatorizados en cinco tratamientos con niveles de 0, 200, 400, 600 y 800 mg de la fórmula poli herbal, se les proporcionó la dieta con el nivel de colina por un periodo de 45 días. Cumpliéndose el tiempo de engorda se realizó la matanza de los animales y se realizaron las pesajes correspondientes para obtener peso final, ganancia de peso, ganancia diaria de peso y rendimiento a la canal, los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Se observó que el nivel de adición de 200 mg fue el que mostró la mejor ganancia de peso, conversión alimenticia. Se concluye que el nivel de 200 mg por kg de materia seca fue el óptimo para estos conejos

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad debido al crecimiento poblacional a nivel mundial, se busca una producción de los alimentos tanto de origen vegetal como animal, en la cual se utilicen menos recursos para su producción en el menor tiempo posible. Para satisfacer la demanda de alimentos de origen animal, en el caso de la carne se han implementado el uso de aditivos en la dieta de los animales para promover su crecimiento; como es el uso de antibióticos, prebióticos, acidificantes, enzimas y formulas poliherbales entre otros, los cuáles ayudan a la nutrición de los animales por sus propiedades y los efectos que causan en ellos (Castro, 2005).

La producción de carne de conejo en México es menor en comparación con otros países como España e Italia, esto debido a diversos factores como el desconocimiento por parte de la población de su valor nutricional, hábitos de consumo de otros tipos carnes como la res, el cerdo o pollo, y la poca información sobre su fácil producción o entre otras.

El uso de fórmulas poliherbales, como aditivos nutricionales en la alimentación animal ha ayudado a favorecer el consumo de alimento y mejoran la calidad de la carne (Pulido, 2018). Un ejemplo de ellos es la biocolina, la cual es un extracto de diversas plantas las cuales contienen concentraciones de colina (Valencia, 2019). La biocolina es un producto polihierbal elaborado con plantas de uso medicinal; entre las que se incluyen *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*, estas plantas contienen metabolitos que tienen un efecto sobre la salud y han sido ocupadas por el hombre (Valencia, 2019).

El compuesto de hierbas medicinales antes mencionadas, forman la mezcla polihierbal que tiene de principio activo a la biocolina, la cual cuenta con metabolitos con propiedades; antimicrobianas, antiparasitarias, antioxidantes, antisépticas y antiinflamatorias; teniendo esto en cuenta esta fórmula polihierbal puede modificar la

función fisiológica del tracto digestivo si es añadida como aditivo en su alimento. Dicho esto, la presente investigación pretende evaluar el efecto de la fórmula polihierbal biocolina en la calidad de la canal de conejos en finalización.

2. ANTECEDENTES

2.1. Historia del conejo

Poco se conoce sobre la aparición del conejo en tiempos prehistóricos, debido a que sus huesos son pequeños y frágiles han sido ignorados por los arqueólogos. Pero investigaciones recientes dicen que los lagomorfos forman una orden de clase mamífera, cuya aparición en la tierra fue en la era Terciaria en el periodo Paleógeno en la época del Eoceno, hace aproximadamente 50 millones de años. El conejo en un principio habitaba solo en el continente asiático, pero hace aproximadamente 11-7 millones de años migro hacia América, a través del estrecho de Bering y hacia Europa hace aproximadamente 7-2 millones de años. Durante la edad del hielo los conejos y liebres se desplazaron hacia el sur de América, así como al suroeste de Europa y al oeste del norte de África (Martínez, 2004).

El conejo ibérico (europeo), es el único ancestro reconocido del conejo doméstico, su origen data del pleistoceno en Europa oriental cerca de la Península Ibérica, con dos subespecies *Oryctolagus Cuniculus algirus* y *O. c. cuniculus*, las dos subespecies con una antigüedad de 1.8 millones de años de estas se data el origen del conejo doméstico. Se distribuyó durante la glaciación por el sur de Francia y al final de la época romana fue distribuido por el hombre por todo Europa (Lebbas et al., 1996).

Marco T. Varrón un escritor Agrario del año 20 A.C. el cual era consultor del emperador Augusto, describió datos sobre la cría de conejos; ya que los consideraba una buena fuente para obtener carne, sugirió su colocación en lugares estratégicos para evitar su contacto con depredadores (Camps, 2000).

En la antigua Roma, sus habitantes fueron los primeros en incluir al conejo en su dieta cotidiana, llamándolo cuniculus. Se distribuyó en el año 476 d. c. llevado a Francia, Bélgica, Alemania y España. El conejo que se conoce hoy en día fue

introducido por los españoles a América en el año 1500. Su domesticación data dentro la época del romano Cayo Julio Cesar aproximadamente en el 75 a. c. donde aparecen indicios de las primeras jaulas para su contención. Francia fue el primer país que ideó el cruzamiento de conejos para generar razas como el Champagne, Angora y Castor Rex (Zoot *et al.*, 2010).

Aproximadamente en el año 1500 se distribuyó por todo el mundo, lo que causa desequilibrios ecológicos en ciertas zonas del planeta debido a la falta de predadores naturales como el zorro, uno de los casos fue Australia, donde en 1859 se liberaron ejemplares de conejos y al poco tiempo impidieron el desarrollo de otras especies. En Sudamérica no fue el caso porque contaba con varios predadores naturales (pumas, zorros, jaguares, etc.) Su sobrevivencia en esta región fue debido a su increíble adaptación y su alimentación (Llobet, 2009).

En el siglo XVI, se desarrollaron diversas razas de conejos, lo que señala que su domesticación fue a finales de la edad media. A principios del siglo XIX, la cría de conejos se desarrolla en Europa occidental, se generaliza su cría por todo el mundo, incluyendo países que no los conocían como Australia y Nueva Zelanda (Lebbas, 1996).

A principio de los años 1970 la cunicultura era una actividad familiar casi en su totalidad en el mundo, las cuales en su mayoría compartían espacio con las aves de corral en las casas de campo; los cuales producían conejos de manera irregular para el autoconsumo o bien para su venta en mercados locales. Con una alimentación basada en forrajes verdes y restos de comida de origen vegetal, la producción cunícola mostraba crecimientos lentos e irregulares y diversos problemas sanitarios (enfermedades parasitarias, bacterianas y virales), lo cual ocasionaba que la producción cunícola tuviera alteraciones productivas durante todo el año (Roca, 2009).

En Francia la producción cunícola tuvo una pequeña disminución del año 1970 al 1982, teniendo una pérdida del 4 al 6%, de 1983 a 1984 fue de 2 a 3% y en 1988 de tan solo de 1%, siendo similar a la producción italiana. En Francia se cuenta con 4 tipos de producción cunícola las cuales son granjas tradicionales, granjas racionales, granjas racionales evolutivas y granjas estabilizadas (Castelló, 1984). La cunicultura es una actividad económica en la cual se realiza la producción de conejos con los cuales se produce carne de buena calidad, así como otros productos (piel y pelo), a un buen precio y con un impacto ambiental mínimo. Es definido como el arte y cría del conejo doméstico, así como su reproducción y engorda siendo una actividad pecuaria (Roca, 2009).

En México en el año de 1973 el gobierno inicia un programa que consta fomentar la producción cunícola, lo cual crea un incremento en el número de pie de cría, el cual fue elevado de 11300 a 115900 en tan solo diez años, de igual modo el peso de conejos en canales que se generaba fue elevado pasando de 342 toneladas a 3,222 toneladas (Mendoza, 2000). De igual manera el consumo por mexicano aumento a 43 gramos anuales. La cunicultura en el país tuvo su crecimiento a mediados de los años 70; también en ese tiempo la secretaria de agricultura distribuyo 15,000 conejos a familias (Cinco hembras y un macho de 2 kilogramos) siendo capacitadas las familias sobre su manejo y posteriormente pagarían los conejos en efectivo o en especie (Martínez 2018). El conejo domestico no deja de ser una especie con un impacto en México, debido a sus características reproductivas, proliferativas, rusticidad y la de mayor importancia su alimentación la cual puede aprovecharse dietas altas en forrajes y baja en cereales (Mendoza, 2000).

La carne de conejo tiene grandes ventajas en comparación con otras carnes de animales de fin zotécnico; como la cantidad de proteína, vitaminas, minerales, así como su nulo contenido de ácido úrico y su bajo contenido de colesterol y sodio. Pero a pesar de contar con estas características su consumo y producción es relativamente bajo, ya que su consumo en México oscila los 134g, se sabe que el

gobierno e instituciones no gubernamentales fomentan su consumo y producción ya sea fresca o en subproductos cárnicos (Pérez, 2018).

2.2. Situación de la cunicultura a nivel internacional

La ONU dio a conocer en sus últimos datos que el número de personas que padecen hambre en el mundo sigue aumentando siendo 821 millones tan solo en el 2017, de igual manera se han estado proponiendo limitados avances frente a los problemas de desnutrición infantil y sobre la obesidad, siendo estas problemáticas amenazas a la salud de millones de personas (ONU, 2018). La FAO en el 2015 menciona que la carne de conejo es altamente nutritiva, tiene un contenido alto en proteínas, hipoalérgica y de alta digestibilidad. Siendo una alternativa para combatir el hambre a nivel mundial, teniendo la ventaja emplearse para autoconsumo o venta al público para generar ingresos en países donde abunda la pobreza (García et al., 2017).

La cunicultura es una actividad de producción animal rentable para los pequeños y medianos productores a nivel mundial, debido a que es de fácil manejo y alta fertilidad. A nivel mundial la producción de carne de conejo fue de 1,428,085 toneladas, siendo solo el 0.47%, obteniendo el octavo lugar de la producción de carnes en 2016 (MAGyP, 2018).

Cuadro 1. Producción mundial de carne 2016

Especie	Toneladas	%
Porcina	118.168.709	39,09
Aviar	107.143.008	35,44
Bovina	65.973.820	21,82
Ovina	9.310.532	3,08
Pavo	6.060.883	2,00
Caprina	5.621.333	1,86
Pato	4.534.578	1,50
Conejo	1.428.085	0,47
Total	318.240.948	100

Fuente: (MAGyP, 2018).

En la producción mundial de carne de conejo el país mayor productor es China con una producción de 849,150 toneladas seguido de Corea con 172,680 toneladas, Italia con 54,347, España con 50,552, Francia 48,396, Rep. Checa con 39.692, Alemania con 35,971 y México 4,448 toneladas respectivamente. Los principales consumidores de carne de conejo son Europa con un 47%, Asia con 44%, África con 7 % y finalmente América con 2%. Asia es el contiene con la mayor producción de carne del conejo con una producción de 72%, siguiendo Europa con un 20%, África con un 7% y finalmente América con tan solo el 1% de la producción de carne (MAGyP, 2018). Dentro de la producción mundial China ocupa el primer lugar de producción de conejo, pero su objetivo de producción no es la carne sino el pelo. La Unión Europea es la que tiene la mayor producción de carne de conejo con el 50% de producción (Arteaga *et al.*, 2014).

Cuadro 2. Producción mundial por continente de carne de conejo 2016

Región	Toneladas
Asia	1,025,453
Europa	289,884
África	96,031
América	16,718
Caribe	222

Fuente: (MAGyP, 2018).

Como ya se mencionó, China es el mayor productor de conejo, pero es Italia quien se posiciona como líder en la producción de conejo intensiva, se ha desarrollado de manera racional aumentando la producción de carne de conejo del año de 1994 al 2007 aumentó su producción (2.2% por año). En Italia la cunicultura es el cuarto sector más importante en el país, siendo rebasado por los bovinos, porcinos y aves respectivamente. Italia se diferencia de otros países debido a la presentación de sus canales la cual la distribuyen en pedazos o elaborados (Xiccato y Trocino, 2007).

La cunicultura en Colombia como actividad pecuaria secundaria inicio en 1960, con un programa de producción en los estados de Cundinamarca y Antioquia para generar ingresos extras y una alternativa para la alimentación, pero fracasó. Productores de esas regiones retoman la iniciativa de producción cunícola empezando con razas Nueva Zelanda y California provenientes de E.U.A. Desde 1965 la producción cunícola en Colombia está más organizada en la producción de carne, piel y pelo. En la actualidad se trabaja realizando estudios sobre la

producción de piel a un nivel industrial así sustituyendo a otros animales que son utilizados para la obtención de piel (Silva, 2016).

En Cuba en el año de 1994 se crea la SCC. (Sociedad Cubana de Cunicultura) iniciando un programa de desarrollo y rehabilitación de la cunicultura en el país, esto debido a que se quiere recuperar la raza criolla cubana, la baja fertilidad, problemas de mortalidad, ciclos productivos longevos entre otros problemas; por estas razones la SCC. ha implementado programas de asesoramiento del manejo adecuado del conejo, alimentación, etc. Gracias a estos programas en el año de 1999 se logra alcanzar una fertilidad alta pasando de un 55% a un 80%, se redujeron los ciclos productivos pasando de 90 días por ciclo a 45 días por ciclo. En ese año se realizó un censo poblacional de vientres con los que contaba Cuba teniendo un total de 120,000 vientres teniendo una producción de 3,000 toneladas de carne anuales (Labrador *et al.*, 2000).

La ONU dio a conocer que la producción de carne de conejo a nivel mundial es superior a un millón de toneladas métricas. Su potencial de desarrollo es subestimada, debido que su producción es presentada como alternativa para países en vías de desarrollo, tomando en cuenta que sus costos de producción son bajos comparándolos con los costos de otros animales domésticos. Los conejos presentan características reproductivas altas, gran prolificidad, una hembra puede producir hasta 80 kg de carne al año, con estas características tienen un futuro potencial para ser una especie de mayor importancia en la producción cárnica mundial (ONU, 2006)

2.3. Producción cunicula en México

En la época prehispánica el Tóchtli (Conejo) era consumido en el antiguo México, siendo este un animal silvestre y no Doméstico, el conejo doméstico que se conoce fue introducido durante la conquista por los españoles. La actividad cunícola se

adaptó como una producción de traspatio siendo de autoconsumo. En el año de 1988 apareció una epizootia en conejos la cual se confirmó que era VHD (Enfermedad Vírica Hemorrágica), por lo cual se realizó una campaña de cuarentena, inspección, sacrificio, desinfección y vigilancia. La problemática que causa esta enfermedad fue un rechazo social hacia la carne de este animal, así como un freno en la producción de conejo, fue hasta el año de 1995 que México se declara libre de VHD, la producción vuelve a resurgir en pequeñas explotaciones (Mendoza, 2001).

Los alimentos que son consumidos en América Latina y el Caribe el 45% son producidos por mujeres utilizando técnicas de agricultura de autoconsumo (FAO, 2012) En México más de 60 millones de mexicanos viven en pobreza lo cual ocasiona que tenga una mala alimentación, por lo cual el país lanza un programa en el 2013 llamado “cruzada contra el hambre”; SAGARPA anuncia a la cunicultura como una opción de alimentación en regiones empobrecidas (SAGARPA, 2015).

La producción de conejo en México es una actividad con un crecimiento lento y de la cual no se tienen registros completos, debido que no es considerada una actividad de mayor importancia como la son la producción de ganado bovino, porcino, etc. Las explotaciones cunícolas de mayor impacto de México se encuentran en la región de los estados céntricos del país, esto es debido a que la zona centro del país cuenta con los climas adecuados para esta especie, así ahorrándose la implementación de instalaciones que involucran costos de inversión que se ajusten a las necesidades de los conejos (SAGARPA, 2015). En México la producción de conejo es basada en la producción de carne y piel, utilizando para este fin las razas Nueva Zelanda y Chinchilla, llegando a un peso aproximado de 3 a 5 kg (Martínez, 1999). En el país la cunicultura es una actividad la cual un 80% en condiciones de traspatio o familiares (SAGARPA, 2015).

El Estado de México es el mayor estado productor de conejo del país contando con un total de 151,118 vientres lo cual representa un 30.20% de vientres del país, seguido por el estado de Puebla con un total del 14.69 % de la producción y en tercer lugar el estado de Hidalgo con un total del 6.94% de vientres esto en el año 2007.

Cuadro 3. Producción de conejos a nivel nacional

Estados	Número de conejos	Porcentaje %
Estado de México	151,118	30.20
Puebla	73,798	14.69
Hidalgo	34,731	6.94
Michoacán	29,008	6.94
Tlaxcala	26,348	5.80
Veracruz	23,526	5.27
Ciudad de México	23,526	4.70
Guanajuato	17,375	3.47
Jalisco	16,226	3.21
Total	500,349	100%

Fuente: **Adaptado de Rodríguez 2012.**

El consumo de carne de conejo en México es muy bajo comparado con otros países ya que solo llega a un promedio de 200 gramos por habitante al año, mientras que otros países europeos su consumo es muy elevando siendo de 5 kg de carne por habitante al año. De acuerdo con un estudio realizado por la SAGARPA la

producción de conejos a nivel industrial en México solo ha utilizado el 10 % de su potencial. Estudios recientes mencionan que actualmente se consumen 15,000 toneladas de carne de conejo en el país siendo 12,500 de familias productoras de este animal (Martínez, 2018).

En nuestro país se han realizado diversos programas para producir carne de conejo. En todo el país existen pocas granjas de ciclo completo, con 200 vientres, las cuales ya tienen establecido el mercado para restaurantes y hoteles. Se ha tratado de optimizar su venta a los supermercados sin conseguir las ventas esperadas, esto debido a los hábitos alimenticios, que el conejo sea considerado una mascota y su precio comparativo con otras carnes; limitando así el crecimiento de la producción de conejo (Alpizar, 2006).

La SAGARPA en 2016 mencionó que en México la cunicultura está en constante crecimiento, pero sigue considerada como una actividad pecuaria secundaria o de poca importancia siendo en su mayoría producciones de traspatio, realizadas en su mayoría por campesinos de regiones empobrecidas; representando el 95% de la producción cunícola nacional. La producción nacional del año 2016, superó las 15 mil toneladas de carne de conejo, siendo los estados más representativos en su producción el Estado de México, Querétaro, Tlaxcala, Michoacán, Morelos y Puebla (SAGARPA, 2016). La cunicultura en el estado de Michoacán, en los municipios de Charo y Morelia existen en ellos una parte de la población cunícola de ese estado, teniendo dichos municipios tres granjas de producción cunícola con 200 vientres cada una aproximadamente, siendo así una actividad pecuaria poca desarrollada en el estado (SAGARPA, 2016).

En el estado de Tlaxcala la cunicultura es apoyada desde 1998 en la implementación de dietas para mejorar la calidad de proteína. En el año 2001 el gobierno entregó paquetes de conejos en el programa mujeres en el desarrollo rural. El estado cuenta con un total de 722 productores, los cuales entregan 50,000 canales de conejo al año (SAGARPA, 2005).

2.4. Producción de la cunicultura en el Estado de México

Actualmente es el Estado de México donde se encuentra la mayor parte de la producción cunícola del país, esta carne en los últimos años se ha vuelto muy popular debido por su sabor y valor nutricional con una producción mayor a 486.367 toneladas de carne de conejo; concentrando una mayor producción en los municipios de Amecameca, Texcoco, la zona del Valle de Toluca, Nezahualcóyotl, Jilotepec y Atlacomulco. La mayor parte de la producción es de traspatio que concentra un 80-85% de la producción. (SAGARPA, 2018).

En el municipio de Texcoco, donde la producción cunícola es de las más elevadas dentro del Estado de México, se reporta que el 55% de los productores venden los conejos listos para sacrificio o en canal, el 17% venden los conejos destetados y el restante para autoconsumo (Arteaga *et al.*, 2014). En la zona de los volcanes del oriente del Estado de México los municipios como Amecameca, Chalco, Tlalmanalco, etc. tienen un impacto en la producción de conejo el cual en su gran mayoría es ocupado para la elaboración de platillos en restaurantes aledaños que se encuentran ubicados en la región de los volcanes (corredor turístico) en el cual diversos turistas (Que provienen de la CDMX en su mayoría) prueban los diversos platillos que ofrecen estos restaurantes (Rodríguez, 2012).

Los atractivos turísticos de la región de los volcanes (zona oriente del Edo. Méx. y parte de Morelos) se basa en áreas naturales en los pies de los volcanes Iztaccihuatl y el Popocatepec; en especial el parque nacional Izta-popo donde se realizan diversas actividades donde se suelen ofrecer platillos para degustar a base de carne de conejo, siendo igual un paso para la CDMX y el estado de Morelos donde de igual manera se comercializa esta carne en restaurantes (INEGI, 2009).

En el cuadro número 4 se observa los municipios en la región oriente del Estado de México, región de los volcanes que se dedican a tener unidades de producción cunícola teniendo un total de 339 unidades en producción, siendo el municipio de Chalco el que cuenta con mayor número de productores con un total de 82 unidades seguido por Atlautla con 31 unidades de producción, en los cuales de igual manera se dedican a la preparación de la carne y sus subproductos en restaurantes y puestos de pie de carretera (Rodríguez, 2012).

Cuadro 4. Unidades de producción cunícola en la región de los volcanes del Estado de México

Municipio.	Unidades de producción.
Amecameca	25
Atlautla	31
Ayapango	30
Cocotitlán	11
Chalco	82
Ecatzingo	18
Juchitepec	20
Ozumba	14
Temamatla	20
Tenango del Aire	28
Tepetlixpa	18
Tlalmanalco	27
Valle de Chalco	15
Total	339

Fuente: **Adaptado de Rodríguez 2012.**

El delegado de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) del Estado de México, informó que el estado se sigue posicionando como líder en producción y consumo de carne de conejo, por lo cual

desde el año 2007 se fundó el comité sistema producto cunícola el cual apoya a que la producción se eleve dando apoyos a los productores organizados o independientes, de esta manera dar un mejor impacto a este sector primario, se cuenta con un inventario de 40,000 vientres. La cunicultura en el Estado de México se practica en producciones de integración familiar, es decir los mismos miembros de una familia se encargan del manejo productivo de este animal, tecnificado y semi-tecnificado. El mayor producto que se busca del conejo es su carne la cual es una alternativa alimentaria para personas con pobreza en zonas marginadas del estado o para generar ingresos con inversiones mínimas (SAGARPA, 2013).

2.5. Características generales del conejo doméstico

Se trata de un mamífero de la orden de los lagomorfos es de unos 40 cm aproximadamente y este cubierto por una capa de pelo espeso y suave, sus extremidades posteriores son más largas que la anteriores y posee unas orejas grandes y largas, vive en madrigueras y se domestica fácilmente (Núñez, 2018).

2.5.1. Razas de conejos

La producción de conejos está enfocada a la obtención de carne principalmente y de manera secundaria la producción de piel y pelo. Cada raza posee diferentes fenotipos, los cuales los diferencian entre sí como es el peso de los animales en la etapa adulta; la cual varía dependiendo de la talla de las razas, siendo de la siguiente manera: razas pequeñas 2.5 kg, razas medianas de 2.5 a 4 kg, razas grandes de 4 a 5.5 kg y razas gigantes más de 5.5kg (Zoot. *et al.*, 2010).

Se han creado diferentes razas de conejos para diferentes fines debido a que se buscan cubrir criterios que ciertas razas cubren sobre otras; dichos criterios deben cubrir los aspectos zootécnicos como el manejo, reproducción, genética, nutrición, sanidad y la administración. Actualmente existen 28 razas con 77 variedades. En México y varios países se piensa que la raza Nueva Zelanda es la más óptima para

reproducirse dentro del territorio nacional, de igual manera en el país se ocupan las razas de conejo California, Chinchilla, Rex y Belier (Martínez, 2018).

California: Raza procedente de la cruce de las razas Ruso, Nueva Zelanda y Chinchilla, tiene su origen en los E.U.A.; en el estado de California. Tiene un color blanco en el dorso, sus extremidades anteriores y posteriores son de color negro al igual que el hocico, cola y orejas; sus ojos presentan un color rosado a rojizo. Es fuerte, rustico y precoz, posee un cuerpo corto, musculoso y cilíndrico alcanza un peso de 4.1 kg los machos y 4.3 kg las hembras. Es una raza de doble propósito para la producción de piel es apreciable en la industria peletera y su carne es jugosa, teniendo un rendimiento de la canal aceptable. Posee abundante carne en el dorso, cuello y lomo (Juárez, 2007).

Angora: Es una de las razas más antiguas en ser domesticada, siendo utilizada por su lana para obtener tejidos durante siglos debido a su característico pelaje que posee. Requiere de ciertos cuidados para preservar su pelaje. Alcanza el peso de 2.7 kilogramos aproximadamente, y se encuentran 12 colores distintos, siendo las más frecuente la albina (color blanco), siendo una raza usada para concursos de exhibición (Sandford, 1988). Es de tamaño mediano, posee pelo muy largo y sedoso teniendo una longitud de 18 a 22 cm, por lo que tiene una apariencia como de una bola de pelo; por lo que debe ser trasquilado como los borregos y su pelo es ocupado para la fabricación de prendas de alto valor: la producción de carne en esta raza es poco común (Cordero y Rey, 2006).

Azteca: Es una raza de origen mexicano creada en el estado de Guanajuato en el Centro Nacional de Cunicultura. Es una raza de talla mediana teniendo un peso de 4 kilogramos para machos y de 3.8 para hembras; es una raza de cuerpo musculoso, teniendo una espalda y pecho, muslos, lomo y grupa carnosos. Es una raza de con un color negro que cubre todo su cuerpo presentando en algunas ocasiones pequeñas manchas blancas. Su cabeza es grande y tosca con orejas

grandes, redondas y erectas; presenta ojos de color negro. Es una raza que se especializa a la producción de carne, aunque algunos productores lo ocupan para doble propósito (Juárez, 2007). Son animales rústicos, siendo los machos y hembras muy fértiles. Los gazapos nacidos vivos tienen un peso promedio de 6.3 g y llegan al destete con un peso de 870 gramos (López, 2017).

Nueva Zelanda: Es una raza que se originó en los Estados Unidos, tiene tres variedades de color: Blanco, negro y rojo; teniendo una mayor explotación la variedad blanca. Es considerada como una raza de doble propósito (Martínez, 2018). Posee un cuerpo redondo con abundante carne en el lomo, dorso y espalda. Presenta una cabeza ancha y carnosa, orejas erguidas con puntas redondas y ojos de color rojo. Es una raza de talla mediana, alcanza en edad adulta el peso de 4.5kg para hembras siendo aptas para la reproducción a los 4 meses de edad y 5kg para los machos siendo capaces de cubrir a la hembra a la edad de 6 meses. Son una raza de temperamento nervioso, con alta prolificidad y buena velocidad de crecimiento (García, 2004).

Gigante de España: Raza creada en España, es apreciada por cunicultores de la región por sus características reproductivas y sus capacidades de adaptación. Presenta un color pardo con tonos grisáceos o leonados son de talla grande alcanzando el peso de 5kg o más. Una característica que diferencia a las hembras es una papada que posee. Tiene orejas grandes y erectas, cabeza grande y carnosa, amplia musculatura en las extremidades tanto posteriores como anteriores. Es una raza fértil, las hembras pueden parir 8 gazapos nacidos vivos y destetar a 44 conejos en un año. El peso que alcanzan al destete es de 800 gramos aproximadamente, alcanza los 2 kg de peso a los 65 días de edad para el sacrificio (López y Sierra, 1998).

Chinchilla: Es una raza muy cotizada en la industria peletera, el pelo tiene un largo de 3 cm aproximadamente, es rígido y fino, el color del pelaje es de negro con blanco

en las puntas del pelo y la base del pelo de un gris azulado formando así un color moteado muy llamativo, posee ciertas manchas negras en la región frontal y una blanca en la zona de la nuca, papada y vientre. La edad óptima para la reproducción es a los 5 meses para las hembras y 6 meses para los machos, teniendo camadas de 3 a 5 gazapos las hembras (García, 2004). Debido a su bajo número de crías en el parto, su reproducción es lenta y costosa debido igual a los factores del cuidado de su piel y pelaje para los productores (Cordero y Rey, 2006).

Gigante de Flandes: Raza creada y registrada en Bélgica en la región de Flandes, es descendiente de una raza Argentina que fue llevada a Europa en los siglos XVI y XVII, más adelante se distribuyó en el mundo. Es una raza de conejo grande, el cual alcanza un peso de 5.9 kg para hembras y 6.5 kg para machos, aunque se han encontrado algunos ejemplares que alcanzan los 10 kg de peso. Poseen un tronco arqueado, orejas largas en forma de “V”, posee una gran masa muscular siendo los cuartos traseros los más desarrollados. Se trata de una raza poco prolifera y de un crecimiento lento. El color que presenta la raza es negro, aunque también se pueden encontrar los colores grises, azul, blanco, gamuza y gris claro. Otra característica es que son animales de temperamento tranquilo lo que los ayuda a ser también utilizados como animales de compañía (Cordero y Rey, 2006).

2.6. Sistema cardiovascular

El sistema circulatorio en los conejos es de tipo vascular cerrado esto ocasiona que su sangre circule por el interior de sus vasos sin pasar a los espacios interiores de los órganos. La circulación sanguínea del conejo se divide en dos: circuito pulmonar (menor) y circuito corporal (mayor) (Alvarado *et al.*, 2017). Los conejos poseen un sistema cardiovascular de conducción simple, su nódulo sinoatrial está formado por un grupo de células llamadas cardiomiocitos las cuales son encargadas de generar impulsos eléctricos, que a su vez controlan la contracción cardíaca generando así el ritmo cardíaco. La frecuencia cardíaca de los conejos se encuentra en un rango

de 180 a 250 latidos por minuto, el principal vaso sanguíneo de retorno desde la cabeza es la vena yugular externa (Litterio y Aguilar, 2017).

2.7. Sistema respiratorio

El aparato respiratorio está constituido por un conjunto de órganos especializados los cuales facilitan el intercambio gaseoso a nivel alveolar en donde se efectúa el proceso de oxigenación de la sangre para ser transportado a todo el organismo. El aparato respiratorio está conformado las fosas nasales, faringe, laringe, tráquea, bronquios y pulmones (Neira, 1987). Los ojos se mueven a una frecuencia de 20 a 150 movimientos por minuto, permaneciendo en movimiento constante aun si el animal se encuentra en reposo. La parte externa de la cavidad nasal de los conejos es decir las narinas, es sensible al tacto, esto debido a unas almohadillas sensitivas en la entrada de cada ollar del animal. Dentro de la cavidad nasal los huesos de los cornetes tienen un epitelio olfatorio y un órgano vomero-nasal dando así a los conejos un sistema agudo del olfato. La frecuencia respiratoria de los conejos es de 30 a 60 respiraciones por minuto: la cavidad torácica de los conejos es pequeña a comparación con el abdomen del conejo. La respiración de los conejos en reposo es realizada por medio de las contracciones musculares del diafragma y no con los músculos intercostales (Litterio y Aguilar, 2017).

2.8. Sistema Urinario

El aparato urinario del conejo está conformado por los riñones, vejiga, uréteres y uretra. Los riñones cumplen la función de separar el material de desecho del metabolismo y la eliminación de sustancias extrañas. Cumplen el equilibrio ácido base y la concentración de la mayor parte de los componentes del líquido tisular; regulan el volumen de líquido extracelular. Producen eritropoyetina la cual estimula la formación de eritrocitos. Los riñones del conejo tienen la superficie lisa y son de la forma de un frijol, el riñón derecho se encuentra en una posición más anterior que el izquierdo. Una característica de los riñones del conejo es que son uni-papilar al

contrario a la mayoría de los mamíferos los cuales son multipapilares. Los conejos no orinan frecuentemente, pero excretan volúmenes considerables al momento de hacerlo. El volumen de orina eliminada por día oscila entre 100 a 250ml/kg. La orina del conejo tiende a ser alcalina (Lemus *et al.*, 2015).

2.9. Anatomía del aparato digestivo

Un factor que determina la clasificación de los animales son sus hábitos alimenticios, así como la fisiología implicada en la degradación de sus alimentos. El conejo es un herbívoro, no rumiante, con fermentación cecal, posee habilidades digestivas poco comunes que solo comparten otros lagomorfos (Martínez, 2004). El aparato digestivo del conejo es un tubo largo, en el cual se aprecian diferentes partes que realizan una función diferente para realizar el papel de la digestión, así como unas glándulas anexas que de igual manera ayudan a la digestión. Las partes que componen al aparato digestivo son: Boca, faringe, esófago, estomago, Intestino delgado (El cual se divide en duodeno, yeyuno e íleon), intestino grueso (Ciego, colon y recto), ano, así como las glándulas anexas (Glándulas salivares, hígado y páncreas) (Camacho *et al.*, 2010).

Boca: Es una cavidad compuesta por la mandíbula superior e inferior, labios, una lengua y una dentadura, la función de la boca es la aprehensión y masticación del alimento, utiliza los labios tienen gran movilidad y tienen una hendidura en el labio superior propio de la familia *Leporidae*. (Camacho *et al.*, 2010).

Sus dientes están conformados por dos pares de incisivos (de corte) distribuidos en ambas mandíbulas, tres premolares, tres molares (su función es moler) distribuidos a cada lado de la mandíbula superior y finalmente dos premolares y tres molares distribuidos en la mandíbula inferior. Los dientes del conejo crecen durante todo el curso de su vida: sus superficies se desgastan a fin de mantener un tamaño óptimo. Los dientes del conejo de ambas mandíbulas (molares y premolares), tienen un

tamaño menor que los dientes incisivos, pero cuentan con extremos aplanados con salientes prominentes, los cuales ayudan a moler los alimentos con mayor facilidad. (Winkelmann y Lammers, 1997). La lengua del conejo tiene una manera casi triangular, tiene papilas facioladas y botones gustativos prominentes. Posee un paladar blando largo y estrecho por este motivo es incapaz de vomitar (comparten esta característica con las ratas y caballos) esta característica de no vomitar también se debe, a la poca capacidad contráctil del estómago (Martínez, 2004).

Faringe y esófago: Son simples pasos del tubo digestivo para el bolo alimenticio, hacia su camino al estómago. (Camacho *et al.*, 2010). El esófago del conejo tiene tres capas de musculatura estriada, la cual es una característica distintiva entre algunos animales como el conejo. (Martínez, 2004).

Estómago: El conejo es un animal monogástrico, a diferencia de los rumiantes solo es un compartimiento gástrico, su capacidad es de 40-50cc (Camacho *et al.*, 2010). El estómago del conejo es simple y carece de regiones definidas; su tamaño con respecto al conejo es grande y tiene una pared delgada, motivo por el cual tiene una capacidad pobre de contracción excepto en su porción final, cercana al píloro. El estómago del conejo nunca está vacío, aunque no se le ofrezca alimento alguno consume los cecotrofos (Martínez, 2004).

Intestino delgado: Se divide en tres partes duodeno, yeyuno e íleon. Su primera porción está curvada (duodeno), en estas zonas se lleva la neutralización del pH prominente del estómago. El intestino delgado se agranda logrando una talla grande llamada *sacculus rotundus*, es un saco del cual nace el intestino grueso. Tiene un diámetro de 8 a 10 metros aproximadamente (Winkelmann y Lammers, 1996).

Intestino grueso: Se divide en ciego, colon y recto; de estas tres porciones destaca la capacidad del ciego que tiene de 6 a 10 veces la capacidad de almacenamiento

del estómago, se lleva a cabo la absorción del agua de los alimentos. El ciego del conejo es de un tamaño grande, tiene un pliegue espiral el cual recorre toda su longitud. Termina en un saco que es denominado apéndice, este es un órgano linfoide con la capacidad de resistir enfermedades (Cheeke y Arias, 1995).

El colon del conejo es un órgano complejo con base a su estructura y función. Se divide en dos porciones: colon proximal y colon distal, el proximal está dividido por tres segmentos: segmento triplemente haustrado, el haustrado simple y el fusus simple el cual es ancho y posee una capa muscular longitudinal y un pliegue longitudinal de la mucosa. El colon distal no tiene estas características (Martínez, 2004). El recto o ano del conejo es la última parte y salida del intestino grueso, en él se excretan las heces al exterior, también en esta parte están alojadas las glándulas perianales las cuales secretan su olor individual jugando un importante papel en su comportamiento social de este animal (Neira, 1987).

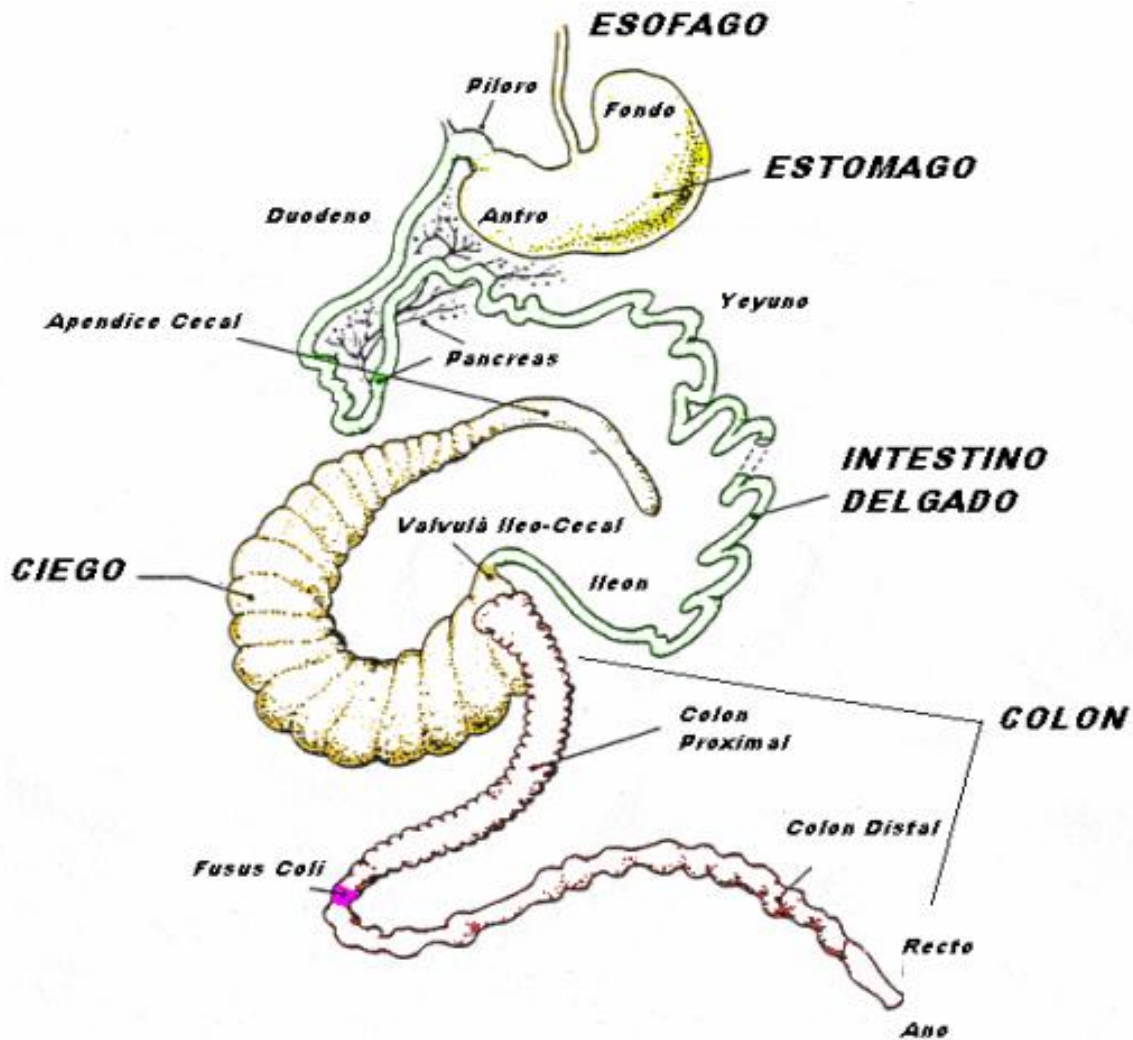


Figura 1: Esquema del aparato digestivo del conejo

Fuente: McDonald *et al.*, 1999.

2.10. Fisiología del aparato digestivo

La función del sistema digestivo es la transformación a nivel molecular de los alimentos ingeridos, de esta manera se convierten en partículas absorbibles, estas serán integradas a diversas rutas metabólicas para la obtención de energía la cual es necesaria para la nutrición del animal (Martínez, 2004). El proceso digestivo inicia cuando se ingieren los alimentos. La masticación de los alimentos en los conejos es muy rápida, su mandíbula alcanza los 120 movimientos por minuto, reduciendo los alimentos ingeridos a pequeñas partículas; a excepción de los cecotrofos, los

cuales son consumidos enteros, permaneciendo de igual manera enteros en el estómago durante varias horas (Cheeke y Arias,1995).

El proceso digestivo del conejo comienza en su boca, ocupa los belfos y dientes incisivos para iniciar la digestión del alimento, posteriormente ocupa los molares, en promedio realiza 120 movimientos masticatorios por minuto (Martínez, 2004). Durante la masticación le es segregada la saliva con la cual contienen enzimas que ayudan a realizar una primera digestión del alimento, enseguida es deglutido. (Camacho *et al.*, 2010).

Pasa por el esófago en el cual por medio de movimientos peristálticos conduce el alimento a la entrada del cardias, este se abre y llega el alimento al estómago. El estómago del conejo adulto tiene un pH de 1 a 2, esta condición del pH ayuda a eliminar bacterias de tal manera que el intestino y estomago del conejo se pueden considerar casi estériles. El estómago tiene glándulas que segregan ácido clorhídrico, enzimas como la pepsina y mucina. El estómago también sirve como órgano del almacenamiento cuya función sería regular la entrada del bolo alimenticio del estómago al intestino delgado (Cheeke y Arias,1995).

En el intestino delgado se lleva a cabo la principal digestión y absorción de los alimentos. En el duodeno mediante el esfínter pilórico recibe el bolo alimenticio procedente del estómago, así como la bilis que proviene del conducto biliar; en cuanto el páncreas ayuda segregando enzimas pancreáticas tales como amilasa pancreática, lipasa pancreática, tripsina, quimotripsina y desoxirribonucleasa las cuales ayudan al catabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas de igual manera desembocadas en el duodeno (Martínez, 2004).

La neutralización del pH ocurre en el duodeno, en el yeyuno se da la mayor absorción de los nutrientes su pared está cubierta por vellosidades las cuales

incrementan el área superficial para la absorción de nutrientes, la capa externa de estas vellosidades está compuesta por células epiteliales las cuales presentan microvellosidades, éstas se encuentran rodeadas por una capa difusa llamada glicocálix el cual es un tejido de fibras de polisacáridos que atrapa partículas alimenticias. Las microvellosidades, junto con el glicocálix y la estructura celular subyacente forman el borde de cepillo en el cual se captan a los nutrientes integrándolos a los vasos sanguíneos o linfáticos (cheeke y Arias,1995).

El íleon tiene una pared más delgada que el yeyuno y duodeno terminando en el intestino grueso en un bulbo llamado unión ileocecolónica la cual tiene la función de ser una válvula ya que dirige selectivamente el alimento hacia el ciego o el colon según su naturaleza, en esta porción se forma el *sacculus rotundus* formado por tejido linfoide teniendo una apariencia pálida (Martínez,2004).

En el ciego del conejo se realizan importantes funciones digestivas, tales como la fermentación, excreción selectiva de fibra y la cecotrofia. El ciego realiza constantes movimientos mezclando su contenido realizando contracciones. Los movimientos peristálticos hacen avanzar el producto de la digestión hacia el colon (Cheeke y Ariass,1995).

La humedad presente en el ciego, así como su pH alcalino acondicionan un microambiente para generar una microbiota (*Clostridium*, *Enterobacterias*, *Streptococcus*, etc.) permitiendo elevar el valor nutritivo del alimento consumido. La presencia de estas bacterias convierte al ciego en una fermentadora donde es sintetizada proteína microbiana (Camacho *et al.*, 2010). La cámara fermentadora del colon disgrega la celulosa y las proteínas en ácidos grasos volátiles (AGVs), el ácido graso predominante en el conejo es el acetato seguido del butirato y propiónico, predominan en ese orden sin importar la dieta del conejo, esto debido a que en la microbiota predominan las bacterias gram negativas (Litterio y Aguilar, 2017).

El contenido del intestino grueso sale al exterior bajo dos tipos diferentes de heces, lo cual es único en los conejos, las que se producen durante las horas luz son duras, secas y de mayor tamaño de forma redonda y las que son expulsadas durante la noche, éstas son más blandas con un elevado contenido de agua (36% de MS), proteína 28.9% Proteína Bruta, vitaminas; que son expulsadas formando un racimo cubierto de una sustancia mucosa. Son llamadas cecotrofos, al tener un elevado valor nutritivo, el conejo ingiere estos cecotrofos (cecotrofia) realizando una segunda digestión del alimento ya digerido (Camacho *et al.*, 2010).

Las primeras heces del conejo son producidas en su colon mediante contracciones segmentarias se realiza la separación entre el material sólido y el material fluido; después realiza contracciones haustrales, los líquidos regresan al ciego. De esta forma se demuestra que las heces duras son causa de la separación física del contenido de agua y no por su absorción (Martínez, 2004).

2.11. Cecotrofia

La cecotrofia es una actividad realizada por el conejo, la cual le permite aprovechar los nutrientes resultantes de la fermentación cecal de partículas fibrosas de pequeño tamaño. El conejo al ingerir los cecótrofos (heces blandas) obtiene un alto nivel de valor biológico, la proteína presente en los cecótrofos permite cubrir 15% de las necesidades proteicas de los gazapos que se encuentran en crecimiento. El conejo es un animal herbívoro monogástrico, por lo cual, a diferencia de los rumiantes, para aprovechar la celulosa y demás componentes de los tejidos vegetales cuenta con una cámara fermentadora (Intestino grueso) el cual se encuentra muy desarrollado, destacando el ciego cuya capacidad corresponde el 49% de capacidad total del aparato digestivo. En él se alberga una población bacteriana simbiótica (microbiota) la cual es capaz de fermentar la fibra dando lugar a una serie de nutrientes (Romero, 2008).

La cecotrofia es una actividad singular del aparato digestivo del conejo, por lo que permite que el consumo de piensos se produzca de manera más continua durante el día. Generando así la producción de dos tipos de heces por parte del conejo; heces blandas y heces duras, cumpliendo de esta manera con su actividad digestiva (De Blas *et al.*, 2002).

La población de bacterias que coloniza el ciego del conejo son de gran importancia, esto debido que además de ser los principales microorganismos responsables en la degradación de la fibra del alimento, también son los principales productores de vitaminas del complejo B y de proteína de alto valor biológico; son relacionadas de igual manera con el control de la proliferación de bacterias patógenas como lo son *E. coli* y *Clostridium* evitando que el conejo entre en un cuadro de enfermedad (enteritis principalmente) teniendo una buena salud. La lisina como aminoácido esencial, puede únicamente ser sintetizado por los microorganismos cecales (Sánchez y Peralta, 2001).

Debido a que en ciego se encuentra posicionado en un punto posterior a los sitios de absorción de los nutrientes (intestino delgado), los metabolitos generados en esta cámara de fermentación no pueden ser asimilados y son desechados a través del recto; ante esta situación el conejo ha desarrollado el proceso de cecotrofia, al consumir los cecotrofos está consumiendo aproximadamente el 18% de la materia seca (MS) ingerida (Merino y Carabaño, 2003).

La cantidad de cecotrofos expulsados dependerá de la cantidad de materia seca ingerida y del tipo de dieta que el conejo ingiera. Los cecotrofos tienen una alta cantidad de proteína de origen bacteriano, siendo de un 60% aproximadamente de su totalidad esta encuentra en la proteína de la materia seca la cual es de un 23 a 33%, la cual es aprovechada por el animal debido que es un significativo aporte proteico para su alimentación. En general de los cecotrofos son aprovechados la

proteína que ofrecen los aminoácidos (lisina y treocina), el reciclado de vitaminas del complejo B, vitamina K y minerales (Romero, 2008).

Cuadro 5. Composición media del contenido cecal y de las heces del conejo.

	Contenido cecal	Heces blandas	Heces duras
Humedad (%).	80	66	53
Proteína.Bruta (%MS).	28	30	17
Fibra.Bruta (%MS).	17	18	30
Bacterias(10^{10} /gMS).	-	142	31
Vitamina B (pmm).	-	224	58

Fuente: (Adaptado de: Romero,2008).

Los conejos empiezan ejercer la cecotrofia a las 3 semanas de edad. Las heces blandas o cecotrofos son expulsados según un ritmo circadiano-diurno, mientras el consumo de alimento y la expulsión de las heces duras es durante tarde-día. Las heces blandas son liberadas durante la noche o las primeras horas del día, este proceso tiene una duración aproximada de 7 a 9 horas. Posterior al destete, la producción de heces blandas va creciendo linealmente conforme va aumentando su edad su punto máximo se encuentra a los 63 a 77 días de edad justo cuando consumen 25 gramos de MS por día; A partir de los 77 días de edad cuando los conejos tienen un peso promedio de 2.5 kg, la secreción de cecotrofos se estabiliza en un nivel de 20mg MS/día, en hembras gestantes se han observado niveles similares de 21.8 gramos Ms/día aumentando en la gestación a 34g MS/día aumentando el consumo de alimento diario (De Blass *et al.*, 2002).

Los cecotrofos representan el 15% de la ingestión diaria del conejo. Debido a la separación mecánica de partículas que realiza el colon, la composición química de los cecotrofos es muy parecida a la del contenido cecal (Romero, 2008).

Las heces blandas (cecotrofos) tienen un color verdoso, son ricas en agua y recubiertas por una película mucosa, las heces duras son de color pardo, por lo tanto, la composición de los dos tipos de heces es distinta (Gecele, 1986).

Desde un enfoque nutritivo la cecotrofia presenta dos ventajas: La eliminación de partículas gruesas de fibra, acelera la movilidad del tránsito de los residuos y el vaciado del aparato digestivo; por lo que aumenta el consumo de alimentos fibrosos. Como el contenido proteico de las heces blandas es de origen microbiano y de alta calidad, al igual que de digestibilidad su aporte proteico causado por la cecotrofia es importante, especialmente en raciones de bajo nivel proteico. Especialmente la realización de estudios bacteriológicos de los cecotrofos permite hacer éstos del contenido fecal sin la necesidad de tener que sacrificar a los animales (Sánchez et al., 2001).

2.12. Principales nutrientes para el conejo

2.12.1 Carbohidratos

Las plantas contienen aproximadamente un 75% de diferentes tipos de carbohidratos, estos se dividen principalmente en tres grandes grupos: los que se encuentran en los tejidos de los forrajes (Carbohidratos estructurales o fibra), estos no son utilizados como fuente de energía solo a través de microorganismo (en el caso de los conejos por medio de la coprofagia), los de grano y otros órganos de almacenamiento llamados carbohidratos de reserva (almidón y frútanos) y los llamados azúcares simples, los cuales son característicos de jarabes y melazas (glucosa, fructosa y sacarosa) (Gómez et al., 2009).

Los cloroplastos de las hojas de las plantas sintetizan sus hidratos de carbono utilizando la energía solar, agua y bióxido de carbono por medio de un proceso llamado fotosíntesis; después de este proceso liberan oxígeno. Este proceso que realizan las plantas es vital para los animales, ya que su existencia no sería posible sin esta transformación energética, por la actividad de respiración de oxígeno que realizan los animales (McDonald *et al.*, 1999).

Los carbohidratos o hidratos de carbono son clasificados con base a su número de átomos de carbono, por biomolécula de carbohidrato y en el número de sus azúcares en su compuesto. Con la clasificación de su azúcar se puede decir que los hidratos de carbono que contienen una molécula azúcar son llamados monosacáridos, un disacárido es el que contiene dos moléculas de azúcares, un oligosacárido es el que contiene de 3 a 10 moléculas de azúcares y finalmente un polisacárido es que contiene mas de 10 moléculas de azúcares (Cozzolino, 2000).

La principal función de los carbohidratos en la nutrición animal es la de proveer energía para los procesos vitales del organismo de los animales. Sin embargo, en las plantas algunos de sus azúcares simples, en el caso la glucosa y la ribosa, participan en las transformaciones de la energía y la síntesis de tejido. Las formas menos solubles, como el caso del almidón, funcionan como reservas de energía en raíces, tubérculos y semillas. Las fracciones relativamente insolubles (celulosa, hemicelulosa) son muy importantes ya que proporcionan soporte estructural a las plantas vivas (McDowell, 1989).

La digestión de los carbohidratos, en el aparato digestivo de los conejos, solo son absorbidos los monosacáridos, excepto los gazapos (neonatos) ya que estos son capaces de absorber azúcares más grandes. Los azúcares más grandes (polisacáridos, oligosacáridos) son catalizados por enzimas digestivas producidas por el aparato digestivo o por la población microbiana del conejo para descomponerlo en sustancias mas simples y volver a ser digeridos. Existen diversas

enzimas que ayudan a la degradación de carbohidratos, lípidos, proteínas. La población microbiana del ciego del conejo produce celulasa la cual es una enzima que es capaz de hidrolizar (catalizar) el enlace glucosa-4-beta-glucósido, es decir que es capaz de utilizar grandes cantidades de celulosa para posteriormente transformarla en glucosa (McDonald *et al.*, 1999).

El peso de los carbohidratos representa en los animales menos del 1% de su masa corporal siendo principalmente la glucosa y el glucógeno, mismos que son usados por el organismo como fuente de energía. En el momento de formular una dieta para los animales de fin zootécnico se debe considerar que el requerimiento es relativamente menor al 5%, esto debido a que la mayor parte de la energía almacenada en el cuerpo se encuentra en las reservas de grasa, por lo que los carbohidratos dietéticos son degradados de manera rápida para así obtener energía (Cozzolino, 2000).

Son de igual manera clasificados en fibrosos y no fibrosos. Los carbohidratos no fibrosos son presentados en forma de los azúcares y su almidón el cual representa una fuente de energía sencilla de procesar para los animales (Cheeke y Arias, 1995).

Los animales ocupan enzimas digestivas las cuales actúan a lo largo del aparato digestivo, cuentan con características desde el sustrato en el que actúan hasta los productos finales de las mismas como se muestra en el cuadro 6.

Cuadro 6. Principales enzimas involucradas en la digestión

Nombre	Origen	Sustrato/actividad	Producto final
Amiolíticas			
Amilasa salival	saliva	Almidón y dextrina	Dextrina y maltosa
Amilasa pancreática	Páncreas	Almidón y dextrina	Maltosa e isomaltosa
Maltasa isomaltasa	Intestino delgado	Maltosa, isomaltosa	Glucosa
lactasa	Intestino delgado	lactosa	Glucosa y galactosa
Sacarosa	Intestino delgado	Sacarosa	Glucosa y fructosa
Oligoglucosidasa	Intestino delgado	Oligosacaridos	Varios monosacáridos
Lipolíticas			
Lipasa salival	Saliva	Triglicéridos	Diglicérido + 1 ácido graso
Lipasa pancreática	Páncreas	Triglicéridos	Monoglicéridos + 2 ácidos grasos
Lipasa intestinal	Intestino delgado	Triglicéridos	Glicerol + 3 ácidos grasos
Lecitinasa	Páncreas	Lecitina	Lisolecitina libre de ácidos grasos
Proteolíticas			
Pepsina	Jugo gástrico	Proteínas nativas	Proteosomas, peptonas y polipéptidos
Renina	Estomago	Caseína coagula la leche	Caseinato de Ca
Tripsina	Páncreas	Proteínas nativas	Péptidos con un grupo arginina o uno lisina

Quimiotripsina	Páncreas	Proteínas nativas o producto de la pepsina y renina	Péptidos con un aminoácido
Elastasa	Páncreas	Proteínas nativas o productos de la pepsina y renina	Péptidos con un aminoácido
Carboxipeptidasa A	Páncreas	Péptidos y aminoácidos aromáticos	Péptidos pequeños y neutros aminoácidos
Carboxipeptidasa B	Páncreas	Péptidos con arginina o lisina terminales	Aminoácidos básicos
Aminopeptidasas	Intestino delgado	Péptidos	Aminoácidos
Dipeptidasa	Intestino delgado	Dipéptidos	Aminoácidos
Nucleasas	Páncreas e intestino delgado	Ácidos nucleicos	Nucleótidos
Nucleotidasas	Intestino delgado	Nucleotidos	Purina y pirimidina, ácido fosfórico y pentosas

Fuente: Adaptado de McDonald *et al.*, 1999.

2.12.2. Proteínas

Se le llama proteínas a un grupo de sustancias de gran importancia, para funciones biológicas muy diversas. Las variedades de funciones son posibles por la gran diversidad estructural con las que están compuestas las proteínas. Son compuestos orgánicos complejos de un alto peso molecular, las proteínas están formadas por enlaces de aminoácidos: contienen Carbono, Hidrogeno, Oxígeno y se les añade Nitrógeno y generalmente Azufre (Díaz y Hicks, 1995).

Son formadas por cadenas de aminoácidos unidos mediante la eliminación de agua y la formación de los enlaces péptidos; son el principal componente del músculo y de la sangre, son las sustancias más importantes para el organismo. La proteína de los alimentos es absorbida en forma de péptido amino y son re sintetizadas a su forma de proteína en el organismo (Díaz y Hicks, 1995).

Son moléculas orgánicas esenciales las cuales son de vital importancia en los organismos de los seres vivos, además son los nutrientes que se encuentran en mayor cantidad en la carne (tejido muscular) de los animales. Las proteínas son sintetizadas por todas las células durante parte o en su totalidad de su ciclo de vida, sin esta síntesis la vida no podría existir (Blas, 1984).

En la naturaleza se encuentran alrededor de 200 aminoácidos o más, únicamente alrededor de 20 se encuentran presentes de manera común en la mayoría de las proteínas y hasta 10 se requieren en las dietas de los animales. Los aminoácidos que se encuentran comúnmente en los alimentos son clasificados en dos grupos: Aminoácidos esenciales y aminoácidos no esenciales. Los aminoácidos esenciales son los mismos para todas las especies de uso zootécnico, solo difieren en las cantidades y proporciones requeridas por cada especie (Shimada,2007).

Tabla 7. Clasificación de los aminoácidos esenciales y no esenciales

Aminoácidos esenciales.	Aminoácidos no esenciales.
Arginina.	Ácido aspártico
Fenilalanina	Ácido glutámico
Histidina	Alanina
Isoleucina	Asparagina
Leucina	Cisteína
Metionina	Glicina
Treonina	Glutamina
Triptófano	Prolina
Valina	Serina
	Taurina
	Tirosina

Fuente: Shimada, 2007.

Todas las células sintetizan proteínas durante el ciclo de su vida, sin la síntesis de proteínas no podría existir la vida. Con la excepción de los animales que poseen una microbiota capaz de sintetizar proteínas a partir de fuentes de Nitrógeno no proteicas, es necesario que en las dietas ofrecidas a estos animales se les proporcione estas proteínas o aminoácidos que las constituyen. El porcentaje de proteínas que se requiere en la nutrición animal cuando estos aún son jóvenes es mayor, se va declinando cuando se llega a la etapa adulta, en la madurez solo se requiere una cantidad suficiente para mantener los tejidos corporales. En etapas

como la gestación y la lactación el porcentaje de proteína en la nutrición es más elevado (Church *et al.*,2001).

Lo conejos requieren fuentes alimentarias de aminoácidos esenciales, pero debido a la ingestión de los cecotrofos adquiere una fuente de proteína de origen bacteriano. En dietas donde la cantidad de proteína es baja, la proteína que es aportada por las bacterias del colon puede mejorar el equilibrio de aminoácidos absorbidos, en comparación con otros animales como el cerdo o el pollo la proteína de baja cantidad en las raciones con lleva a una disminución marcada del crecimiento, la cual no se ve tan marcada en los conejos (McDonald *et al.*,1999).

Los conejos en comparación de las aves y los cerdos, tienen la característica de poder digerir de una manera más óptima las proteínas provenientes de forrajes como la harina de alfalfa. Esta habilidad para digerir las proteínas provenientes de forrajes es por consecuencia de la retención selectiva de los componentes no fibrosos del ciego. La cantidad de cecotrofos ingeridos por el conejo refleja el estado proteico alimentario; en las dietas donde las raciones son ricas en proteínas la cecotrofia no es practicada con regularidad, pero al contrario en dietas con bajos niveles proteicos los cecotrofos son ingeridos con avidez, por lo tanto, la práctica de la cecotrofia está regulada fisiológicamente por la necesidad metabólica de aminoácidos (Church *et al.*,2001).

Las necesidades de proteínas en los conejos son de 16% para el crecimiento máximo y 18 % para conejas en lactación. La cecotrofia y la fermentación del colon permite que el conejo utilice alguna fuente de Nitrógeno no proteico (NNP), como la urea, en la mayoría de las raciones proporcionan las cantidades adecuadas de nitrógeno para la fermentación cecal (Church *et al.*, 2001).

2.12.3. Lípidos

Son un grupo de sustancias, heterogéneas de biomoléculas insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Los lípidos complejos son saponificables (hacen hidrólisis en un éter), contienen ácidos grasos. Los ácidos grasos más comunes cuentan con 16 a 22 átomos de carbono. Algunos ácidos grasos poliinsaturados son esenciales para los mamíferos. Aun no se ha aceptado una clasificación universal de los lípidos, algunos autores los clasifican de acuerdo a su estructura, otros conforme a sus propiedades físico-químicas y por último son clasificados como lípidos simples (No saponificables) y complejos (Saponificables) (Díaz y Hicks, 1995).

Las grasas poseen 2.25 veces más energía que los hidratos de carbono y las proteínas. Los excesos de carbohidratos son transformados en grasas. La energía que no es consumida en el cuerpo de un organismo se almacena en forma de grasa visceral y subcutánea. Los lípidos juegan un papel importante en la absorción de las vitaminas. Los de mayor importancia nutricional son los triglicéridos, los cuales están compuestos por una molécula de glicerol (Alcohol orgánico) con tres ácidos grasos (Shimada, 2007).

Los lípidos estructurales de los tejidos animales, especialmente los fosfolípidos, representan el 0.5 y el 1 % de los tejidos musculares y adiposos, En el hígado su contenido puede ser del 2 al 3%. El colesterol y sus éteres suponen el 0.06 a 0.09% del tejido muscular, forman la fracción lipídica, no glicerida, neutra, más importante de los tejidos (McDonald *et al.*, 1999).

Las grasas y aceites sirven como reservas de energía, poseen la misma estructura general, al igual que las mismas características químicas, pero sus características físicas son diferentes. Los puntos de fusión de los aceites son bajos, de manera que están en presentaciones líquidas en temperaturas normales en el ambiente. La grasa de reserva que se encuentra en los animales sirve de igual manera como

aislante térmico, y en algunos mamíferos como fuente de calor para la regulación de la temperatura corporal (McDowell, 1989).

En las dietas para conejos se recomienda utilizar alrededor del 3% de grasa para su alimentación, al igual que aceites vegetales ya que proporcionan ácidos grasos insaturados ya que aportan lustre o brillo al pelaje del conejo. Los conejos utilizan bien la grasa alimentaria y ésta mejora la palatabilidad de las raciones. La grasa agregada también aumenta los niveles de energía sin causar una sobre carga de hidratos de carbono en el intestino (Church *et al.*,2001).

2.12.4. Vitaminas

Son unas sustancias de origen orgánico, las cuales difieren químicamente y tienen funciones diversas a nivel fisiológico en los organismos, comparten las siguientes similitudes: con componentes de los alimentos, pero no son proteínas, azúcares ni grasas; se encuentran presentes en los alimentos en cantidades variables, pero en dosis pequeñas; sus deficiencias o ausencia causa anomalías en los animales por lo que su presencia en la alimentación animal es esencial. Las vitaminas se clasifican en dos grupos: en las vitaminas hidrosolubles (Vitamina C y complejo B) y las vitaminas liposolubles (Vitamina A, D, E, K). Las solubles en agua son almacenadas en los tejidos (excepto la vitamina B12, por lo que su presencia en las dietas debe ser constante y las solubles en lípidos son almacenadas en el hígado y otros tejidos, su ingestión puede ser por etapas (Shimada, 2007).

Son sustancias importantes que tienen participación en el metabolismo del organismo. Aunque muchas vitaminas funcionan como coenzimas (catalizadores metabólicos), otras no realizan esas funciones sino otras funciones esenciales. La mayoría de los piensos comerciales que son vendidos al mercado como alimentos para conejos son suplementados con vitaminas. Originalmente las vitaminas utilizadas para los piensos eran extraídas de los productos vegetales sin embargo

los costes para conseguir las vitaminas eran elevados. Los rendimientos vitamínicos se pueden incrementar cuando las vitaminas son producidas por bacterias y hongos fermentativos (Giannenas, 2013).

Son micronutrientes de origen orgánico con un bajo peso molecular, careciendo de un valor energético, las cuales cumplen funciones relacionadas en la formación de hormonas, funciones metabólicas, funciones enzimáticas y dan mantenimiento a los tejidos dentro del organismo (Vargas *et al.*, 2001).

Vitaminas Hidrosolubles

Las vitaminas hidrosolubles actúan en una amplia gama de rutas metabólicas, mantienen el sistema inmune en un buen estado, intervienen en la formación de hemoglobina y relajan los vasos sanguíneos aportándoles elasticidad; por lo que mantienen la circulación de la sangre en buen estado. Ayudan a la formación de ácido clorhídrico en el estómago y mantienen sano el sistema nervioso (Ruiz, 2017).

La **vitamina B1** encargada de regular y mantener en un buen funcionamiento el sistema nervioso, ayudando a prevenir la polineuritis (inflamación de los nervios). También ayuda a la regulación del sistema muscular (principalmente músculo cardiaco); ayuda de igual manera al metabolismo de los azúcares. Sus principales fuentes donde se encuentra la vitamina B1 son la levadura de cerveza, subproductos de cereales y las pastas oleaginosas (principalmente la de girasol y cacahuete) (Shimada, 2007).

La **vitamina B2** también llamada riboflavina, es de gran importancia en el proceso del metabolismo de los carbohidratos, tiene efectos antioxidantes (descomposición de la peroxidación lipídica), ayuda a mantener la salud de la piel y mucosas, ayudando a la prevención de dermatitis. La fuente de la vitamina B2 son de origen animal (harinas de carne, de vísceras, leche) y vegetales verdes como la harina de

alfalfa. Los granos de cereales son pobres en riboflavina mientras que las pastas oleaginosas tienen niveles intermedios (Ruiz, 2017).

La **colina** es una vitamina (Vitamina B4) está incluida dentro del grupo de vitamina B. La colina es una fuente de grupos metil para la síntesis de importantes compuestos, estando relacionada con otras sustancias del grupo metil, tales como la Betaina y Metionina. Una de las funciones de la colina es evitar la acumulación de grasa en el hígado, esto mediante la estimulación de la eliminación de triglicéridos mediante su transformación en lecitinas. Participa de igual manera en procesos de trasmetilación con el ácido fólico y la vitamina B12 para la formación de metionina a partir de la creatina (Rodríguez, 2019).

La fuente de la colina es el cloruro de colina el cual contiene el 87% de ésta siendo de origen sintético en sus distintas presentaciones líquidas (75% de cloruro de colina en agua) y presentaciones sólidas (50 al 60% de cloruro de colina incorporada en sustrato vegetal). Es de naturaleza corrosiva y de baja biodisponibilidad, ya que la colina presente en ellas más de la mitad es consumida por la población microbiana del tracto gastrointestinal y transformada en Trimetilamina (TMA), el cual es un metabolito tóxico para los animales (Sáurez, 2018).

La **vitamina B5** o ácido pantoténico es parte de la coenzima A (CoA) y de la proteína portadora de acilos. Participan en reacciones del metabolismo de los hidratos de carbono, lípidos, proteínas, esteroides y hemoglobina, promueve el crecimiento y la salud del sistema nervioso. Se encuentra presente en cacahuates, guisantes, levaduras, granos de cereales y melazas (McDonald *et al.*, 1999).

El clorhidrato de piridoxina o también llamado **vitamina B6** se encuentra en formas interconvertibles en el organismo. Forma parte de muchas enzimas que están ligadas a la catalización de azúcares, grasas y proteínas; siendo de mayor importancia en el metabolismo de las proteínas. Las necesidades de esta proteína

dependerán de factores como la especie, edad, estado fisiológico, tipo de dieta, estado de la microbiota y otros factores. Se encuentra presente en semillas de leguminosas, levaduras, granos de cereales, hígado y leche (Giannenas,2013).

La **vitamina B9** también conocida como ácido fólico, es muy abundante en la naturaleza, ya que se encuentra presente en vegetales verdes frondosos, harinas y de extracción de semillas oleaginosas. Una vez dentro de las células la el ácido fólico es transformado en tetrahidrofólico y actúa como coenzima. Ayuda al anabolismo y catabolismo de proteínas, a la formación de glóbulos rojos y a prevenir la anemia (Vargas *et al.*,2001).

La **vitamina B12** se considera que es sintetizada por los microorganismos, las fuentes de esta vitamina son los alimentos de origen animal. Tiene propiedades anti-anémicas. La vitamina C mantiene las mucosas sanas al igual que las vías respiratorias, tiene propiedades anti-infecciosas, reprime el envejecimiento de las células con acciones antioxidantes y ayuda a la metabolización de las proteínas. El ácido ascórbico se almacena en el organismo de forma limitada, por lo cual debe administrarse en el alimento. Se encuentra presente en los cítricos, parte aérea de los vegetales verdes, jitomates y otras legumbres (Shimada, 2007).

Vitaminas liposolubles

La **vitamina A** entra en la clasificación de vitaminas liposolubles, es una sustancia sólida, cristalina, insoluble en agua, se destruye rápidamente por oxidación. Se acumula en el hígado y por consiguiente este órgano es una buena fuente. En la nutrición la vitamina A genera en ocasiones problemas ya que los signos de deficiencia y de intoxicación son similares, con efectos importantes en la reproducción. En los tejidos vegetales su acumulación se encuentra como pigmentos amarillos denominados carotenos. Las fuentes mas ricas de vitamina A son los aceites de hígado y de pescado. La absorción de vitamina A se efectúa de

la misma manera que los lípidos. Las funciones de la vitamina A son: mejora la visión, integridad de los epitelios mucosos digestivo, respiratorio, genitourinario y ocular, desarrollo óseo y fertilidad (Church *et al.*, 2001).

La **vitamina D** es insoluble en agua, pero soluble en lípidos y solventes de las grasas. La vitamina D es más estable que la vitamina A, y menos susceptible a que la oxidación la destruya, especialmente los minerales, el empleo de antioxidantes y vitamina E previene este problema. Su principal función es la absorción de calcio alimenticio. Rara vez es encontrada en los vegetales, salvo en forrajes desecados al sol (McDowell, 1989).

La **vitamina E** se encuentra presente en aceites de origen vegetal, granos de cereales y harinas de forrajes verdes. Al igual que otras vitaminas liposolubles, la vitamina E se absorbe a través de la micela y se transporta por vía sanguínea como lipoproteína a los diferentes órganos y tejidos, donde es almacenada de manera eficiente. Tiene las funciones de ser un antioxidante biológico, interviene en el metabolismo de los ácidos nucleicos (Valencia, 2019).

La **vitamina K** es una vitamina liposoluble, es esencial para prevenir las hemorragias ya que interviene en los factores de la cascada de la coagulación. Se encuentra presente en la mayoría de los vegetales verdes (alfalfa, berza, coles son buenas fuentes). Aunque la vitamina K es termo estable, la presencia de ácidos, oxidación y luz la destruyen (Valencia, 2019).

Por lo general el satisfacer las necesidades de vitaminas en conejos es sencillo debido a que la cámara fermentadora del conejo, es decir, el colon sintetiza las vitaminas del complejo B y la K, esto gracias a los microorganismos que viven ahí, de esta manera el conejo las adquiere por medio de la cecotofía. Solo es común administrar en la dieta las vitaminas A, D y E; siendo la vitamina D la que sus

necesidades serán menores debido a que los conejos absorben de manera favorable el Ca y el P (Church *et al.*,2001).

En el siguiente cuadro se muestran las necesidades nutrimentales de los conejos en diversas etapas, tanto de proteínas, grasas, vitaminas y minerales.

Cuadro 8. Necesidades nutricionales del conejo

Nutriente	Gazapos (4-12 semanas)	Lactación.	Gestación.	Mantenimiento.	Conejas y camadas
Proteína Cruda %	15	18	18	13	17
Aminoácidos sulfurados	0.5	0.6	-	-	0.55
Lisina	0.6	0.75	-	-	0.7
Arginina	0.9	0.8	-	-	0.9
Treonina	0.55	0.7	-	-	0.6
Triptófano	0.18	0.22	-	-	0.2
Histidina	0.35	0.43	-	-	0.4
Isoleucina	0.60	0.70	-	-	0.75
Valina	0.70	0.85	-	-	0.8
Leucina	1.05	1.25	-	-	1.2
Fenilalanina	1.20	1.40	-	-	1.25
Fibra Cruda %	14	12	14	15-16	14
Fibra no digerible%	12	10	12	13	12
E.D. kcal/kg	2500	2700	2500	2200	2500
E.M. kcal/kg	2400	2600	2400	2120	2410

Grasa %	3	5	3	3	3
Ca %	0.5	1.1	0.8	0.6	1.1
P %	0.3	0.8	0.5	0.4	0.8
K %	0.8	0.9	0.9	-	0.9
Na %	0.4	0.4	0.4	-	0.4
Cl %	0.4	0.4	0.4	-	0.4
Mg %	0.03	0.04	0.04	-	0.04
S %	0.04	-	-	-	0.4
Co, pmm	1	1	-	-	1
Cu, pmm	5	5	-	-	5
Zn, pmm	50	70	70	-	70
Fe, pmm	50	50	50	50	50
Mn, pmm	8.5	2.5	2.5	2.5	8.5
Vitamina A UI/kg	6000	12000	12000	-	10000
Caroteno, pmm	0.83	0.83	0.83	-	0.83
Vitamina D, UI/kg	900	900	900	-	900
Vitamina E pmm	50	50	50	50	50
Vitamina K, pmm	0	2	2	0	2
Vitamina C, pmm	0	0	0	0	0
Tiamina pmm	2	-	0	0	2
Riboflavina, pmm	6	-	0	0	4

Piridoxina, pmm	40	-	0	0	2
Vitamina 12, pmm	0.01	0	0	0	-
Ácido fólico, pmm	1	-	0	0	-
Ácido pantoténico, pmm	20	-	0	0	-

Fuente: Adaptado de Church *et al.*,2001

2.13. Parámetros Productivos

Los parámetros productivos son variables que se emplean para medir el comportamiento de una producción animal los cuáles pueden ser de mortalidad, reproducción y alimentación; siendo destacables dentro de la alimentación la ganancia de peso, consumo voluntario y conversión alimenticia. Los parámetros productivos ayudan a conocer si las actividades productivas de una producción se están llevando correctamente (Reyes, 2017).

2.13.1. Consumo voluntario

El consumo voluntario diario de alimento es considerado como el factor más importante de cada individuo (animal), ya que así se determina el valor nutritivo de una ración. Se define como la cantidad de alimento consumido por un grupo de animales o por individuo en un tiempo determinado en el cual se deja el alimento a libre acceso (Mazorral *et al.*, 2009). Un conejo adulto consume de 130 a 260 gramos de alimento concentrado, realizando de 21 a 36 tomas de alimento con un peso promedio de 6 a 9 gramos de cada ingesta y un consumo de 164 a 395 ml de agua diaria (Méndez, 2006).

2.13.2. Ganancia de peso diario

La ganancia de peso del conejo es la capacidad de transformar alimento fibroso en músculo, en la producción cunícola en la etapa de engorda los conejos ganan un peso entre los 30 a 40 gramos al día, aunque se presenta mas frecuencia una ganancia de 35 a 38 gramos al día, dichas ganancias están predispuestas por factores como lo son la raza del animal y la alimentación que tienen los animales (Vásquez *et al.*, 2007).

2.13.3. Índice de conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia (ICA) es un parámetro el cual mide la relación del alimento consumido y el crecimiento del animal en un tiempo determinado, siendo normalmente medido cuando inicia la etapa de engorda y la salida a sacrificio, el índice de conversión debe estar entre 3.35 y 3.45, el cual aumenta con la edad y el peso del animal. El ICA puede ser alterado por variaciones en el ambiente del animal, las cuales perjudican a su salud; así afectando su capacidad de consumo o digestión de los alimentos (Méndez, 2006).

2.13.4. Composición músculo-carne (rigor mortis)

El inicio de la transformación de músculo a carne inicia tras el sacrificio del animal, etapa donde sucede el rigor mortis, es de suma importancia debido que en esta fase se genera la calidad de la carne en su color textura y sabor. Después del sangrado del animal, no llega oxígeno ni nutrientes a las células del músculo, esto provoca que consuma las reservas de ATP a través de la glucogenólisis. Tras la caída de la temperatura la cual es de 12 a 15°C los músculos sufren una acidificación, cambios bioquímicos y estructurales haciendo que las fibras musculares pierdan su capacidad de contraerse provocando una tensión y rigidez muscular que conduce al rigor (punto de dureza mayor de la carne). Estos efectos pueden modificarse mediante estimulación eléctrica (Pulido, 2018).

Cuando la temperatura disminuye a un valor menor a los 10°C ocasiona una contracción de los músculos, aunque contengan ATP. La contracción por frío en los músculos afecta a los procesos bioquímicos de la maduración, es decir el enterneamiento de la carne. Mediante la estimulación de descargas eléctricas se acelera el proceso de rigor, impidiendo el desarrollo de la contracción muscular. Tras este proceso de estimulaciones se obtienen carnes más tiernas a pesar de una refrigeración rápida, la cual es practicada para disminuir el crecimiento de bacterias mesófilas. Esta técnica ha sido utilizada en la producción de conejos debido a sus efectos bacteriostáticos provocado por la disminución del pH, impidiendo así la reproducción de las bacterias (Ouhayoun, 1991).

El proceso de maduración de la carne de conejo es 2 veces menor que en la carne de bovino. Su velocidad de maduración, es de 2 a 20 veces más lenta que en el cerdo y pollo. La calidad de su carne puede ser cambiada por medio de su alimentación (suplementación de aceites, vinagres entre otros), técnicas de sacrificio, ayuno antes del sacrificio entre otras técnicas. Es considerada una carne de buena calidad con una buena relación de proteínas y grasas (Pérez, 2008).

Cuadro 9. Contenido de proteína y grasa de la carne de conejo (g/100g)

Porción de carne.	Nutriente.	Cantidad.
Lomo	Proteínas	22.1
	Grasas	1.2
Pierna	Proteínas	21.2
	Grasas	3.0

Fuente: (Adaptado de: Pérez, 2008).

2.14. Calidad de la carne

La calidad dietética de la carne de conejo se basa en su composición mineral (bajos niveles de Sodio y Potasio) y en su escasa cantidad de colesterol que contiene (Catán, 1990).

2.14.1. Rendimiento de la canal

El rendimiento en canal es el porcentaje de peso de la canal en relación con el peso vivo. Se obtiene dividiendo el peso de la canal en el peso del conejo vivo multiplicado por cien (Godoy, 2001).

En animales jóvenes con un peso de 1.5 kg en vivo y con la carne en un estado bueno, es de 50%, siendo un máximo 60 % y en animales adultos muy grandes se alcanza hasta el 65% (Pérez, 2008).

Un estudio realizado, reporto un mayor rendimiento en canal por parte de la raza Ruso Californiano 54.50 ± 0.45 con respecto al de raza Nueva Zelanda 53.56 ± 0.26 y por último la raza Chinchilla 52.2 ± 0.29 con conejos sacrificados a los 75 días. Se considera que el promedio normal es del 50 a 55% (Manual Agropecuario, 2002).

Un estudio realizado por la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO), muestra que conejos de la raza California y California-Nueva Zelanda presentaron mayor peso vivo. Después del sacrificio la raza California presentó un mayor peso de canal caliente y fría mientras que la raza Nueva Zelanda-California obtuvo el peso menor; la raza Nueva Zelanda obtuvo un peso similar. El resultado del peso de la raza Nueva Zelanda-California se vio afectado por ser el mayor en el peso de contenido gastrointestinal, lo cual afectó al peso de la canal (Hernández y Aquino, 2015).

Cuadro 10. Peso y rendimiento de la carne de tres razas de conejo

Raza / Variables	California	Nueva Zelanda	Nueva Zelanda- California
Peso vivo, Kg	2.55	2.47	2.58
Peso canal caliente, Kg	1.19	1.11	1.07
Rendimiento canal caliente, %	46.83	45.17	47.35
Peso canal frio. kg	1.18	1.11	1.07
Rendimiento canal frio, %	46.79	44.83	47.026
Peso cuerpo vacío, %	2.08	2.03	1.87

Fuente: (Adaptado de: Hernández *et al.*, 2015).

2.14.2. Características de la carne (retención de agua, pH y color)

Retención de agua

Es la capacidad de la carne de retener en su totalidad o parcialmente el agua que posee. La retención de agua por parte del músculo es importante debido a que parte de su calidad es evaluada por factores sensoriales y nutritivos. Desde un enfoque sensorial, la retención de agua tiene importancia en la jugosidad, color, dureza y textura de la carne. En cuanto al enfoque tecnológico, carne con una baja retención de agua, producirán goteo en cambio con una alta retención de agua producirán hinchamiento. Por último, en cuanto al enfoque nutritivo una retención de agua baja en la carne, además de la pérdida de agua pierde de igual forma minerales, vitaminas y proteínas (Sierra, 2006).

Cuando el músculo está en proceso post rigor su constitución de agua es del 75% y tiene un 87% del volumen de las células musculares como las miofibrillas; el agua permite difusión e interacción de sustratos y enzimas, determina la plasticidad y rigidez de las proteínas insolubles. La mayor parte del agua del músculo se mantiene dentro de las miofibrillas, entre las miofibrillas y la membrana celular de las células musculares. La cantidad de esa agua puede cambiar debido a diversos factores relacionados con el propio tejido y manejo de la canal; como consecuencia tiene efectos como un peso menor de la canal, menor rendimiento, menores cortes y calidad de la carne. De esta manera se define que la capacidad de retención de agua (CRA) es la capacidad de la proteína en la carne que tiene para retener agua (Jáurez, 2018).

Existen varios métodos para determinar la capacidad de retención de agua, como lo son la cocción, la descongelación, la pérdida por goteo y por compresión. En el método de la cocción se pierde una cantidad considerable de masa en forma de jugo de carne, este proceso se encuentra relacionado con la temperatura la cual tiene variaciones de 40 a 80°C, con la cual se pierde mayor cantidad de agua; ocasionando el incremento de la rigidez de las estructuras miofibrilares a causa de la desnaturalización de las proteínas. Con respecto a la pérdida de agua por goteo su importancia radica al presentar un peso bajo de la canal y corte, por lo tanto, afecta el rendimiento y calidad de la carne (Jáurez, 2018).

El pH

El pH es la característica de calidad más importante de la carne ya que afecta directamente a las propiedades y estabilidad de las proteínas y de su valor final (El cual se mide a las 24 horas post mortem) dependerán los demás atributos de la calidad de la carne, como lo son la retención de agua, textura y el color. El pH dependerá de la cantidad de glucógeno. El glucógeno pasará a glucosa y mediante vía anaerobia pasará a ácido láctico. Cuando más se aproxima a un punto isoeléctrico de las proteínas del músculo menor será la capacidad de retención de

agua tendrá la carne. El pH en condiciones normales será superior al punto isoeléctrico. Cuando aumenta el ácido láctico el pH se acercará al punto isoeléctrico y si es igual a este, la repulsión de las proteínas será nula. Sin embargo, cuando la cantidad de ácido láctico es menor, el pH es mayor que el punto isoeléctrico por lo tanto las proteínas de la carne estarán cargadas negativamente siendo así mayor su repulsión, teniendo una mayor expansión aumentando así su capacidad de retención de agua. Por lo tanto, los animales que presentan poco glucógeno en el sacrificio presentarán mayor pH (Pulido *et al.*, 2018).

Los cambios de pH se dan durante el sacrificio de los animales, por la interrupción del metabolismo vivo del animal, dando inicio al proceso de descomposición la mayoría de sustancias orgánicas formadas por enzimas tisulares que cambian los procesos de síntesis a procesos de descomposición, debido de igual manera por la degradación de glucógeno muscular a ácido láctico (los indicadores de la calidad de carne dependen de la cantidad de glucógeno), la cual es propiciada por la glucólisis anaeróbica, durante la cual el ácido láctico acidifica el ambiente, inactiva enzimas glicolíticas dando como resultado un pH bajo, cayendo de un nivel de 7.0 (nivel estándar en animales vivos) hasta alcanzar niveles de 5.4 a 5.7 en las primeras 48 horas post-mortem, lo cual aumenta su vida útil de anaquel (Jáurez, 2018)

El pH se encuentra relacionado con el metabolismo energético del músculo, lo cual es un papel clave en el mantenimiento de la calidad de la carne durante su almacenamiento, contribuye manteniendo un balance con efecto bacteriostático, cuando sus niveles son bajos (Del Toro *et al.*, 2016).

El pH final de la carne y la tasa de caída del pH se relacionan con los eventos bioquímicos en los periodos pre y post-mortem al ejercer acción sobre los componentes estructurales en las células musculares y tejido conectivo asociado, es decir la velocidad y el grado de pH sobre la desnaturalización de las proteínas, el espaciado del reticulado miofibrilar y la contracción en las células musculares

es fundamental para determinar la calidad de la carne cruda y cocida (Del Toro et al., 2016).

Los valores considerados como normales en la carne de conejo son de 5.7 a 6.0, en la carne de conejo el pH se mide en el músculo *Longissimus* y en el *Bíceps femoris*. (Sierra, 2006).

Color

El color es una impresión producida por el reflejo de la luz a la materia (viva o no viva), es decir es una percepción visual que se genera en el cerebro de humanos y animales. El color de la carne es un factor muy importante a considerar para el consumidor, ya que está afecta en su decisión para consumir; es un indicador que refleja frescura y calidad (Jáurez, 2018).

El color en la carne dependerá del tipo de músculo y de la concentración de mioglobina que contenga el músculo, de igual manera dependerá del estado de oxidación del hierro perteneciente del grupo hemo. El color de la carne de igual manera se ve afectado por la estructura de la fibra muscular, el nivel de grasa intramuscular y el estado físico de las proteínas musculares (Pulido et al., 2018).

Para la carne de conejo se sugiere que las medidas del color se obtengan de los músculos de mayor importancia comercial, los cuales son *Longissimus dorsi* y *Biceps femoris*, los cuales son considerados los músculos mas representativos en estudios relacionados con la calidad de carne proveniente de conejo. En la siguiente tabla se muestran variables de color en carne en diferentes especies donde la letra L* representa la luminosidad y va desde 0 (negro) hasta 100 (blanco) la letra a* y b* representan variaciones entre rojizo-verdoso y amarillento-azulado respectivamente (Sierra, 2006).

Cuadro 11. Parámetros del color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos

Especie	Músculo	L*	a*	b*
Conejo	<i>Bíceps femoris</i>	52.08	3.47	4.4
Pollo	<i>Pectorales</i>	81.17	2.62	15.9
Cerdo	<i>Longissimus</i>	57.0	7.44	15.9
Bovino	<i>L. lumborum</i>	41.7	20.7	21.1

Fuente: (Adaptado de Sierra, 2006).

2.15. Uso de aditivos en alimentación animal

Los aditivos que son empleados en la alimentación animal son numerosos y heterogéneos, por lo cual es difícil hacer una definición precisa. El aditivo alimentario es un producto el cual se incluye en la dieta alimentaria de los animales de interés zootécnico, la inclusión de éste es a niveles bajos, su propósito es el de incrementar la calidad nutricional del alimento y la salud o bienestar de los animales (Carro *et al.*, 2006). Otra definición del reglamento CE 1831/2003 dice que los aditivos para piensos son sustancias, microorganismos o preparados distintos de materias primas, así como premezclas que se añaden en el alimento o agua de los animales de interés zootécnico para influir en las características de los piensos, consecuencias ambientales de la producción animal, en los rendimientos productivos, bienestar, salud, mediante su influencia en el perfil del microbiota intestinal o la digestibilidad de los alimentos (Ravindran, 2010).

El principal objetivo del reglamento CE 1831/2003 fue establecer un procedimiento comunitario para la evaluación y la autorización de la comercialización y uso de los aditivos para la alimentación animal; e introducir normas de vigilancia y etiquetado de los aditivos y premezclas, con el fin de garantizar la salud humana, la sanidad y

bienestar de los animales y el cuidado del ambiente. Por estas razones se estableció que los aditivos que son empleados en la alimentación animal no deben tener un efecto adverso para la sanidad animal, la salud humana o efectos negativos en el ambiente, por el contrario los aditivos deben cumplir estas funciones: influir positivamente en las características del pienso, influir positivamente en las características de los productos animales, influir positivamente en el color de peces y aves ornamentales, satisfacer las necesidades alimentarias de los animales , influir positivamente en la producción , actividad o el bienestar de los animales , especialmente actuando en la microbiota gastrointestinal o la digestibilidad de los piensos y tener un efecto coccidiostático o histomonostático (Carro *et al.*, 2006).

Los aditivos para piensos son asignados para una o más categorías, estas varían según su función y propiedades teniendo así: Aditivos sensoriales (ej. Aromas y pigmentos), aditivos tecnológicos (ej. antioxidantes, emulsificantes o acidificantes), aditivos nutricionales (ej. vitaminas, minerales traza, aminoácidos), aditivos zootécnicos (ej. potenciadores de la digestión, estabilizadores de la microbiota intestinal) (Ravindran, 2010).

En los años 40, se utilizaban diversos productos antimicrobianos como promotores del crecimiento animal (APC). Fueron los antibióticos los primeros aditivos que fueron usados de manera común, sin embargo, su uso indiscriminado dio pauta a su prohibición en algunos países, dando inicio a la búsqueda de otro tipo de aditivos nutricionales como alternativa (García y García,2015).

Algunos de los aditivos que se emplean en la alimentación animal mejoran la eficiencia de los nutrientes, incrementan la tasa de crecimiento animal, controlan problemas entéricos, cambios en comportamientos productivos y cambios en la respuesta inmuno-moduladora; estos cambios mencionados producen cambios en los indicadores fisiológicos benéficos, así como en los indicadores productivos y de la salud, logrando así la disminución de los costos e incrementando la eficiencia en los sistemas productivos (García y García, 2015).

En la nutrición de los conejos se han empleado diversos aditivos para mejorar los parámetros productivos, mejorando así la eficiencia en los sistemas de producción cunícola (Carro, 2006). Se han realizado diversos estudios en los aditivos conservadores los cuales utilizan sus ácidos o sales, y estos en su mayoría se trata de ácidos orgánicos con una estructura química basada principalmente en el carbono, estos tipos de aditivos reducen el pH del alimento favoreciendo así la conservación de los alimentos. La utilización de los aditivos conservadores está limitada, siendo solo autorizados aquellos que no tienen limitaciones de tipo legal en cuanto a las dosificaciones en los piensos (Marzo *et al.*, 2001).

El efecto de los aditivos conservadores dentro del organismo de los animales, es incrementar la digestibilidad y la retención de varios nutrientes y la alteración de la microbiota del tracto gastrointestinal, su efecto inhibitor del crecimiento de bacterias (Gram negativas principalmente) y de hongos ayudan como una alternativa o complemento a los antibióticos (Castro, 2005).

Probióticos

Los probióticos son los aditivos cuyo empleo esta mas extendido y es favorablemente acogido por su significado positivo en la alimentación animal; una definición para estos dice que los probióticos son cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos, los cuales, aplicados en la alimentación de los animales, benefician al hospedero, mejorando las propiedades de la población microbiota intestinal natural. En la práctica natural suelen ser presentados bajo formas administradas en polvos para diluir en agua para beber o en los piensos de los animales (Ávila *et al* 2010).

Los microorganismos que componen principalmente a los probióticos se tratan de organismos capaces de producir ácido láctico, de igual manera son incluidas bacterias no lácticas, levaduras y hongos. En general el propósito es establecer una

microbiota intestinal favorable, antes que microorganismos causantes de enfermedades colonicen el intestino. Existen controversias sobre el mecanismo de actuación de los probióticos, ya que ejercen una acción competitiva por la mucosa intestinal, por determinados nutrientes, producción de sustancias antimicrobianas. Se han estudiado sus efectos en aves, cerdos, bovinos y otros animales teniendo respuestas inmuno-moduladoras, en la salud y comportamiento de los animales (Caja *et al.*,2003).

Prebióticos

Se define el termino prebiótico como un ingrediente alimenticio el cual beneficia al hospedero por la estimulación selectiva del crecimiento y actividad de uno o un número limitado de bacterias del colón, que conllevan al mejoramiento de la salud. Otra definición señala que los prebióticos como ingredientes alimenticios, los cuales se fermentan selectivamente por la población microbiota del intestino, modificando su composición y actividad metabólica, contribuyendo a mejorar la salud del hospedero. Los prebióticos deben cumplir las siguientes características: No ser hidrolizados o absorbidos en la parte superior del tracto gastrointestinal; ser un sustrato selectivo, para uno o un grupo limitado de bacterias intestinales beneficiosas (*Lactobacillus spp* y *Bifidobacterium spp*) y tener la capacidad de modificar la población microbiana o actividad mas benéfica. Con la adición de productos prebióticos en las dietas destinadas a los animales monogástricos se modifica la población microbiana de su colón, proporcionando beneficios a la salud de estos, intervienen en la estimulación del sistema inmune, regulan niveles de glucosa y el metabolismo lipídico (Curbelo *et al.*, 2012).

Las enzimas entran en la clasificación de aditivos, estas mejoran la digestibilidad de determinados compuestos presentes en los alimentos, pueden contribuir a evitar o prevenir en cierta medida la aparición de ciertos trastornos que afectan al tracto digestivo (García *et al.*, 2017).

2.15.1 Uso de aditivos en conejos

Las enfermedades infecciosas en el aparato digestivo de los conejos representan el 71% de las patologías que afectan a esta especie, las cuales por lo regular suelen causar alta mortalidad en la etapa posterior al destete. La prohibición europea del uso de probióticos para la prevención de enfermedades digestivas y la poca diversidad de moléculas para su tratamiento permitidos en la cunicultura, causa la búsqueda para reducir estos problemas (Ayala et al., 2012).

El uso de aditivos líquidos de levaduras, son los más empleados en conejos, ya que permiten bajar los costos de producción, ejercen acciones que favorecen la sobrevivencia de la microbiota intestinal, aumentan su actividad y ayudan a aumentar la digestibilidad del alimento, mejoran parámetros como lo es la ganancia de peso, el consumo de alimento y un mayor aporte de nutrientes. Levaduras como *Kluveromyces lactis*, *Saccharomyces cerevisiae* e *Issatchenkia orientalis* las cuales se obtienen de la fermentación del bagazo de manzana, han demostrado ser un probiótico de buena calidad mejorando los parámetros productivos y de bajo costo (Prieto et al., 2018).

El uso de absorbentes de toxinas como aditivos en la dieta de conejos aún no se han estudiado, su aplicación sería como medida de seguridad, debido a la sensibilidad del conejo en procesos de enterotoxemia, teniendo que cumplir las medidas de prevención para la conservación de los piensos de una posible contaminación fúngica (García y García, 2015).

El propionato de Calcio está dentro de los ácidos orgánicos que han generado un interés, en el uso de sales acidificantes como los formatos, diformatos y propionatos en su forma sólida ya que son más fáciles de manejar, no son corrosivas y no son inodoras que su contraparte en presentación de ácidos libres. Favorecen el ecosistema microbiano cecal optimizando la digestión, absorción intestinal de proteínas y minerales, estimulan a convertir a los nutrientes no absorbidos del

intestino delgado en ácidos grasos volátiles, así generando un rendimiento productivo de la calidad de la carne (Martínez, 2019).

Se han realizado diversos estudios en Japón desde 1965 usando los minerales de zeolita como un aditivo dietético para varios animales domésticos, entre ellos el conejo. Sus propiedades antimicrobianas sin ser antibiótico pueden deberse a la alcalinidad y a su capacidad amortiguadora en el tracto gastrointestinal. La enteritis es una de las causas mayores de mortalidad en conejos con pérdidas de hasta el 61.2%. Diversas investigaciones se sugieren que la adición de zeolitas en las raciones de conejos ayuda a reducir la incidencia de enteritis (Cosma, 2008).

Las vitaminas son componentes esenciales en las dietas de los animales y se sabe que además de tener funciones específicas influyen en la respuesta del sistema inmunológico. Los animales son capaces de sintetizar la colina a través de la etanolamina (compuesto químico orgánico). Los animales producen colina de manera endógena en el hígado, sin embargo, a medida que estos van envejeciendo las cantidades de producción de colina van disminuyendo ya que pierden la capacidad de producirla. Por lo cual el hombre ha logrado sustituirlo por medio de la extracción de ciertas hierbas aplicadas en fórmulas herbales para piensos o capsulas, En la actualidad se está trabajando con extractos de plantas en la producción pecuaria, en Europa la Community Register of Feed Additives en 2008 registraron más de 20 extractos de hierbas; uno de esos productos es la biocolina que ésta compuesta de colina natural altamente biodisponible (Valencia, 2019).

2.16. Uso de aditivos herbales como promotores del crecimiento

Una alternativa para sustituir los probióticos promotores del crecimiento son los extractos de plantas y aceites esenciales, Estos promotores ejercen acción antimicrobiana sobre la población gastrointestinal, favorecen la absorción del intestino, estimulan la secreción enzimas digestivas, aumenta la palatabilidad de los

alimentos y estimulan su ingestión y por último estimulan el sistema inmunológico del conejo (Ayala *et al.*,2012).

Los aditivos herbales o fórmulas herbales son aquellos que se obtienen a través del extracto de plantas o partes de éstas (hojas, tallos, ramas, semillas, aceites). Siendo uno de los grupos de aditivos que tiene mayor éxito en la medicina veterinaria por sus diversos ingredientes activos. Tienen efecto antioxidante y antimicrobiano gracias a sus metabolitos secundarios que contienen (Pulido, 2018).

El contenido de estas fórmulas herbales tienen también un efecto antiparasitario y procesos de origen fúngica y vírica, estimula las defensas del organismo, no tienen efectos secundarios o contradicciones (Marzo *et al.*,2001).

Se realizaron estudios con *Salvia lavandulifolia* y *Salvia officinalis*, dichas plantas fueron probadas como promotores del crecimiento en una dieta para conejos en crecimiento, teniendo resultados favorables en el crecimiento y desarrollo de los conejos, esto debido a que en sus componentes activos contenidos en sus aceites tienen efectos benéficos en la salud y mejoran los parámetros productivos (Ayala *et al.*,2012).

De las semillas y tallos se pueden obtener extractos herbales las cuales son sustancias específicas, como los aceites esenciales, los cuales son ricos en ácidos fenólicos, terpenoides, tocoferoles y polifenoles. Se han realizado diversas fórmulas poliherbales gracias a los metabolitos que contienen las hierbas, éstas están compuestas de diversas plantas o partes de ellas, con la finalidad que la mezcla de metabolitos que produzcan efectos diferentes; como antimicrobiano, antioxidante e inmunoestimulante (Pulido, 2018).

En la actualidad diversos productos son utilizados como aditivos para la alimentación animal, una gran parte de estos productos están elaborados a partir de hierbas(fórmulas poliherbales) son mezcladas en forma de piensos y son ofrecidos en el mercado; poseen efectos positivos sobre el rendimiento del animal y en su estado de salud debido a sus propiedades (funcionamiento óptimo del aparato digestivo, propiedades antimicrobianas, antiparasitarias, antioxidantes y antiinflamatorias) siendo por estas razones su uso una actividad con futuro en la producción animal (Ponce ,2018).

2.17. Fórmula polih herbal (biocolina) como aditivo en la producción animal

La biocolina es producto polih herbal elaborado con plantas, la cuales incluyen *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermun ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata* estas plantas contienen colina en forma de conjugados de colina principalmente en fosfatidilcolina (Valencia, 2019).

Tener fosfatidicolina como conjugado, convierte a la biocolina en una fuente mucho más eficiente para ejercer las funciones de la “colina” ya que a comparación del cloruro de colina (origen sintético) no tiene componentes tóxicos, no es higroscópica (sustancia que absorbe la humedad) y adicionalmente cumple con funciones metabólicas como es intervenir positivamente en el metabolismo de la energía. La fosfatidilcolina comparada con la colina es libre en alcanzar niveles altos en sangre y por más tiempo (Suarez, 2018).

La biocolina además de contar con los nutrientes conjugados de colina (fosfatidilcolina), cuenta con otros metabolitos con propiedades antimicrobianas, antiparasitarias, antioxidantes y metabolitos con propiedades antisépticas y actividades antiinflamatorias, teniendo así ventaja sobre las fuentes convencionales de cloruro de colina (Valencia, 2019).

La biocolina es un producto polihierbal elaborado con plantas, las cuales incluyen: *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrillus colocynthis*, *Andrographis paniculata*, a continuación, se mencionan los principales efectos de dichas plantas:

Anchyrantes aspera se trata de una hierba anual o perenne (dura más de dos años) la cual es de una estructura erecta, de aproximadamente 2 metros de altura, posee flores de color blanco verdosas y numerosas espigas. Tradicionalmente esta planta es ocupada para tratar neumonías, el asma y ciertas dermatitis. Posee efectos antipiréticos, mucolíticos, efectos de laxante y diuréticos. Esta planta suele encontrarse en Asia tropical, América, África y Australia (Srivastav *et al.*,2011).

Trachyspermum ammi también conocida como Ajwain es una planta la cual se encuentra distribuida por toda la India, su fruto posee propiedades estimulantes, antiespasmódicas, carminativas. Es utilizada para combatir infecciones fúngicas, como antioxidante, antimicrobiano, antiparasitario, como diurético entre otras propiedades. Sus semillas poseen aproximadamente del 2 al 4.4% de un aceite de color marrón el cual ésta compuesto principalmente de timol (50%); el cual es utilizado en dolencias gastrointestinales. Es una planta de regiones áridas y semiáridas de la India, Pakistán, Afganistán e Irán (Bairwa *et al.*,2012).

Azadirachta indica también conocida como neem es un árbol el cual posee una altura de 30 a 40 metros. Posee follajes de uso medicinal originaria de la India, fue introducida a otros países de América, Asia, África; ésta presente en zonas tropicales. El tallo de las hojas mide de 20 a 40 cm aproximadamente y tienen alrededor de 30 hojas verdes oscuras, posee flores blancas colocadas como panículas colgantes de una longitud de 25 cm. Tradicionalmente es ocupado por sus propiedades antipiréticas, antihelmínticas y como laxante (Biswas *et al.*,2002).

Citrullus colocynthis es una planta medicinal la cual es empleada como remedio abortivo y para tratar el estreñimiento; posee propiedades antimicrobianas, antiparasitarias, antipiréticas y combate células cancerígenas. Se realizó un examen fitoquímico de la planta mostró la presencia de grandes cantidades de fenólicos y flavonoides. Es originaria de África y fue distribuida al resto del mundo. Es una planta con tallo rugoso, posee hojas lobuladas y flores amarillas (Kumar et al.,2008).

Andrographis paniculata es una planta anual de origen Indico; la cual se a ocupado en medicina tradicional asiática durante siglos. Las partes aéreas de la planta son las más utilizadas tienen propiedades para tratar dermatitis, como agente antipirético, como agente purificador de la sangre, infecciones respiratorias del tracto superior y agente desintoxicante. Posee constituyentes de diterpenoides, lactonas, glúcidos de diterpeno, flavonoides y flavonoides glucósidos (Akbar,2011).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La prohibición del uso de antibióticos como promotores del crecimiento por parte de la Unión Europea en 2006, es un reto el cual está enfrentando la producción animal en la actualidad. Debido a esta prohibición los sistemas de producción animal, así como los médicos veterinarios zootecnistas han tenido que desarrollar alternativas por medio de investigaciones para la obtención de productos que tengan los mismos efectos que los antibióticos en la inclusión en las dietas de los animales con fines zootécnicos; es decir que sean promotores del crecimiento y tengan un efecto estabilizador en la población microbiana del tracto gastrointestinal. Uno de estos productos son las fórmulas poliherbales que se han empleado en investigaciones en la dieta de animales, las cuales presentan una gran cantidad de metabolitos secundarios, los cuales son benéficos en los animales o bien pueden presentar efectos adversos (tóxicos o anti nutricionales). Por dichos motivos la presente investigación pretende tomar al conejo como modelo de investigación para determinar si la formula polih herbal biocolina (*Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*) tiene efectos positivos y puede ser empleada como un aditivo promotor del crecimiento.

4. JUSTIFICACIÓN

La utilización de fórmulas poliherbales incluidas en las dietas de los animales con fin zootécnico, es una alternativa para remplazar a los antibióticos los cuales fueron prohibidos por la Unión Europea en 2006. Ya que estos actúan como promotores del crecimiento y por sus efectos estabilizador en el tracto gastrointestinal, gracias a que cuentan con diversos metabolitos secundarios; los cuales tienen efectos positivos en el organismo del animal o bien pueden presentar efectos tóxicos en ellos. Debido a esto la presente investigación toma como modelo de investigación al conejo (*Oryctolagus cuniculus*) para determinar si la fórmula polih herbal biocolina la cual esta compuesta por las plantas: *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrillus colocynthis* y *Andrographis paniculata*; tiene efectos positivos en las características de la calidad de la canal de conejos en finalización.

5. HIPÓTESIS

El uso de la fórmula polihierbal “biocolina” la cual está compuesta por las plantas *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*; mejorará la calidad de la canal de conejos en finalización.

6. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la adición de una fórmula polihierbal (Biocolina) a base de las plantas *Anchyrantes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata* sobre la calidad de la canal en conejos en finalización.

Particulares

- Determinar el efecto de la adición de una fórmula poli herbal (Biocolina) sobre las características de la canal de conejos en finalización.
- Determinar el efecto de la adición de una fórmula poli herbal sobre características de calidad de la canal de conejos en finalización.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó acabo en las instalaciones de la Posta Zootécnica del Centro Universitario UAEM Amecameca de la Universidad Autónoma del Estado de México.

En el cuadro 12, se presentan la dieta realizada para el experimento a la cual se le adicionó 0.0, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 ppm de la fórmula poli herbal conformando así los 5 tratamientos, los cuales se ofrecieron a los conejos en forma de pellet.

Cuadro 12. Dieta experimental con la inclusión de la fórmula polih herbal (100 kg).

Ingredientes	0.0 mg/kg	0.20 mg/kg	0.40 mg/kg	0.60 mg/kg	0.80 mg/kg
Salvado de trigo (Kg)	33	33	33	33	33
Heno de alfalfa (Kg).	19	19	19	19	19
Grano de maíz (Kg)	19	19	19	19	19
Pasta de soya (Kg)	17	17	17	17	17
Alfalfa (Kg)	9	9	9	9	9
Aceite vegetal (kg)	2	2	2	2	2
Levadura (Kg)	1	1	1	1	1
Fórmula polih herbal (mg)	0	20000	40000	60000	80000

Fuente: (Elaboración propia).

Para el experimento se utilizaron 50 gazapos de 30 días de edad con un peso vivo promedio de 940 gramos, los animales fueron alojados de manera aleatoria en jaulas metálicas de 40 X 60 cm colocando un animal por jaula, las cuales contaban con comederos y bebederos, empleando 10 animales por tratamiento, a cada animal se le consideró como unidad experimental.

Los gazapos fueron adaptados a las dietas experimentales durante siete días para posteriormente realizar el pesaje inicial, el alimento se ofreció a libre acceso al igual que el agua; para cualificar el consumo de alimento se pesó la cantidad ofrecida y rechazada.

Prueba de comportamiento productivo:

El consumo voluntario es determinado por el alimento ofrecido menos el alimento rechazado diariamente hasta estimular una media de lo ofrecido y lo rechazado durante el tiempo total de engorde (**Jiménez, 2011**).

Fórmula:

$$CV = \left(\frac{SAOD}{TTE} \right) - \left(\frac{SARD}{TTE} \right)$$

Donde:

CV = Consumo voluntario

SAOD = Suma del alimento ofrecido diario

SARD = Suma del alimento rechazado diario

TTE = Días del experimento

La ganancia diaria de peso se determina por medio del peso al sacrificio menos el peso al inicio del experimento dividido entre el tiempo total de engorde (**Martínez, 2012**).

Fórmula:

$$GDP = \left(\frac{PS - PIExp}{TTE} \right)$$

Donde:

GDP = Ganancia de peso

PS = Peso al sacrificio

PIExp = Peso al inicio del experimento

TTE = Tiempo total del experimento

La conversión alimenticia se determina por medio del total del alimento balanceado consumido en la etapa de engorde entre el peso al sacrificio (Valdéz, 2008).

Fórmula:

$$CA = AC/PS$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

PS = Peso al sacrificio

Se realizó el faenado, quitando la piel, vísceras torácicas y abdominales, para así obtener las canales. La piel, vísceras torácicas, abdominales y canal se pesaron inmediatamente, seguido de esto las canales se colocaron en bolsas plásticas y se refrigeraron en una cámara fría por 24 horas a 4°C, se pesaron transcurridas las 24 horas para considerar el peso de la canal fría.

Se determinó el pH de la carne mediante el empleo de un potenciómetro de penetración, esto fue en el músculo *Longissimus dorsi* en su porción lumbar, además se midió el color del mismo músculo mediante el uso de un colorímetro obteniendo los valores de luminosidad (L), color amarillo (b) y color rojo (a), así como el índice de croma y el ángulo HUE.

Finalmente se determinó la retención de agua mediante la técnica de pérdida de agua por goteo, por cocción y por presión, todo esto en una disección del músculo *Longissimus dorsi* en su porción lumbar.

Una vez obtenidos los datos de la fase experimental y de laboratorio, estos se analizaron empleando un diseño completamente al azar con comparación de medidas por la prueba Tukey con un nivel de $P > 0.05$, en el caso de índice y valores reportados en porcentaje, se realizó un ajuste mediante su valor en Arco Tangente con la intención de normalizarlos y así poder realizar el análisis paramétrico.

8. RESULTADOS

Una vez concluido el experimento se obtuvieron los calores de la prueba productiva los cuales se muestran en el cuadro 13, con respecto al peso final no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), del mismo modo no se observaron diferencias en la ganancia diaria de peso, tal situación no se esperaba debido a que los aditivos herbales con derivados de colina han mostrado un incremento en producción de leche (Ortega et al., 2021), así como un ligero incremento en la ganancia de peso en corderos (Razo et al., 2020), quizás en conejos no hubo la suficiente exposición al aditivo para observar estos cambios ya que en esta especie la fase de crecimiento y finalización es muy corta.

Cuadro 13. Efecto de fórmula polih herbal en la canal de conejos en finalización

	Fórmula Polih herbal, mg/kg					EEM	P
	0.0	200	400	600	800		
Peso final (g)	1444.3	1505.5	1461.5	1443.6	1429.3	38.25	0.44
Consumo de alimento (g)	82.9 ^a	87.6 ^b	88.6 ^b	89.3 ^b	91.1 ^b	3.22	0.006
Ganancia diaria de peso	27.7	30.0	28.3	27.2	26.3	1.85	0.45
Conversión alimenticia	3.0 ^b	2.97 ^a	3.18 ^c	3.2 ^c	3.4 ^c	0.12	0.005
Peso canal caliente (g)	777.3	845.6	794.4	773.1	769.6	59.51	0.63
Peso canal frío (g)	749.7	816.1	764.7	743.0	739.7	58.88	0.61

EEM, error estándar de la media; P, Probabilidad ($P<0.05$)

Literales diferente indican diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$)

Con respecto a consumo de alimento se observó diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$), en todos los tratamientos donde hubo adición de la fórmula polih herbal se incrementó el consumo de alimento, esto debido a que se estimuló una mejor tasa de pasaje en el tracto gastro intestinal optimizando los proceso de paso y por ende el consumo, tal situación podría considerarse desventajosa debido

a que se puede incrementar el costo de la alimentación, pero se observó una mejor conversión alimenticia en el tratamiento de 200 mg/kg de alimento ofrecido, esto indica que hay mayor eficiencia alimentaria a este nivel de adición sosteniendo la optimización en la alimentación.

Con respecto al peso de la canal caliente y fría no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos, esto debido a que no se modificó el rendimiento y es consecuencia del peso final, el rendimiento general fue de 54% de peso vivo a peso de canal caliente y de 52% en canal fría, siendo estos valores normales para la especie en cuestión.

Cuadro 14. Características de la calidad de la carne, obtenidos del musculo Longissimus dorsi, de conejos en finalización alimentados con la fórmula polihierbal biocolina.

Item	Mezcla polihierbal mg kg ⁻¹					EEM	P-valor
	0	200	400	600	800		
pH	5.5 ^a	5.6 ^a	5.8 ^b	5.6 ^a	5.8 ^b	0.06	0.004
L*	51.3	54.3	51.9	57.0	53.5	1.45	0.12
a*	3.8	4.2	4.0	4.3	4.8	0.53	0.20
b*	3.0 ^a	4.3 ^b	3.5 ^a	4.7 ^b	4.6 ^b	0.42	0.009
Croma	4.9 ^a	6.1 ^b	5.4 ^{ab}	6.4 ^b	6.7 ^b	0.58	0.03
Hue	180.	180.7	180.7	180.8	180.7	0.063	0.13
Pérdida por goteo (%)	3.7	3.5	3.8	4.0	3.9	0.016	0.15
Pérdida por cocción (%)	33.9	34.9	33.6	34.4	34.1	0.002	0.39
Pérdida por presión (%)	20.3	17.5	20.9	20.0	20.0	0.000	0.86
						6	

EEM – Error estándar de la media; $P\leq 0.05$; L*: luminosidad; a*: tiende a rojo; b*: tiende a amarillo

En cuanto al pH, se observa que hubo diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) siendo el control, 200 y 600 mg/kg los que mostraron el menor valor, indicando esto que la carne es un poco más ácida debido a que el músculo contó con mayor cantidad de glucógeno muscular y se metabolizó a ácido láctico, esta condición es favorable para este tipo de carnes, también se hace mención que el nivel de pH en ningún caso fue excesivo ya sea hacia acidez o alcalinidad.

En cuanto al color se observa que el valor de b y Croma se modificaron por la adición de la fórmula poli herbal, los valores indican que la carne tendió a ser un poco más oscura con tendencia a color marrón, tal situación no es favorable para este tipo de carne ya que se indica que con la adición de la fórmula poli herbal la carne tiene más oxidación de la mioglobina y por ende color marrón.

Con respecto a la calidad de la carne obtenida del músculo *Longissimus dorsi*, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en los valores de L, a y ángulo HUE de colorimetría, del mismo modo en cuanto a pérdidas de agua por goteo, presión y cocción.

9. CONCLUSIÓN

La adición de la fórmula poli herbal en conejos mejoró el consumo de alimento y la conversión alimenticia sin afectar las características de calidad de la carne de conejo, solo la carne tendió a ser marrón.

Por lo cual es recomendable realizar más investigación en esta fórmula polih herbal con otras dosis y en otros productos herbales a fin de establecer si este aditivo herbal es viable para emplearlo en la alimentación de los conejos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akbar, S. (2011). *Andrographis paniculata*: una revisión de las actividades farmacológicas y los efectos clínicos. *Revisión de medicina alternativa*, 16 (1), 66-77.
- Alpízar, J. F. (2006). Alimentos para conejos. Aspectos básicos de alimentación para la producción intensiva, 1-6.
- Alvarado D., Cesia E., B. Í., A.L., V. L. (2017) Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y un Manano oligosacárido comercial en la prevención de patologías digestivas en conejos de raza neozelandés blanco durante la fase de engorde. Bachelor thesis, Universidad de El Salvador.
- Arteaga, M. G. C., García, I. A. C., Ramírez, D. A. G., Sánchez, M. S. G., Cardona, I. Y. T., & Sierra, M. V. (2014). Carne de conejo, alternativa a favor de la salud. *VIDA CIENTÍFICA*, 1(2).
- Ávila, J., Ávila, M., Tovar, B., Brizuela, M., Perazzo, Y., & Hernández, H. (2010). Capacidad probiótica de cepas del género *Lactobacillus* extraídas del tracto intestinal de animales de granja. *Revista Científica*, 20(2), 161-169.
- Ayala, L., Nicola, S., Zoccarato, I., Caro, Y., & Gómez, S. (2012). *Salvia spp.* como aditivo promotor de crecimiento en dietas de conejos destetados.
- Bairwa, R., Sodha, RS & Rajawat, BS (2012). *Trachyspermum ammi*. *Revisiones de farmacognosia*, 6 (11), 56.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, RK & Bandyopadhyay, U. (2002). Actividades biológicas y propiedades medicinales del *neem* (*Azadirachta indica*). *Ciencia actual-bangalore-*, 82 (11), 1336-1345.
- Blas Beorlegui, C. D. (1984). Alimentación del conejo. Edit. Mundi Prensa. España. 215
- Caja, G., González-García, E., Flores, C., Carro, M. D., & Albanell, E. (2003). Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos

orgánicos. In 19. Curso especial "Avances en nutrición y alimentación animal" pp.212p.

Camacho Pérez, M. D. L. Á., Bermejo Asensio, L. A., Viera Paramio, J. J., & Mata González, J. (2010). Manual de cunicultura. Edit. Arte comunicación Visual. España.100.

Camps J. (2000). Conejo Ibérico. Evolución y Taxonomía de los lepóridos y el exclusivo origen Ibérico de los conejos del monte y de los domésticos. Barcelona. (111) 52-68.

Cantán, F. F. (1990). Calidad de la canal y de la carne de conejo de raza gigante de España en tres pesos comerciales de sacrificio. Boletín de Cunicultura, (50), 33-40.

Carro, M. D., Ranilla, M. J., & Tejido, M. L. (2006). Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. Pequeños Rumiantes, 7(3), 26-37.

Castelló, J. A. (1984). Crónica del III Congreso Mundial de Cunicultura. Cunicultura, 9(49), 0083-89.

Castro, M. (2005). Uso de aditivos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 39, 451-458.

Cheeke, P. R., & Arias, R. S. (1995). Alimentación y nutrición del conejo. Madrid: Acribia.

Church. D.C., Pond. W.G. & Pond K.P. (2001). Fundamentos de Nutrición y Alimentación en Animales. 2ta Edicion.Limusa.

Cordero Salas, R., & Rey Corrales, A. (2016). Producción de especies menores (No. 636 C794p). EUNED.

Cosma Fonseca, D. G. (2008). Utilización de una zeolita natural (Clinoptilolita) en la alimentación de conejos en fase de engorde.

Cozzolino, D. (2000). Características de los suplementos utilizados en el Uruguay en la alimentación animal. Instituto nacional de investigación agropecuaria.110.

Curbelo, Y. G., López, M. G., Bocourt, R., Rodríguez, Z., & Savón, L. (2012). Los prebióticos en la alimentación de animales monogástricos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 46(3), 231-236.

- De Blass**, J., **García**, J. & **Carabaño**, R., (2002) Avances en nutrición de conejos “Revisión a las principales peculiaridades del sistema digestivo de los conejos, que son responsables, entre otras causas, de la complejidad de esta producción.” XXVII Symposium de cunicultura de ASESCU. Boletín de cunicultura vol.122 1-9.
- Del Toro**, M. I., **Martínez Aguilar**, Y., **Valdivié Navarro**, M., **Sánchez Chipres**, D., & **Rosales Cortés**, M. (2016). Comportamiento productivo y características de la canal de conejos alimentados con harina de Agave tequilana. REDVET. Revista electronica de veterinaria, 17(10).
- Diaz Zaragoza**. J.C. & **Hicks Gómez Juan**. J.(1995). Bioquímica 2ta Edición. Interamericana. McGRAW-HILL..505-506.
- FAO**. (2012). La mujer y la seguridad alimentaria. FAO.
- García Andrés**, F. (2004). Caracterización de diferentes líneas genéticas para parámetros reproductivos y productivos del centro nacional de cunicultura. (No. SF454. G37 2004.).
- García Hernández**, Y., & **García Curbelo**, Y. (2015). Uso de aditivos en la alimentación animal: 50 años de experiencia en el Instituto de Ciencia Animal. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 49(2).
- García-Vázquez**, L., **Ayala-Martínez**, M., **Zepeda-Bastida**, A., **Ojeda-Ramírez**, D., & **Soto-Simental**, S. (2017). Evaluación de parámetros productivos y rendimiento de la canal de conejos que consumieron infusión de epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Abanico veterinario, 7(1), 44-47.
- Gecele**, P. (1986). Fisiología digestiva del conejo adulto. Monografías de Medicina Veterinaria, 8(2).
- Giannenas**, I. (2013). Recientes avances en nutrición vitamínica para conejos (II). Cunicultura, 38(222), 33-36.
- Gómez y González**, A., **Pinos Rodríguez**, J. M., & **Aguirre Rivera**, J. R. (2009). Manual de producción caprina (No. 636.3910972 G6M3).

- Godoy J.** (2001). Estudio preliminar para definición y estandarización de los cortes comerciales de la canal cunícola en la raza Nueva Zelanda Blanco. Pág.: 62,158, 159,163 -170, 173- 180. Trabajo de grado, universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia.
- Hernández, B. J.,** Aquino L. J. L., (2015). Rendimiento de la canal, color de la carne y evolución del pH muscular en conejos. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.
- INEGI** (2009). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo Nacional Agropecuario 2007. Resultados finales.
- Jáurez Espinosa, M.** (2018). Efecto del romero (*Rosmarinus officinalis L.*) y tomillo (*Thymus vulgaris*) adicionado en la dieta de conejos en engorda, sobre parámetros productivos y calidad de la carne. (Tesis de maestría) Universidad Autónoma del Estado de México.
- Juárez Martínez D.** (2007) Respuesta alimenticia de conejos de las razas; Nueva Zelanda, California Y Azteca a tres raciones. /David, Juárez Martínez (No. SF 454. J87 2007.). (Tesis de Lic.) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Kumar, S.,** Kumar, D., SAROHA, K., Singh, N. & Vashishta, B. (2008). Potencial antioxidante y eliminador de radicales libres de *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. extracto de fruta metanólica. Acta Pharmaceutica, 58 (2), 215-220.
- Labrador, T. R.,** Pascual, A., & Elias, J. (2000). CUBA: desde el Caribe hacia la cunicultura.
- Lebas F.,** Coudert P. et al., (1996). El conejo. Cría y patología. FAO. Roma. pp. 1-19.
- Lemus, L.,** Fuenzalida, M. & Rosas, C. (2015). Desarrollo del aparato urinario. Int. J. Med. Surg. Sci., 2(2):447-454.
- Litterio, N. J.,** & Aguilar, M. S. (2017). Consideraciones anatomo-fisiológicas para el uso prudente de fármacos en conejos. Panorama Actual del Medicamento, 41(405), 679-684.
- Llobet, J. A. C.** (2009). Apuntes para la historia de la cunicultura española. Cunicultura, 34(200), 8.

- López Arreola, J. A. (2017) Carne de conejo como alimento funcional: Una alternativa para la población mexicana. Universidad Autónoma del Estado de México
- López, M. & Sierra, I. (1998). Razas y poblaciones autóctonas de conejos domésticos. Departamento de producción animal y ciencia de los alimentos. 47: 467-461.
- Manual Agropecuario. (2002). Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. 1ª Edición. Editorial Quebecor World Bogotá, S. A. Colombia.
- Martínez, A., & Citlali, Y. (2019). Efecto de sales propionicas de dietas de ovino y conejo sobre la respuesta productiva y calidad de carne.
- Martínez J. A. (2018). Cunicultura el zootecnista, 1, PP.6-9.
- Martínez, M. A. (2004). Cunicultura 2da Edición. México. Copy Mex.
- Martínez, O. (1999). La Cría de Conejo a Pequeña Escala. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. (SAGARPA).
- Marzo, I., Costa-Baltlori, P., & Urdí, L. (2001). Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: Aditivos y alternativas al uso de antibióticos (Argent Export).[Internet].
- Mazorral, C., Fontes, D., Cubilla, N., & Vega, A. D. (2009). Estrategias para modificar el consumo voluntario y la selección de alimentos de los pequeños rumiantes en pastoreo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 43(4).
- Mcdonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., & Morgan, C. (1999). Nutrición Animal. 5ta edición, Edit. Acribia. Zaragoza, España, 576.
- McDowell, L. R. (1989). Vitamins in Animal Nutrition: Comparative Aspects to Human Nutrition. Academic Press. San Diego, California.
- Méndez Espinel, S. A. (2006). Conversión y eficiencia en la ganancia de peso con el uso de seis fuentes diferentes de ácido graso en conejos Nueva Zelanda. Universidad de la Salle. F.M.V. Bogotá- Colombia.
- Mendoza B. (2000): Situación de la cunicultura en México. Boletín de cunicultura N° 117 pp 60-68
- Mendoza, B. (2001). Situación de la cunicultura en México. *Lagomorpha*. No. 117.

Pp 60-68. Barcelona

Merino, J., & Carabaño, R. (2003). Efecto de la cecotrofia sobre la composición química de la digesta y sobre la digestibilidad ileal. *ITEA*, 24(2), 657-659.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca Argentina (MAGyP). (2018). Informe de la producción de carne de ganado a nivel internacional.

Neira Aragón, H. (1987). Anatomía y fisiología comparada del cerdo gallina y conejo. Colombia. 50-53.

Núñez Toscano, F. E. (2018). Caracterización Morfológica del Lagomorfo Silvestre Ecuatoriano en la Provincia de Cotopaxi (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2006). Cría de conejos para combatir el hambre en países en vías de desarrollo. Marzo.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). Informe Latinoamericano sobre Pobreza y Desigualdad 2017: Zonas rurales concentran 60% de pobreza extrema en México. Abril. 24 No. 12/043.

Ouhayoun, J. (1991). Sacrificio y calidad de la carne de conejo. *Cunicultura*, 16(89), 0013-21.

Pérez, M. D. P. H. (2008). La calidad y seguridad de la carne del conejo en el 9º Congreso Mundial de Cunicultura. *Boletín de cunicultura lagomorpha*, (157), 22-30.

Pérez J.F. (2008). Dietas Hipercolesterolemia, ¿para quién? Carne de conejo: equilibrio y salud. Suplemento de Nutrición No. 10. *Cunicultura* 33. Diciembre.

Ponce Pérez, O. Efecto de la adición de una fórmula polihierbal (ImmuPlus®) sobre los parámetros productivos y de la salud en becerras Holstein. Universidad Autónoma del Estado de México.

Prieto, J. R. Efecto del aditivo líquido de levaduras obtenido de la manzana sobre el comportamiento productivo de conejos de engorda (*Oryctolagus cuniculus*) Universidad Autónoma de Chihuahua.

- Pulido, H.**, Ayala, E., & Hernández G. (2018) Análisis productivos y económico de la adición de fórmula polihierbal en conejos en finalización. Avances de la investigación sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México, 991.
- Pulido H. S.** (2018) Efecto de la adición de fórmula polihierbal sobre respuesta productiva, calidad y oxidación lipídica de carne de conejo (Master's thesis, Universidad Autónoma del Estado de México).
- Ravidran, V.** (2010). Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. Institute of Food, Nutrition and Human Health. Massey University, Palmerston North, 4442.
- Reyes Bermúdez, G. M.** (2017). Determinación de parámetros productivos y económicos en cerdos castrados e inmunocastrados, municipio de Ilobasco, departamento de Morazán (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).
- Roca, T.** (2009). Historia de la cunicultura. cunicultura. España.
- Rodríguez Aguilar G.I.** (2012). Competitiva del sistema agroalimentario localizado de un productor de carne de conejo de la zona sur oriente del Estado de México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rodríguez Ferretiz, F.** (2019). Efecto de la metionina y colina protegidas en la producción y calidad de leche en vacas holstein. Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- Romero, C.** (2008). La importancia de la cecotrofia en el conejo. Boletín de cunicultura lagomorpha, (156), 53-56.
- Ruiz Sepa, J. P.** (2017). Utilización de diferentes niveles de vitaminas hidrosolubles suministrado en el agua de bebida en aves de postura (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo)
- SAGARPA** (2013) Buscan productores tecnificar granjas de conejo: Sagarpa. México D.F., 17 de Julio 2013.
- SAGARPA** (2016). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Disponible en: <http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/los-secretos-de-la-cunicultura>

SAGARPA (2013) Cunicultura, alternativa para cruzada contra el Hambre: AGC, Michoacán, Aguascalientes, México.

SAGARPA (2018). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (<http://www.gob.mx/sagarpa/articulos/los-secretos-de-la-cunicultura>).

SAGARPA (2015) Cunicultura, alternativa alimentaria en municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre. México, D.F., jueves 23 de julio de 2015. http://sistemaproductocunicola.org.mx/noticias/Cunicultura,_alternativa_alimentaria_municipios_Cruzada_Nacional_contra_Hambre.html.

SAGARPA (2005) Alianza para el campo programa estratégico de investigación, transferencia y adopción de tecnología agroalimentaria: Programa estratégico para el desarrollo de la cunicultura en México: Producción, transformación y comercialización del conejo, Tlaxcala, México.

Sánchez, D. H., & Peralta, M. A. C. (2001). Digestibilidad *in vitro*, población de bacterias celulolíticas y totales del apéndice cecal, ciego y colon del conejo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 39(3).

Sandford J.C. (1988). *El conejo doméstico*. México: ACRIBIA.

Shimada Miyasaka, A. (2007). *Nutrición animal*. 2ta Edición. México: Trillas.

Sierra Salazar, D M., (2006). Evaluación de los cortes comerciales en canal de conejo: mediante la determinación del pH, terneza y color en las razas de Nueva Zelanda Blanco (NZ), Chinchilla (Ch) y Californiano en Corporica Tibaitata. Tesis de Lic. Universidad de la Salle. Colombia.

Silva Joya, N. Y. (2016). Estudio de mercado para la carne de conejo de la Asociación "AGROPEINTE" SAS en el municipio de Duitama.

Srivastav, S., Singh, P., Mishra, G., Jha, KK y Khosa, RL (2011). *Achyranthes aspera*-Una importante planta medicinal: una revisión. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 1 (1), 1-14.

- Suárez Suárez**, N. E. (2018). Evaluación de biocolina sobre parámetros productivos en el periodo de transición de ovejas east friesland. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Valencia Narváez**, M. Á. (2019). Efecto de la biocolina sobre calidad de leche y comportamiento productivo pre y postparto en vacas lecheras. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Vargas, A.**, González, R., Vargas, R. Y Blanco, F. (2001). Concentración de minerales disueltos, calidad y respuesta a enmiendas del agua para la aplicación de agroquímicos en zonas productoras de banano (*Musa sp.*) de Costa Rica. Revista CORBANA. 24(54): 105-118.
- Vásquez, R.**, Martínez, R., Manrique, C., & Rodríguez, Y. (2007). Evaluación genética del comportamiento productivo y reproductivo en núcleos de conejos de las razas Nueva Zelanda y Chinchilla. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 8(1), 69-74.
- Winkelmann & Lammers**. (1997). Enfermedades de los Conejos. México: ACRIBIA.
- Xiccato & Trocino**, (2007). Segundo Congreso Ibérico de Cunicultura. Italia, un sistema de producción cunícola integrada. Portugal
- Zoot, A., Kirchner** F. R., Usami C. R., Paulín N. T., López G. E., Solís C. G., Ávalos M. R., (2010) Manuales para Educación Agropecuaria “Conejos”, Producción Animal.