



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM AMECAMECA

LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EFECTO DE UNA FÓRMULA POLIHERBAL CON COLINA SOBRE LOS
PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) EN
FINALIZACION”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

SANCHEZ GALICIA JONATHAN JARED

Asesor:

DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

Co Asesor:

DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

AMECAMECA DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO MAYO DE 2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	2
2.1 Historia del conejo.....	2
2.2. Situación de la cunicultura en el mundo.....	4
2.2.1. Situación de la cunicultura en México.....	6
2.2.2. Cunicultura en el Estado de México.....	11
2.3. Características generales y taxonomía del conejo doméstico.....	14
2.3.1. Fenotipo del conejo.....	15
2.3.2. Razas.....	17
2.4. Nutrición del conejo.....	21
2.4.1. Anatomía digestiva del conejo.....	23
2.4.2. Fisiología digestiva y proceso de la digestión.....	26
2.4.3. La flora intestinal en la digestión y absorción de nutrientes.....	29
2.4.4. Cecotrofia.....	31
2.5. Sistemas de Registros.....	34
2.6. Parámetros productivos.....	35
2.6.1. Consumo voluntario.....	35
2.6.2. Ganancia de peso diario.....	36
2.6.3. Índice de Conversión alimenticia.....	36
2.7. Principales nutrientes para conejo.....	36
2.7.1. Carbohidratos.....	38
2.7.2. Proteínas.....	42
2.7.3. Grasas.....	44
2.7.4. Vitaminas.....	45
2.7.5. Minerales.....	47
2.8. Aditivos.....	51
2.9. Colina.....	52
2.9.1. Biocolina.....	54
2.9.2. Cloruro de colina vs Biocolina.....	55
2.9.3. Plantas para la formación de Biocolina.....	58
2.9.4. Biocolina como aditivo en la producción animal.....	65
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	67
4. JUSTIFICACIÓN.....	69

5. HIPÓTESIS.....	70
6. OBJETIVOS	71
7. MATERIALES Y METODOS	72
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
9. CONCLUSION Y SUGERENCIA	80
10. BIBLIOGRAFÍA.....	81

Índice de cuadros

Cuadro 1. Producción de conejo y liebre en el mundo por región geográfica en miles de cabezas (2018)	6
Cuadro 2. Taxonomía del conejo doméstico	14
Cuadro 3. Normas alimentarias para conejos domésticos según su fase productiva	23
Cuadro 4. Composición del contenido de heces y contenido cecal del conejo	34
Cuadro 5. Clasificación de los carbohidratos	39
Cuadro 6. Principales enzimas involucradas en la digestión.....	41
Cuadro 7. Aminoácidos esenciales y no esenciales.....	43
Cuadro 8. Principales funciones de las vitaminas	46
Cuadro 9. Efectos secundarios en la salud animal por deficiencia o sobredosis de vitaminas y minerales.....	49
Cuadro 10. Comparación entre cloruro de colina y Biocolina respecto a la pérdida de actividad de las vitaminas en una mezcla sometida a distintas temperaturas..	56
Cuadro 11. Dieta experimental con la inclusión de Biocolina (100 kg).....	72
Cuadro 12. Prueba productiva y características de la canal de conejos adicionados con una mezcla polihierbal (g)	76
Cuadro 13. Análisis económico de la alimentación con una FPH	78

Índice de figuras

Figura 1. Producción mundial de conejos y liebres del 2014 al 2018.....	5
Figura 2. Principales 10 Productores de conejo y liebre 2014 - 2018	6
Figura 3. Producción en México de conejo y liebre 2014 - 2018.....	10
Figura 4. Producción en México de carne de conejo desde el 2014 hasta el 2018	11
Figura 5. Participación porcentual de unidades de producción de conejo en la zona sur oriente del Estado de México	13
Figura 6. Partes fenotípicas del conejo.	15
Figura 7. Partes anatómicas del aparato digestivo del conejo domestico	24

Figura 8. Cráneo y dentadura de conejo	25
Figura 9. Anatomía y fisiología del proceso digestivo del conejo	29
Figura 10. Principales nutrientes de los conejos	37

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de la fórmula polihierbal biocolina, sobre los parámetros productivos de conejos en finalización. La cual fue adicionada en partes de: 0.0, 0.20, 0.40, 0.60 y 0.80 ppm. El experimento tuvo una duración de 40 días. Se utilizaron 50 animales de 30 días de edad con un peso promedio de 940 gramos; fueron distribuidos aleatoriamente en jaulas individuales siendo divididos en 5 grupos de 10 integrantes para los tratamientos. Los conejos fueron pesados al inicio y al final del experimento, además se midió diariamente el alimento ofrecido y rechazado, esto con la finalidad de obtener las variables de ganancia de peso diario, calidad de la canal y conversión alimenticia. Los resultados fueron analizados usando un diseño completamente al azar con una significancia de ($P < 0.05$). La adición de la fórmula polihierbal biocolina mejoró parámetros productivos como el consumo de alimento y la conversión alimenticia, además de que permitió obtener indicadores económicos a la adición de este elemento.

Palabras clave: Aditivo, calidad, parámetros productivos y biocolina.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad autónoma del Estado de México, así como al Centro Universitario UAEM Amecameca por la formación y el apoyo institucional para la elaboración de esta tesis, agradezco a mis asesores Dr. Enrique Espinosa Ayala y Dr. Pedro Abel Hernández García por el apoyo brindado para la conclusión de esta investigación y un reconocimiento a la Mtra. María Zamira Tapia Rodríguez y al Dr. Juan José Ojeda Carrasco por el tiempo y atención brindada a la revisión de este trabajo, un agradecimiento a la Dra. Minerva Jaurez Espinosa por el apoyo brindado en el trabajo experimental, así como a todos los integrantes del equipo de investigación que ayudaron a culminar esta tesis.

1. INTRODUCCIÓN

El conejo es una especie animal de gran potencial productivo, a pesar de ello ha sido poco explotado debido a ciertos aspectos como el desconocimiento de la población acerca del valor nutricional de su carne, patrones alimenticios, disgusto por la palatabilidad de la carne, entre otros; dentro de la producción animal el conejo presenta distintos retos tales como alcanzar la máxima capacidad productiva minimizando todos los recursos posibles en su crianza.

Para aumentar la producción se puede mejorar el régimen alimentario y disminuir el tiempo de crecimiento, esto para optimizar la producción y al mismo tiempo generar beneficios económicos a las personas involucradas.

Una forma de optimizar la producción animal es el uso de aditivos alimenticios, los cuales contribuyen a la mejora de la alimentación y por ende incrementan los parámetros productivos, existen diversos aditivos entre estos el uso de plantas con potencial antioxidante.

Recientemente existe una tendencia en el aumento del uso de productos para la salud animal y humana basada en plantas, puesto que se tiene una alta preocupación por el bienestar animal y humano, en países en desarrollo y desarrollados, resultando un crecimiento exponencial de productos herbales a nivel mundial, ante tal situación el uso de Biocolina en la alimentación animal, ha demostrado su utilidad en rumiantes como vacas lecheras y ovinos.

Considerando lo anterior, la presente investigación pretende evaluar el uso del efecto de una fórmula polihierbal con colina sobre los parámetros productivos de conejos en finalización.

2. ANTECEDENTES

2.1 Historia del conejo

El primer antepasado directo del conejo actual fue el «*Alilepus*», hace unos 7 millones de años que habitó en el continente Euro asiático, iniciando las características dentales con curvas y lóbulos en premolares y molares, siendo la base para la clasificación taxonómica en fósiles de lepóridos, como actuales (Camps, 1998).

El conejo doméstico deriva de los conejos europeos originarios de la península ibérica y del noreste de África, fue descubierto aproximadamente en el año 1000 a.C. por los fenicios cuando establecieron contacto con España. En el tiempo de los romanos, el conejo se estableció como símbolo de España (Lebas *et al.*, 1996).

Todos los autores citados afirman que su migración hacia la España les permitió encontrar un ambiente estable para su desarrollo y reproducción, por las características del clima y por la altitud de los suelos de esta zona para la construcción de cuevas y un menor número de depredadores.

Se menciona que los romanos lo diseminaron a lo largo de su imperio, criando distintas especies en cautiverio, incluyendo los conejos, el primer intento de domesticación de esta especie inició metiéndolos en grandes jardines amurallados llamados “leporia,” con el objetivo de criarlos para la obtención de carne y animales en actividades deportivas por los soldados romanos (Camps, 1998).

A partir del siglo XVI, se conocen varias razas de primer signo de cría controlada. Por consiguiente, esto hace pensar que la domesticación del conejo se remonta a finales de la Edad Media. En este mismo siglo, la cría se esparce en Francia, Italia, Flandes e Inglaterra; “En 1606, Olivier de Serres distingue por su parte tres tipos de conejos: el conejo de campo, el conejo «de coto» (criado en cercados con

muros o zanjas) y el conejo de conejera”. La carne de este último se califica como insípida a comparación de los animales de campo o de coto, como se menciona que se considera delicada, en esta misma época, los europeos generalizan la cría del conejo en el mundo entero, e incluso en países que no lo conocían aún, como Australia y Nueva Zelandia. En Europa se comenzó a criar conejo como fuente de alimentación y de vestido, siendo los monjes al interior de los conventos quienes sentaron las bases de la cunicultura (Lebas *et al.*, 1996).

La cunicultura no emplea un gran número de personas, sin embargo, se debe tener en cuenta que es una actividad estratégica debido a ciertos aspectos, entre ellos, ser una actividad sostenible, productora de alimento de gran valor nutricional en un espacio reducido, alta productividad con posibilidad de utilización de subproductos, baja necesidad de agua y un muy bajo impacto ambiental (Machado, 2012).

El conejo doméstico criado con las técnicas necesarias a cada medio, puede contribuir a mejorar el régimen alimentario de muchas familias con escasos recursos monetarios, ofreciendo una fuente de alimento e ingresos fijos (Lebas *et al.*, 1996).

El hecho de que el conejo doméstico haya podido dispersarse por todo el mundo se debe a su increíble capacidad de adaptación (especialmente respecto a su alimentación) y su alta fertilidad.

El conejo es un ejemplo de carne saludable, rica en proteínas y baja en grasa, siendo este un alimento económico, por lo que puede ser habitual en la dieta del ser humano, siendo un aliado en la nutrición de todo deportista, pues proporciona un aumento en tejidos musculares y en su calidad.

Desde ya hace mucho tiempo la carne de esta especie ha estado en un segundo plano por debajo de la res, cerdo y pollo, considerándola inferior. El conejo por su

parte apenas aporta grasa y mucho menos colesterol, por lo que es muy recomendable en dietas bajas en calorías.

La cría doméstica de esta especie representa una actividad relativamente simple, pudiendo producir pequeños ingresos y contribuir a mejorar la dieta de las familias urbanas y rurales, con costos mínimos de insumos y mano de obra.

Actualmente entre los usos comerciales de esta especie, existe la producción de carne para consumo humano como ya se mencionó, piel, pelo, proteínas terapéuticas y algunas razas criadas exclusivamente como animal de compañía, el conejo también es utilizado como modelo animal en investigaciones biomédicas, porque esta especie presenta numerosas patologías hereditarias comunes de los humanos (cataratas, arterioesclerosis, cardiomiopatías, hipertensiones, espina bífida, etc.). y también es utilizado en trabajos de fertilización *in vitro*, embriología y organogénesis (FAO, 1999).

2.2. Situación de la cunicultura en el mundo

Los conejos y las liebres forman el orden Lagomorpha y se distribuyen en una gran parte del mundo exceptuando el extremo sur de América del Sur, Australia, Nueva Zelanda y otras islas como Madagascar, Filipinas y algunas del Caribe. Estos mamíferos son habitantes famosos y muchas veces abundantes de los ecosistemas, donde son fácilmente reconocibles debido a sus largas orejas y otras características. En el pasado se consideró que, por su gran parecido, eran parte del grupo de los roedores (ratas y ratones, del orden Rodentia). Sin embargo, actualmente se reconoce como un grupo bien diferenciado de los roedores, aunque cercanamente relacionado en sentido evolutivo; la cunicultura como cualquier otro negocio puede ser muy rentable mientras se dominen todas las características que ésta implica, estableciendo un cuidado desde la infraestructura, reproducción y manejo completo de la cría, sacrificio y todo el proceso de industrialización que conlleva la carne y piel, pudiendo mejorar notablemente la alimentación de los países en desarrollo (Fernández *et al.*, 2015).

En la Figura 1 se presenta la producción a nivel mundial de la carne de conejo desde el 2014 hasta el 2018, durante el periodo reportado se presenta una tendencia positiva salvo en el año 2015 donde hubo un ligero decremento que es superado por 2016 hasta 2017, donde se observa un incremento favorable que los años anteriores incluso hasta del año siguiente 2018.



Figura 1. Producción mundial de conejos y liebres del 2014 al 2018

Fuente: FAOSTAT, 2019

Cuadro 1. Producción de conejo y liebre en el mundo por región geográfica en miles de cabezas

REGIÓN	(1000 CABEZAS)
África + (Total)	180,031,000
América + (Total)	5,797,000
Asia + (Total)	261,230,000
Europa + (Total)	22,893,000
MUNDO TOTAL	469,951,000

(2018)

Fuente: FAOSTAT, 2019

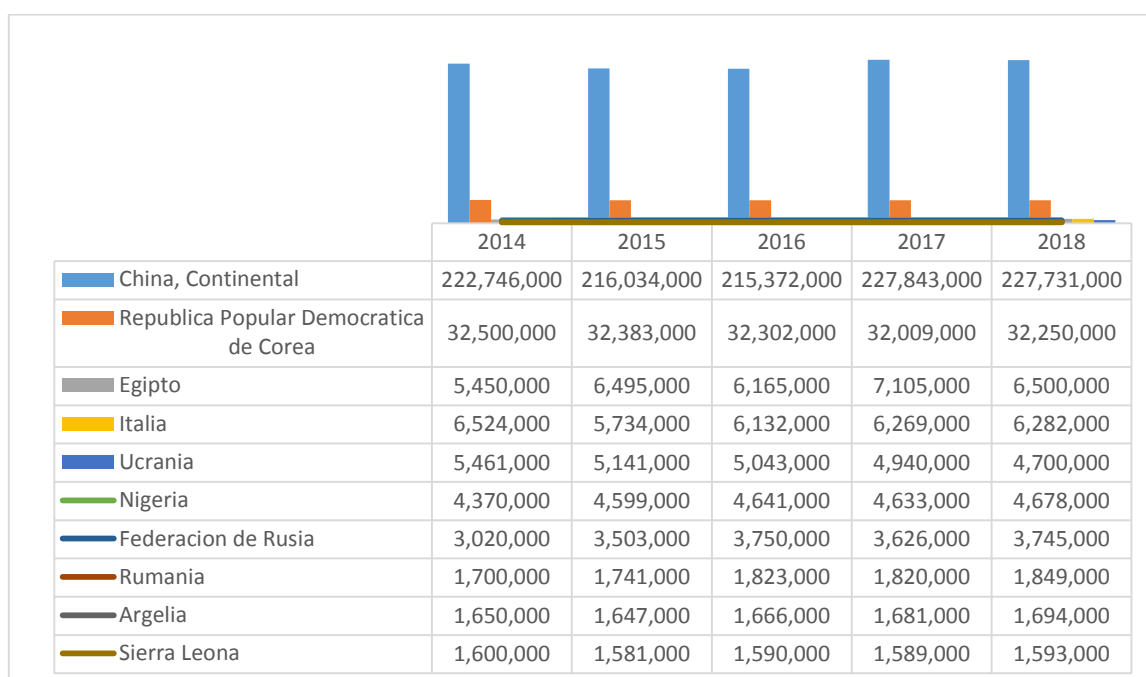


Figura 2. Principales 10 Productores de conejo y liebre 2014 - 2018

Fuente: FAOSTAT, 2019

2.2.1. Situación de la cunicultura en México

Es de importancia divulgar el conocimiento de este grupo de mamíferos silvestres debido a que México es el país que alberga la mayor diversidad de conejos y

liebres. Por ello su estudio y conservación es responsabilidad de instancias gubernamentales, científicos y de la población en general (Fernández *et al.*, 2015).

En México, el conejo doméstico se consume desde la época prehispánica (tochtli, conejo de campo en náhuatl), sin embargo, la especie, tal como se conoce fue introducida al país por colonizadores españoles. La cría se desarrolló en sistemas de traspatio, la producción era para autoconsumo y no existen estadísticas sobre la cantidad de producción ni sobre el consumo de la especie, ya que no se encuentra dentro de las especies pecuarias de importancia económica, por tanto, no se contempla en censos ganaderos realizados por INEGI o SAGAR por lo que se desconoce el volumen de producción del conejo en el país (Mendoza, 2001).

En nuestro país la producción de carne u otros productos derivados del conejo se realiza en tres sistemas:

- 1) Producción empresarial o comercial (aprox. el 5% de la población). En algunas granjas se utiliza inseminación artificial o monta natural a los 3 a 9 días cubrición post-parto; alimentos diferentes en engorda y reproducción. Manejo sanitario riguroso. Esta producción está destinada a restaurantes o centros comerciales de manera directa. La venta al público general es mínima o nula.

- 2) Producción semi-empresarial o comercial (aprox. 15% de la población). Aquí se utilizan Sistemas semi intensivos en el manejo reproductivo y nutricional. Manejo sanitario básico. Generalmente su producción se comercializa, a través de intermediarios o de manera directa a clientes fijos (restaurantes, carnicerías., etc.), además venden directamente al consumidor de manera ocasional.

- 3) Producción de traspatio (80% de la población animal), está enfocada mayormente al autoconsumo y venta de los excedentes de producción, cuenta con sistemas poco o nada tecnificados, el manejo sanitario es muy

poco o nulo. La alimentación de los conejos es a base de subproductos agrícolas o de desechos como (pan, tortilla dura, tallos y hojas de hortalizas, por ejemplo). El volumen de conejo producido bajo este sistema es bajo demanda y los excedentes de producción son consumidos por intermediarios, quienes, generalmente, castigan el precio; la venta directa al consumidor se practica de manera habitual.

El progreso de la cunicultura en México ha sido limitado por falta de apoyo del gobierno, carencia de políticas sanitarias que puedan evitar epizootias, poco interés por parte de instituciones educativas e investigación, ausencia de animales mejorados genéticamente, poca difusión del consumo y beneficios de esta carne además de una organización precaria entre los productores; Sin embargo, esto no es una situación general, ya que en algunos estados de la república se han canalizado subsidios para el fomento a la producción, organización y creación de estructuras de comercialización, lo que ha mitigado dicha problemática (Olivares, 2009).

“Existen lugares específicos en la Ciudad de México y Zona conurbana donde se vende este producto, destacando los mercados de San Juan y San Cosme en el Centro histórico, en el primero el volumen de venta y el número de locales donde se expende la carne es mayor, existen también pequeños restaurantes de comida rápida en donde actualmente ofrecen en sus menús esta carne. Además de algunos restaurantes de comida internacional, cadenas de Autoservicio incluyen este producto en la canasta que ofrecen a su clientela (Aurrera, Gigante y Comercial Mexicana, principalmente)” (Mendoza, 2001).

En nuestro país, el gobierno federal impulsó la cunicultura a principios de la década de 1970, por medio de un programa gubernamental (Lebas *et al.*, 1996). La producción aumentó hasta 1981, pero a partir del siguiente año la actividad disminuyó debido una baja tecnología, mala calidad de alimentos comerciales y carencia de canales para comercialización. A finales de 1988 se detectó la presencia de la enfermedad hemorrágica viral (VHD, por sus siglas en inglés) en

algunas granjas, por lo que las autoridades zoonosanitarias realizaron una campaña con base en cuarentena, inspección, sacrificio, desinfección y sobre todo vigilancia; ésta enfermedad provocó un paro en la producción y comercialización de la carne de conejo. En 1995, el país se declaró libre de la VHD, por lo que la actividad resurgió en unidades de producción pequeñas, que incrementaron la producción y abrieron nuevas vías de mercado (Mendoza, 2001). Para el año 2000, la cunicultura se había extendido a distintos estados como: Puebla, Tlaxcala, Michoacán, Hidalgo, Estado de México y Distrito Federal (ahora Ciudad de México), aunque también existían granjas en Jalisco, Aguascalientes y Tamaulipas. En los años siguientes las autoridades agropecuarias continuaron apoyando la creación de granjas, las cuales dirigieron la carne a los mismos mercados, por lo que, en 2004, el incremento constante de la oferta provocó una crisis que causó un descenso de gran impacto en los precios pagados al cunicultor, situación que perjudicó a todo el subsector en los estados del centro del país y se reflejó en sus mercados principales: la Ciudad de México y su área conurbana. La cunicultura ha estado presente por décadas en la economía alimentaria regional y nacional, y ha sido objeto de políticas públicas, aunque de manera relegada (Olivares, 2009).

Actualmente la enfermedad hemorrágica viral ha tenido un nuevo rebrote en 2020 en las entidades de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Durango y Sonora; pues el brote comenzó en entidades estadounidenses, esto según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), misma que atiende el problema junto con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Ante esta emergencia sanitaria se ordenó la aplicación inmediata de medidas en contra de epidemias necesarias, como es la despoblación y sanitización de los predios afectados. Pues la autoridad refiere que la EHVC es una enfermedad viral exótica para el país. Dentro de todo el territorio nacional el gobierno ha promovido entre los cunicultores la notificación de sospechas de EHVC y se les ha dicho que no deben de mover conejos enfermos, muertos o sin causa aparente, de igual manera no visitar otras unidades de producción cunícola, limpiar y desinfectar con

frecuencia las instalaciones, jaulas o conejeras, así como los implementos que se utilizan para la alimentación de los conejos; esto con la finalidad de evitar la propagación del virus” (Gómez, 2020).

En la Figura 3 se presenta la producción en México de conejos y liebres desde el 2014 hasta el 2018, durante el periodo reportado se presenta una tendencia positiva salvo los años 2014 y 2015 donde hubo un decremento que es superado por 2016 hasta 2017 y subsecuentemente.

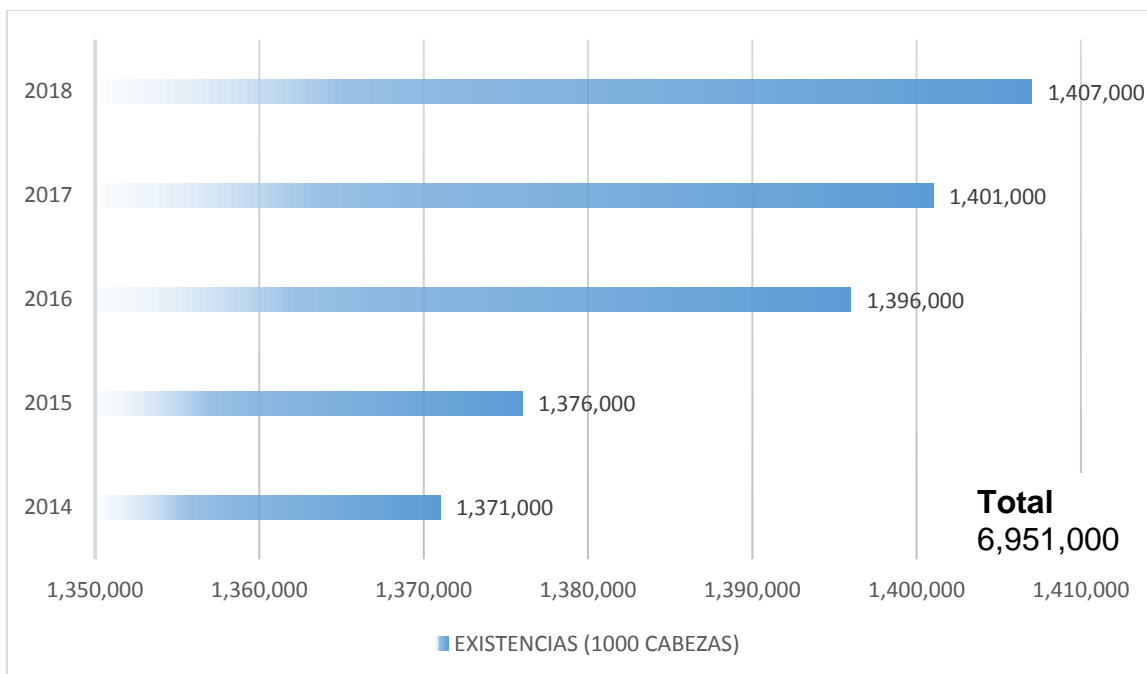


Figura 3. Producción en México de conejo y liebre 2014 - 2018

Fuente: FAOSTAT, 2019

En la Figura 4 se presenta la producción en México de carne de conejo desde el 2014 hasta el 2018, durante el periodo reportado se presenta una tendencia positiva salvo los años 2014 y 2015 donde hubo un decremento que es superado por 2016 hasta 2017 y subsecuentemente.

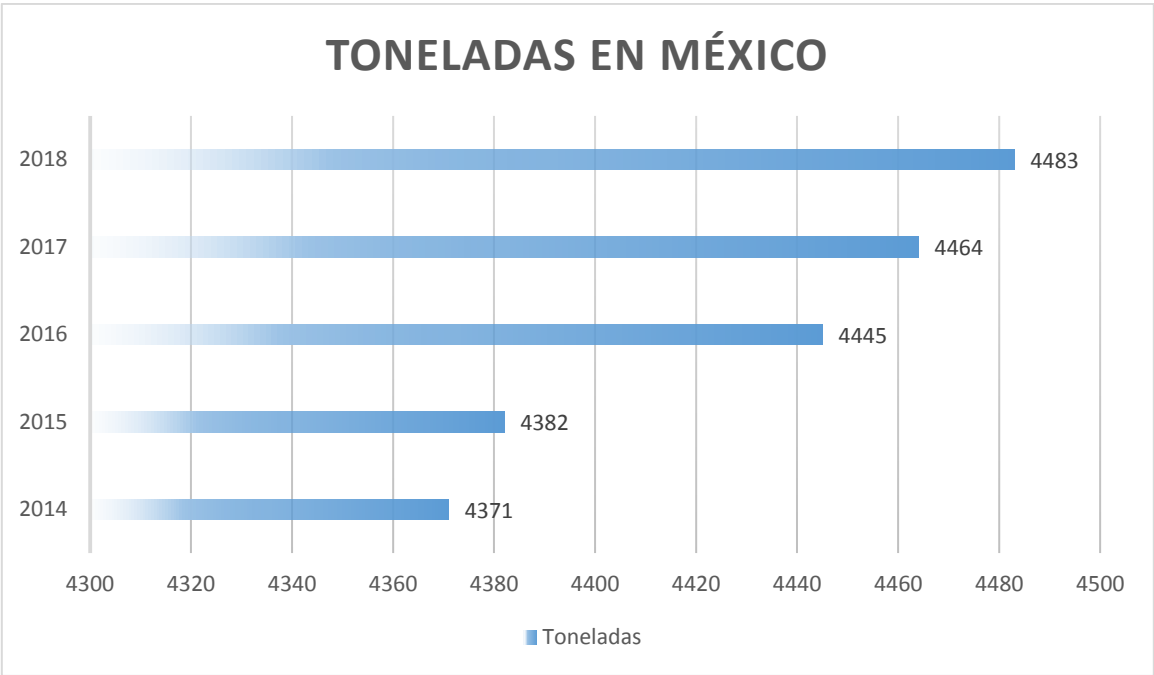


Figura 4. Producción en México de carne de conejo desde el 2014 hasta el 2018
Fuente: FAOSTAT, 2019

2.2.2. Cunicultura en el Estado de México

La cunicultura es una industria que está empezando a ser relevante en el estado de México, pudiendo ser una herramienta para el desarrollo territorial más específicamente en la región suroriente del Estado de México, pues se ha observado que contribuye mayormente a la economía de muchas familias por ser una actividad que no requiere de gran inversión, puesto que ésta se puede iniciar con una pareja de conejos hembra y macho e incluso a gestar a la hembra con el semental de un vecino o bien comprarla ya gestante, con lo cual solo se tendría que esperar un lapso de 28 a 32 días (duración de la gestación de la especie) y entonces poder vender los gazapos después del destete en promedio a los 21 días de vida, o si no es urgente vender a esta edad, engordarlos y venderlos al

finalizar su crecimiento con lo cual se estará recuperando la inversión inicial; así como también dar seguridad alimentaria a la familia, pues en cualquier momento que lo decida o necesite puede ser sacrificado alguno de los conejos que se tengan, con lo cual se asegura la ingesta de proteína de origen animal con un alto valor nutricional, por lo anterior la cunicultura es opción muy buena para el desarrollo Territorial de la Región suroriente del Estado de México, pues además de lo ya puntualizado, esta región es muy cercana a la Ciudad de México, que demanda a diario de muchos alimentos y que también es paso turístico de los capitalinos para el estado de Morelos, a más de ser por sí misma una zona turística de gran importancia por sus bellezas naturales como los volcanes; por lo que a través de la cunicultura los productores de conejo pueden mejorar su situación socioeconómica, lo que conlleva a que esta actividad pueda ayudar a detonar el Desarrollo Territorial de la Región (González *et al.*, 2012).

En la Figura 5 se muestran el porcentaje del total de las unidades de producción en el Estado de México zona sur oriente, las cuales se dedican a la venta de productos y subproductos de conejo. Se destaca que el municipio de Chalco es el que tiene la mayor participación en cuanto al número de unidades de producción cunícola, seguido de Ixtapaluca y Atlautla, enfatizando que municipios como Tlalmanalco y Amecameca también participan en la producción de conejo.

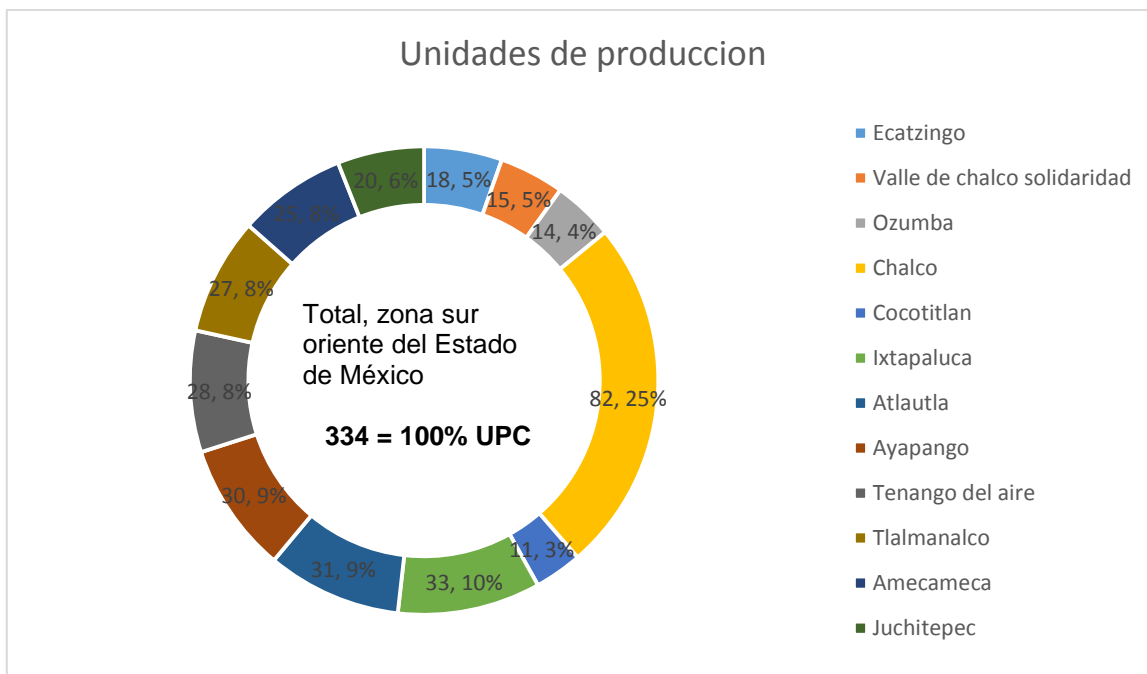


Figura 5. Participación porcentual de unidades de producción de conejo en la zona sur oriente del Estado de México

Fuente: Adaptado de Pacheco, 2013

La región Suroriente del Estado de México conocida también como la Región de los Volcanes, cuenta con una amplia diversidad turística, gastronómica y cultural renombrada por parte de la Secretaría de Turismo; teniendo la distinción en cinco de sus comunidades como Pueblos con Encanto. El auge turístico de fin de semana dada por la cercanía de esta región respecto a la Ciudad de México, la facilidad de traslados entre atracciones y maravillas naturales con las que cuenta la Región, la hacen poder considerarla como opción diversificada del turismo; cuenta con una destacada producción agrícola, paisajes naturales de renombre, así como una ruta cultural llamada Ruta de Sor Juana (Tapia *et al.*, 2019).

La Región de los Volcanes cuenta con recursos naturales, locales y territoriales para organizar y hacer una ruta gastronómica, algunas opciones pueden ser: La ruta del queso en Poxtla, El tour del conejo de San Andrés Metla, El circuito de la miel Ecatzingo, entre otros.

2.3. Características generales y taxonomía del conejo doméstico

El conejo es un mamífero herbívoro monogástrico de la familia de los lepóridos, orden Lagomorpha. Comprende varios géneros, de los cuales *Oryctolagus cuniculus* es el conejo doméstico que todos conocen. Esta especie cuenta con orejas largas, cola corta y miembros posteriores más desarrollados que los anteriores para una huida explosiva ante un posible depredador, es de hábitos crepusculares y se adaptan casi a cualquier clima. Tienen una capacidad asombrosa para obtener los nutrimentos de sus alimentos, presentando dos tipos de heces, húmedas, (cecotrofia, consumo de heces blandas formadas en el ciego con alta cantidad de nutrientes) y las secas (Romero y Lagorreta, 2005).

Cuadro 2. Taxonomía del conejo doméstico

Reino	Animalia
Filo	Chordata
Subfilo	Vertebrata
Clase	Mamalia
Orden	Lagormorpha
Familia	Leporidae
Genero	Oryctolagus
Especie	<i>cuniculus</i>

Adaptado de: Rocha *et al.*, 2010

Las hembras alcanzan la pubertad entre las 11 y 14 semanas, es de ovulación inducida y su período de gestación dura 31 días aproximadamente, presenta un estro fértil 24 horas después del parto y tiene camadas de 6 a 12 crías promedio.

El orden Lagomorpha (conejos y liebres) está dividido en dos familias vivientes. La primera incluye 30 especies (un género, Ochotona, y una familia, Ochotonidae) y la segunda liebres (11 géneros, 61 especies y una familia, Leporidae). Los lepóridos mexicanos agrupan a tres géneros con 14 especies (15 según otros

autores, que consideran a la liebre negra, *Lepus insularis*, a nivel específico), cuya distribución geográfica incluye a toda la República Mexicana (Fernández *et al.*, 2015).

2.3.1. Fenotipo del conejo

El fenotipo es una expresión visible del genotipo en un determinado ambiente (apariencia física y constitución), o manifestación específica de un determinado rasgo, como por ejemplo el color y tamaño de ojos o pelo etc., esto varía entre diferentes individuos, aunque puede ser similares en rasgos; por lo tanto, cualquier característica detectable de un organismo (estructural, bioquímica, fisiológica o conductual) determina la constitución genética y la apariencia externa de los caracteres por una interacción entre su genotipo y su medio ambiente (Zerón, 2011).

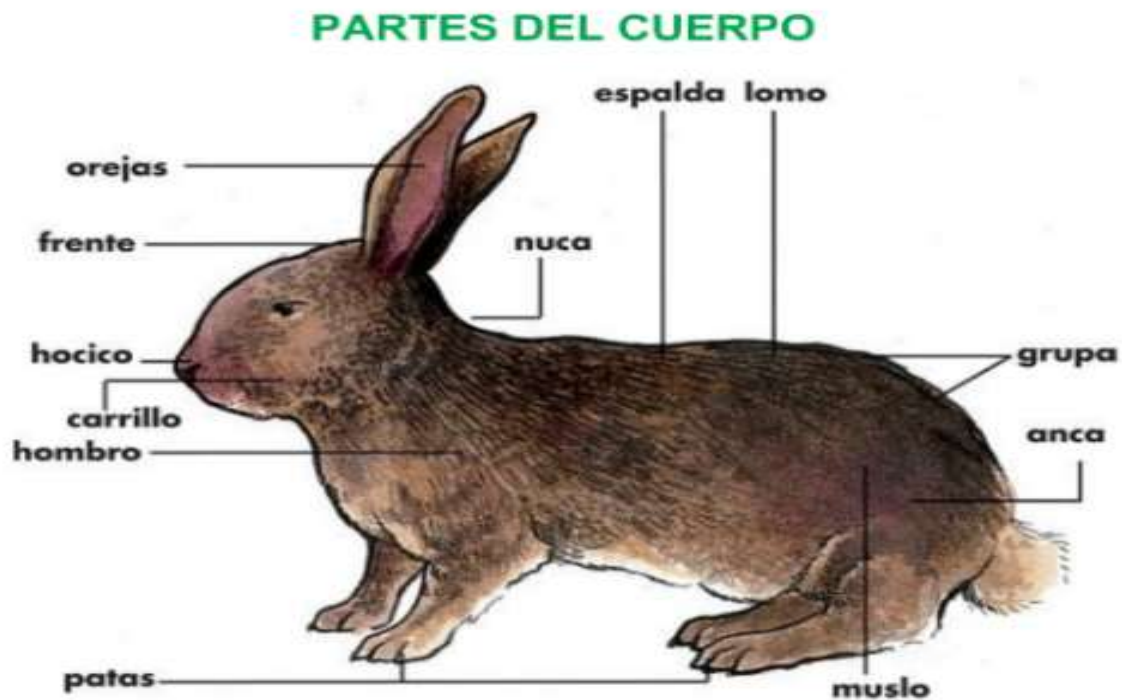


Figura 6. Partes fenotípicas del conejo.

Fuente: (Colombo y Zago, 2017).

Los conejos en general, poseen el siguiente fenotipo o las características de conformación corporal (Carvajal, 2014).

- ✓ **Boca:** El labio superior debe estar partido a la mitad, los dientes incisivos inferiores deben cerrar por detrás de los superiores.
- ✓ **Dientes:** incisivos duros, muy desarrollados, de crecimiento continuo y cortados en bisel.
- ✓ **Nariz:** Debe permanecer húmeda y en movimiento constante.
- ✓ **Puente de la nariz:** Debe ser largo y redondeado.
- ✓ **Cara:** Ligeramente y amplia.
- ✓ **Ojos:** Deben ser de color rojo o rosado en razas blancas, y coloreados en razas de otro color.
- ✓ **Frente:** Amplia y sin protuberancias de bajo de la piel.
- ✓ **Orejas:** Con una base fuerte, consistencia carnosa, cubiertas de pelo por su cara externa y puntas redondeadas.
- ✓ **Nuca:** Corta en razas productoras de carne.
- ✓ **Hombro:** Flexible y fuerte además de carnoso.
- ✓ **Espalda:** Musculada, debe ser suave y sin señales notorias.
- ✓ **Muslos:** Carnosos y musculados de consistencia firme, el conjunto formado por lomo, muslos y grupa debe ser grande redondeado en lomo y grupa sin protuberancias notorias; muy característico de la especie para huidas explosivas ante posibles depredadores.
- ✓ **Anca:** Carnosa y continua con la grupa sin señales notorias.
- ✓ **Cola:** Ancha al medio de los muslos.
- ✓ **Corvejón:** Redondeado, descarnado y fuerte.
- ✓ **Patas traseras:** Separadas, paralelas al cuerpo con dedos cerrados.
- ✓ **Rodillas:** Juntas contra el cuerpo.
- ✓ **Costillas:** Bien arqueadas.
- ✓ **Ventre:** Debe ser caliente de piel suave y flexible.
- ✓ **Patas delanteras:** Rectas, con pies de dedos cortos y cerrados.
- ✓ **Pecho ancho:** Debe continuarse con el vientre sin señales visibles.

- ✓ **Cuello:** Corto y redondeado.
- ✓ **Papada:** Depende de la raza por lo general debe ser lo más pequeña posible.

También se considera los caracteres sexuales secundarios que se desarrollan cuando el animal llega a la madurez (11 y 14 semanas)

2.3.2. Razas

“Una raza resulta de los efectos conjugados de la selección artificial y de la selección natural (adaptación al medio). Entre las múltiples definiciones de raza es preciso recordar la de Quittet: «La raza es, dentro de una especie, un grupo de individuos que tienen en común un determinado número de caracteres morfológicos y fisiológicos que perpetúan cuando se reproducen entre sí.» Para tener una idea de la originalidad genética de las diferentes razas se puede estudiar su origen”, puede basarse en múltiples criterios como la productividad zootécnica; Las razas y poblaciones de conejos pueden también caracterizarse por su frecuencia génica. Esto es posible para los genes identificables por sus efectos visibles o sus efectos mayores sobre la producción (Lebas *et al.*, 1996).

En la actualidad se pueden distinguir según sus características y función zootécnica, por ejemplo:

- **De carne:** Los pesos de los conejos de carne generalmente oscilan de 4 a 5 Kg., deben de tener un buen desarrollo muscular en todo el cuerpo. Estos animales tienen una conformación típica que permite reconocerlos mediante un examen visual.

Blanca de Nueva Zelanda

Esta raza fue creada en Estados Unidos, donde en 1912 se obtuvo primero la variedad roja y el de angora, posteriormente la variedad actual blanca, resultado de cruces entre blanco americano y angora. En los años sesenta, su cruce con la raza chinchilla originó la variedad negra, sin embargo se tuvo un mayor interés

productivo por la raza blanca, motivo por el cual se realizó una intensa selección dándole una mayor preferencia antes que a la variedad roja y la negra, esto debido a su mayor tamaño, rusticidad y su alta prolificidad; la blanca de Nueva Zelanda es albina, rechoncha, tiene los típicos ojos rojos, pelaje uniforme, pelo no largo y piel elástica; La amplia selección ha permitido obtener un animal dócil, precoz, con alta prolificidad, en general con buenas aptitudes reproductoras y un alto índice de conversión, alimento, carne con buen rendimiento tras el sacrificio. Todas estas características hacen que esta raza sea la más utilizada en la cría intensiva, pura o en mayor medida en cruces industriales (Colombo y Zago, 2017).

Californiano

Actualmente esta raza es la más utilizada después de la blanca de Nueva Zelanda. Es una raza mediana, alargada con una musculatura compacta, pelo espeso, en las patas lo que la hace más fácil la cría en jaulas; Es de un color blanco y pigmentación café oscuro en el pelo del morro, orejas, patas y cola; El peso ideal de esta raza es de 3.5 - 4.5 kg de forma adulta lo que lo hace ligeramente inferior al de la blanca de nueva Zelanda, la proporción que tiene entre carne y hueso es aún más ventajosa en comparación con la blanca de nueva Zelanda; tiene buenas aptitudes reproductoras puesto que las hembras presentan una ovulación, esto desencadena un gran número de folículos maduros y , en cuanto a los machos tienen un menor tiempo de crecimiento alcanzando el peso adecuado para el sacrificio. Este tipo de conejo es utilizado en mayor parte como una línea femenina dentro de la producción de cruces, puesto que el cruce puro de estos conejos, produce crías de menor peso (Colombo y Zago, 2017).

- **De piel:** Este tipo de conejo, dentro de sus características reconocibles mediante un examen visual, debe de tener el cuerpo alargado, una cabeza fuerte y redondeada; el pelo, aunque no es su característica principal es sedoso, brillante y de mediana longitud.

Rex

El representante más destacado es el conejo Rex, de la cual existen numerosas variaciones conforme a su color del pelo. Su origen es francés, más específicamente en los años 20 en la ciudad de Coulange, Francia, a través de mutaciones observadas en conejos tradicionales; la cría de esta raza en un principio era para la obtención de carne, aunque no se le dió importancia y fue faenado para su consumo (Roca, 2008).

Esta raza empezó formándose en base a el conejo ruso o Himalaya, haciendo cruzas en primera instancia con la chinchilla grande y utilizando el macho de éste cruzamiento en conjunto con una serie de conejos neozelandeses hasta obtener un tipo estable, finalmente en el año 1928 se presentó este conejo por primera vez en California (EE. UU) y en 1939 fue aceptado como raza en el estándar americano (Mancheno, 2010).

El fin zootécnico de esta raza es la comercialización de piel, siendo la más apreciada en la industria de la peletería a pesar de las variaciones de moda existentes. Cabe mencionar que no solo el conejo Rex puede estar en esta industria puesto que todas las razas aportan pieles, aunque no de la misma calidad para su curtido y confección. La característica principal del conejo Rex, es su piel rasada, presentando un pelo espeso y sedoso de unos 12 mm, de distintas coloraciones, según variedades más oscuras en su parte dorsal y más claras en la ventral (Roca, 2008).

- **De pelo:** Este tipo de conejo dentro de sus características visibles debe de tener una cabeza grande y algo tosca, su característica principal es el pelo largo sobre las mejillas y la frente, cuenta con un cuerpo delgado y cubierto de pelo largo, lo que les da una apariencia de bolas.

Angoras

Este tipo de conejo es nombrado angora por una característica similar respecto a otras especies como gatos y caprinos; este tipo de raza es procedente de la ciudad turca de Ankara, específicamente el país originario de este conejo fue Inglaterra, a mediados del siglo XVIII por Francia y posteriormente en el resto de Europa (Colombo y Zago, 2017).

El Angora fue originado debido a la selección realizada como consecuencia de la aparición de una mutación que afectaba directamente al pelo, puesto que este conejo presenta un pelaje largo con pelos que sobresalen hasta de 8 cm de largo; el macho presenta mechones característicos en frente, mejillas, punta de orejas y a los extremos de las patas. El angora más común es de un color blanco específicamente albino, pero este no es el único color válido ya que existen otras doce coloraciones, esta raza es mediana, larga y de cabeza amplia; La productividad de este consta cuando su pelo se recoge por primera vez a los dos meses de nacido, pero este pelo será de una calidad pobre, posteriormente a los cinco meses se recoge por segunda vez y la calidad aumenta, repitiendo este mismo procedimiento a los 100 días, así sucesivamente, clasificando el pelo de primer clase con una longitud de 6 cm en adelante, sus crías deben de tener un cuidado especial ya que esta raza consta de unas patas delicadas, por lo que debe de estar en jaulas de cemento y paja. La actividad reproductora de la hembra empieza a los siete meses con un promedio de 4-5 partos por año.

Su aspecto es de una bola de pelo, es una raza albina con buena calidad cárnica, pero de muy limitada en productividad, ya que solo se ha seleccionado para la obtención de su pelo (Roca, 2008).

- **Exposición o Mascota:** Actualmente este tipo de conejo ha tomado popularidad, son animales pequeños, de colores, tranquilos, que se

adaptan a la vida dentro de un hogar y con la convivencia de personas o exposición.

Cuando la actividad de un cunicultor se orienta a la producción, las razas para exhibición o mascota no tienen interés económico puesto que solo son bonitas, pero no dejan otros beneficios.

Holandés

Originaria de Brabante (Bélgica) seleccionada y mejorada en Inglaterra. Presenta distintos colores y variaciones, aunque predominan dos: la parte anterior del cuerpo de color blanco y una franja que va recorriendo desde la espalda hasta la boca pasando por orejas, las patas anteriores y la parte anterior de las patas traseras. Son de color gris o negro, tiene tonos oscuros en la parte posterior del cuerpo, cola, orejas y mejillas. Con un peso no mayor a 2,5 Kg (Roca, 2008).

Otras razas con este fin: Holandés Enano, English Lop, Satinado, Tricolor, entre las más importantes.

2.4. Nutrición del conejo

Esta especie animal es herbívora, se caracteriza por la ingesta de alimentos altos en fibra, pero su pequeño tamaño también demanda elevados costos de energía con el fin de cubrir altos requerimientos por los alimentos pobres que consume, debido a esto, el conejo cuenta con mecanismos de adaptación, aumentando la velocidad del tránsito digestivo, consiguiendo elevar el consumo de alimento para cubrir sus necesidades y posteriormente re ingerir las partículas más solubles y digestibles (heces blandas). Mediante fenómenos de simbiosis microbiana en ciego y cecotrofia, mejora el coeficiente de digestibilidad de los forrajes (Mateos y Piquer, 1994).

Se puede definir como alimento toda aquella sustancia que al ser ingerida por el animal es capaz de proporcionar materia reparadora a los tejidos, mantener la temperatura corporal y permitir que pueda elaborar los productos que se desean obtener. La cantidad de alimentos que diariamente se suministra a los animales,

deberá cubrir las necesidades nutritivas; se ha realizado un considerable progreso en cuanto a la nutrición del conejo a lo largo de los años, en el panorama actual de la competencia de alimentos por el hombre y los animales domésticos, el conejo emerge como una especie animal de interés, puesto que es un animal que se puede alimentar con productos fibrosos que para el hombre no son de valor nutricional; no obstante, el conejo aparece como un animal poco eficiente, pues hace un deficiente uso de la fibra como fuente de energía, siendo inferior en este aspecto a otros rumiantes (Brenes *et al.*, 1977).

Los conejos son animales herbívoros y como tales su dieta está constituida básicamente por material vegetal, como la hierba, las gramíneas que son sus preferidas entre otros. Si es posible rechazan los tallos y hojas de plantas leñosas, aunque a veces pueden llegar a ser unos excelentes consumidores de fruta y semillas. Bajo condiciones adversas donde la vegetación herbácea es muy escasa o nula, los conejos deben de constituir su dieta a partir de la vegetación disponible esto dentro de una vida silvestre; sin embargo, en cuanto las condiciones climatológicas y fenológicas regresen a la normalidad, la dieta de estos conejos vuelve a ser eminentemente graminívora. La alimentación del conejo constituye la mayor parte de los gastos económicos de una producción, representa el principal insumo ya que de este depende el mantenimiento, desarrollo y finalización óptima de la especie, los alimentos deben estar correctamente balanceados con las necesidades nutricionales del conejo como son: energía, proteína, fibra, minerales y demás elementos de su dieta según sea su fase productiva (Soriguer y Palacios, 1994).

Cuadro 3. Normas alimentarias para conejos domésticos según su fase productiva

Principios Nutritivos	Gazapos de engorda	Hembras Lactantes	Hembras Gestantes	Machos reproductores
Proteína bruta %	15-16	18-20	15-16	12-14
Celulosa Bruta %	13-14	11-12	14-15	14-18
Materias grasas	5	5	3	3
Energía Digestible (Kcal/Kg)	2500-2600	2700	2500	2200

Adaptado de: (Gurri y Castelló, 1992).

2.4.1. Anatomía digestiva del conejo

Es imprescindible que para que el conejo pueda nutrirse, se pueda absorber los alimentos consumidos por él, por ende, se requiere que se ponga en marcha toda la anatomía digestiva y se lleve a cabo un proceso llamado “digestión”. Que es la acción combinada de un conjunto de fenómenos físicos, químicos y biológicos (de enzimas y microbios) que hacen que el alimento se degrade en compuestos simples que puedan ser absorbidos a nivel de la mucosa intestinal. Esta especie es un animal roedor, presenta unos incisivos duros, muy desarrollados, de crecimiento continuo, y cortados en bisel como ya se mencionó en el fenotipo del conejo. Debido a esto la forma de comer de este animal es frecuentemente en pequeñas cantidades, por lo que emplea mucho tiempo en ingerir el alimento; Esta especie realiza un fenómeno llamado cecotofia, o sea la ingestión de un determinado tipo de heces (cecotofos) del cual se hablará más adelante a detalle, lo que implica que el alimento sea sometido a dos ciclos digestivos, hecho que no se produce en otros monogástricos (Camacho *et al.*, 2010).

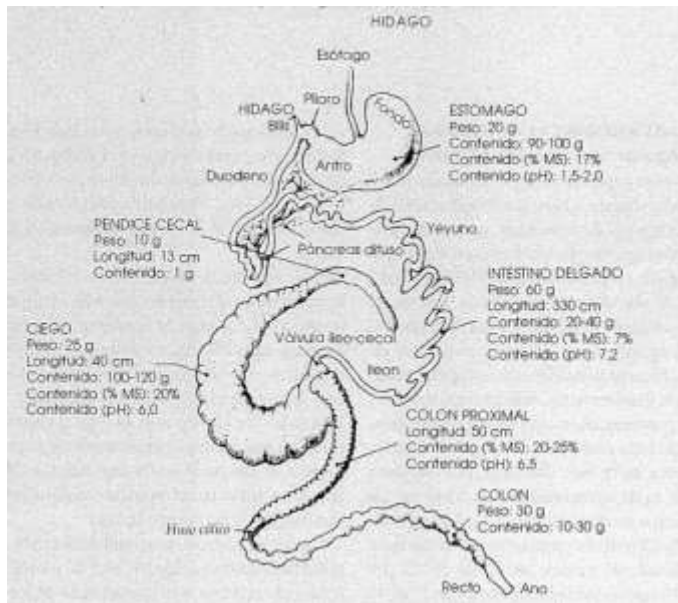


Figura 7. Partes anatómicas del aparato digestivo del conejo doméstico

Fuente: (Lebas *et al.*, 1996).

El aparato digestivo es un órgano tubular del cual se distinguen diferentes partes según la función que desempeña cada una de ellas dentro de la digestión, además de una serie de glándulas que ayudan con secreciones para poder degradar el alimento y así completar el proceso.

Boca

La finalidad de la boca es la aprehensión y masticación del alimento. En la aprehensión se utilizan los labios que cuentan con una gran movilidad y la presencia de una hendidura en el labio superior propio de la Familia leporidae, a través del cual se aprecian los incisivos superiores., los dientes y la lengua (Camacho *et al.*, 2010).

Dientes

Son tubos de esmalte de sección ovalada o poligonal rellenos de cemento y dentina, estos no cuentan con raíz. Los incisivos son largos y curvos de

crecimiento continuo, con un desgaste desigual debido a la distribución del esmalte (capa gruesa que recubre al diente en la cara anterior y los laterales y fina en la cara posterior), formando la superficie de corte del diente en bisel. El diastema (espacio entre incisivos y premolares) es amplio. Los premolares y molares son anchos y rugosos, para la masticación y el triturado de la hierba (Salgado, 2016).

FORMULA DENTARIA (28 dientes) = 2 [2/1 Incisivos, 0/0 Caninos, 3/2premolares, 3/3molares]

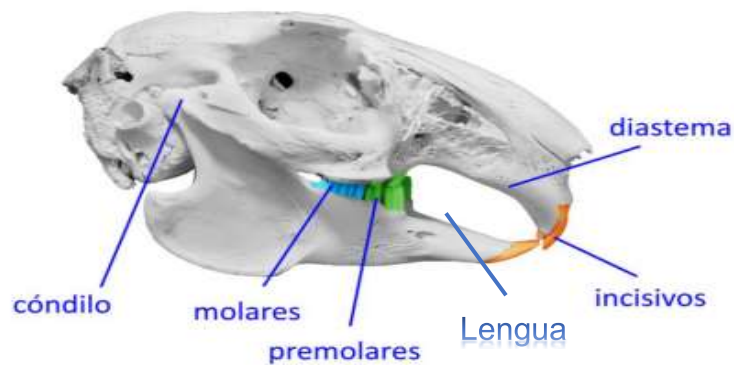


Figura 8. Cráneo y dentadura de conejo.

Fuente: Moreno *et al.*, 2016.

Esófago

Es una zona en donde simplemente se da el paso del alimento a el estómago, es de una forma tubular.

Estómago

Al ser un monogástrico este animal, su estómago está constituido por un solo compartimento con una capacidad de 40-50 cc.; En el caso de consumir forrajes húmedos o fermentados le pueden causar meteorización (timpanismo) (Camacho *et al.*, 2010).

Intestino delgado

En él, destaca el duodeno, donde se produce la absorción de los nutrientes a través de su mucosa.

Intestino grueso

En él, destaca la gran dimensión del ciego que puede llegar a tener de 6 a 10 veces la capacidad del estómago. Se puede afirmar que el intestino del conejo es largo y que predomina la longitud del intestino grueso, sobre intestino delgado, contando, además, un gran ciego, justificando de esta manera su participación fisiológica en los procesos digestivos (Amorim *et al.*, 2002).

Colon

Identifica al conejo como herbívoro, se diferencian dos partes anatómicamente diferentes: el colon proximal y el colon distal, el colon está capacitado para digerir mucha fibra cruda (Neira, 1987).

Ano

Abertura final del aparato digestivo; siendo de importancia las glándulas perineales cuya secreción tiene un papel importante en el comportamiento social de este animal (Neira, 1987).

2.4.2. Fisiología digestiva y proceso de la digestión

La función principal del tubo digestivo es el proceso de la digestión: con el cual, el organismo de esta especie busca transformar los alimentos ingeridos, fraccionándolos de una manera en que puedan pasar a través de la pared intestinal hacia el torrente sanguíneo y este es el proceso de absorción. Este proceso se realiza en el tracto gastrointestinal del animal mediante actos mecánicos como la aprensión, masticación, trituración en la boca (Neira, 1987).

El conejo inicia el proceso utilizando los labios, dientes y lengua tomando el alimento y lo introduce en su boca, realizando una trituración meticulosa con los incisivos, para posteriormente terminar de triturar el alimento con los molares. Ya en la boca el alimento se mezcla con saliva, que es rica en fermentos del tipo amilolítico (amilasa salival), posteriormente es deglutido y enviado a través del esófago en donde se digiere parcialmente en el estómago, iniciando la digestión gástrica al mezclarse el bolo alimenticio con el jugo gástrico, que es rico en ácido clorhídrico y fermentos, del tipo proteolítico (pepsina). Es aquí donde comienza de forma importante la degradación de las proteínas. El pH en esta zona es aproximadamente de 1,8-2. Una vez pasando estos procesos en el estómago el alimento semidigerido pasa al duodeno.

En esta parte del intestino delgado tiene lugar una importante actividad enzimática, porque aquí contribuyen las glándulas anexas que como el páncreas (jugo pancreático), hígado (bilis) e intestino (jugo entérico). Al contacto con estas secreciones se permite una degradación importante del alimento, produciendo la absorción de los nutrientes resultantes como son, aminoácidos, monosacáridos, vitaminas, minerales, ácidos grasos, glicerina, etc. La parte del alimento no degradada, como la celulosa, que es más resistente a la acción de los fermentos digestivos, sigue su avance por el intestino en donde las condiciones de humedad y pH alcalino del ciego hacen posible la presencia en este tramo de una flora microbiana (*Clostridium*, Enterobacterias, *Streptococcus*, etc.) que permite mejorar el valor nutritivo de la dieta ingerida, en donde el alimento semidigerido permanece unas 12 horas, pudiendo así digerir la mayoría de la fibra cruda con ayuda de microorganismos ya mencionados, convirtiendo al ciego en una gran cuna de fermentaciones donde se sintetizará proteína microbiana de alto valor biológico y transformando la masa alimenticia en bolas húmedas y blandas (cecotrofos).

Segunda ingesta, el nuevo alimento es ingerido por el conejo, repitiéndose el ciclo. Estas bolas blandas pasan rápidamente a través del colon y recto hasta el ano, en donde es tomado directamente por la boca del animal, nombrando esta acción

como cecotrofia. Iniciando así un segundo ciclo digestivo. El alimento que ha sido ingerido, se somete a una nueva digestión estomacal y una vez completado pasa por el intestino delgado, donde son absorbidos más nutrientes; después de su segunda digestión, la masa alimenticia cruza sin entrar al ciego y pasa lentamente por el intestino grueso para transformarse en bolas secas que son excretadas terminando el ciclo. Un conejo adulto puede presentar un contenido gástrico que oscila entre 55 y 90 g de sustancias que están sometidas a la digestión gástrica. El contenido estomacal, lo constituyen alimentos, agua bebida y cecotrofos, con predominio unos de otros según la hora del día. La humedad del contenido gástrico oscila entre el 81%-83%, con un pH de aproximado de 2.5 (Lebas *et al.*, 1996).

En la Figura 7 se muestra el ciclo completo del paso del alimento a nivel anatómico y fisiológico incluyendo la ingesta de cecotrofos que es la segunda reabsorción de los nutrientes y que la celulosa pueda ser digerida por completo y eliminada en bolas secas.

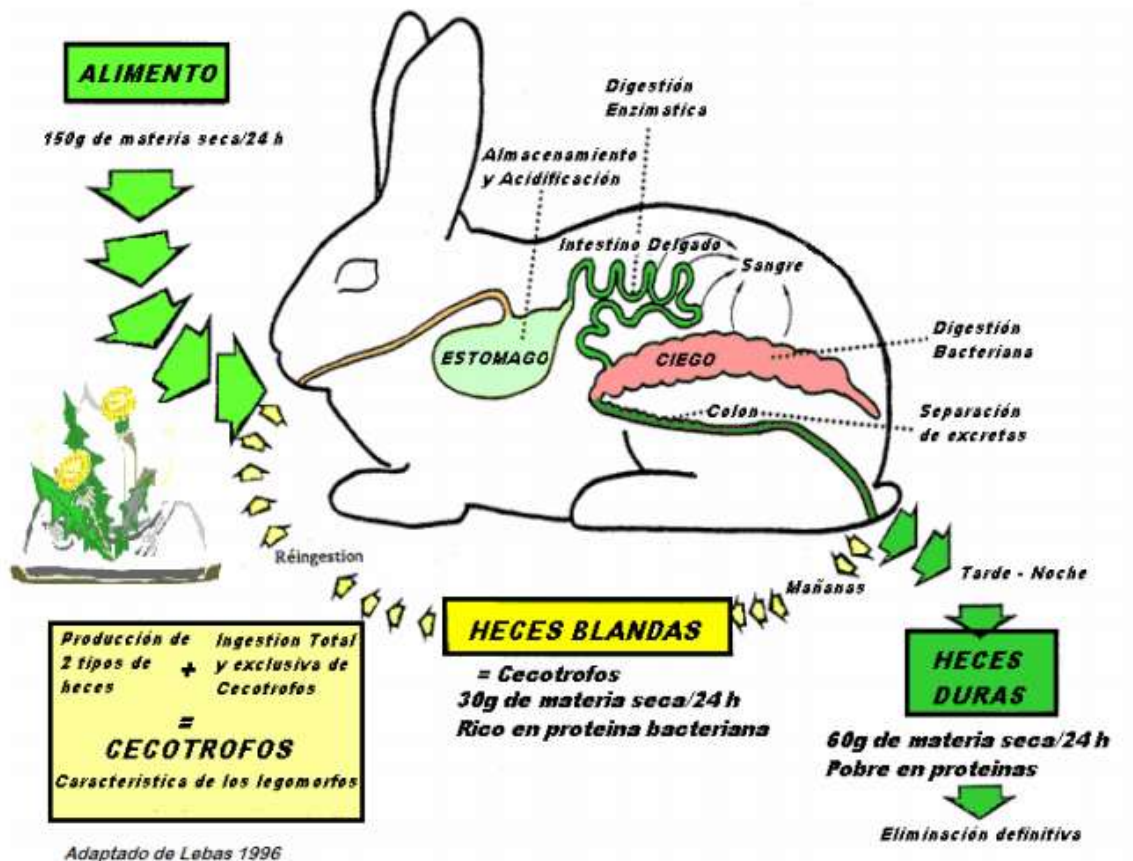


Figura 9. Anatomía y fisiología del proceso digestivo del conejo

Fuente: (Domínguez *et al.*, 2010).

2.4.3. La flora intestinal en la digestión y absorción de nutrientes

En el conejo la fisiología digestiva está íntimamente ligada al proceso de la ingesta de heces blandas o cecotrofia, por esto existen ciertas diferencias respecto a movimiento (El colon hace contracciones sucesivas de sentido alterno algunas tienden a evacuar normalmente el contenido, mientras que otras lo empujan hacia el ciego), actividad secretora, absorción de nutrientes etc., todo esto depende directamente de la ingesta del conejo, si come alimento o cecotrofos. El ciego es la principal cámara de fermentación del tubo digestivo en el conejo, esta parte del intestino está particularmente más desarrollado en comparación con otros monogástricos, el ciego de conejo contiene una mayor cantidad de bacterias vivas

en comparación a otras partes del tracto intestinal, debido a la presencia de heces blandas, que son ingeridas directamente del ano, esta particularidad y el fenómeno de la cecotrofia hacen que las partículas de alimento que consume el conejo lleguen al estómago para estar en un medio ácido durante tres a seis horas aproximadamente, produciendo una fuerte acidificación que a su vez provoca el inicio del hidrólisis de proteínas por acción de la pepsina. Posteriormente el contenido pasa al intestino delgado, en este punto el contenido se diluye por el flujo de la bilis, por las primeras secreciones del intestino y por último debido a el jugo pancreático (Lebas *et al.*, 1996).

La mayor fermentación microbiana es encontrada en el ciego, donde llegan los alimentos una vez que han sufrido la digestión enzimática y el proceso de absorción. Los microorganismos presentes se encuentran con un sustrato con pocos elementos solubles, mucho más pobre que el del estómago de los rumiantes. Sus principales fuentes nutritivas son las paredes celulares de los vegetales que consume. La capacidad del conejo para digerir estas estructuras fibrosas es baja, la actividad celulolítica del ciego permite digerir entre un 10 y un 30 % de la fibra de las materias primas de uso más común en mezclas de alimento para conejos; Estas fermentaciones dentro del ciego, dan lugar a cantidades variables de AGV (ácidos grasos volátiles) con un dominio de ácido acético por encima del propiónico, esto es a consecuencia de la naturaleza fibrosa en contra del almidón del sustrato. Parte de estos AGV salen al exterior como constituyentes de heces blandas. El resto es absorbido en ciego y colon proximal, ayudando a satisfacer las necesidades energéticas del conejo. De hecho, desde un punto de vista teórico la ingestión de heces cecotrofos podría ser incluso perjudicial para el balance energético en cunicultura intensiva, ya que cecotrofia compete con la ingesta de un pienso (mezcla de alimento, minerales y sustancias) cuyo valor energético es muy superior (Mateos y Piquer, 1994).

La determinación de la digestión de nutrientes por medio de conejos vivos, puede hacerse tanto a nivel ileal como fecal. En el primer caso, se mide la degradación

de alimento hasta el íleon (prececal), esto comprende la digestión enzimática; en tanto a la segunda, ocurre una acción microbiana que tiene lugar en el intestino grueso. La obtención de la digestión fecal en conejos ofrece ventajas respecto a la ileal, debido a que el segundo paso del material ingerido a través del tracto digestivo genera gran impacto de la microflora. De esta manera, los residuos de la dieta son sensibles al tamaño de la partícula y composición de la pared celular que ocasionan cambios en la digestibilidad y aprovechamiento de la proteína, principalmente esto es ocasionado por la acción fermentativa que ocurre dentro del ciego (Nieves, 2009).

La composición de la microflora no permanece de manera constante durante toda la vida del conejo ya que está fuertemente influenciada por el momento del destete, durante la primera semana de edad, el sistema digestivo del conejo está colonizado por anaerobios estrictos (predominantemente Bacteroides); A los 15 días de edad, el número de bacterias amilolíticas se estabiliza, mientras que el número de colibacilos disminuyen y el número de bacterias celulolíticas aumenta. La ingesta de leche puede retrasar la colonización por celulolíticos, pero no parece afectar la evolución de la población de colibacilos; como consecuencia de los cambios relacionados con la edad en la población microbiana, la producción de ácidos grasos volátiles aumenta con la edad, además, como se inicia la cecotrofia, se pueden detectar bacterias de origen cecal (Carabaño *et al.*, 2010).

2.4.4. Cecotrofia

La cecotrofia es un proceso digestivo del conejo que le permite aprovechar todos los nutrientes resultantes de la fermentación cecal de pequeñas partículas fibrosas, parte de estas sustancias que ésta especie recibe al ingerir los cecotrofos o heces blandas tienen un alto valor biológico, así la proteína presente en este tipo de heces permite cubrir hasta un 15% de las necesidades proteicas del conejo en crecimiento (Romero, 2008).

El conejo doméstico cuenta con la capacidad de utilizar fibras y residuos vegetales de cosecha o cocina, que no tienen un valor nutricional para el ser humano, transformando estas fibras en carne. Cuando los conejos alcanzan las 3 semanas de edad empiezan a realizar la cecotrofia, puesto que posterior al destete, la creación de heces blandas aumenta linealmente hasta llegar como máximo a 25 g MS/d (63-77 días de edad). Durante este tiempo tiene las máximas necesidades de crecimiento y el máximo incremento en el consumo del alimento. Aproximadamente desde los 77 días (El conejo pesando 2,5 kg), la excreta de cecótrofos se estabiliza en 20 g MS/d. En las hembras gestantes, se han visto valores similares (21,8 g MS/d), que incrementan una vez iniciada la lactación (34 g MS/d) así mismo aumentando el consumo de alimento. Dentro de los parámetros normales los cecotrofos representan entre un 10 y el 15 % de la ingesta total diaria del conejo (Romero, 2008).

Al hacer la primera digestión de su alimento el conejo excreta una especie de heces blandas con mucosas (cecotrofos), de color verdoso brillante, ricas en bacterias, proteínas y vitamina B1, pero pobres en fibra, reingiriéndolas para completar la absorción de nutrientes, esto usualmente se ve por las mañanas, durante el descanso. Como ya se explicó anteriormente, esta especie acumula (aunque no siempre) sus excrementos en cúmulos llamados letrinas que son de uso común y regular, incluso estas pueden ser durante años; las hembras de esta especie acuden a las letrinas a revolcarse y acicalarse para adquirir el aroma del grupo. Las visitas de los conejos adultos a estas letrinas son más frecuentes durante la época de reproducción, cuando el marcaje territorial tiene una mayor intensidad. Esta especie también orinan sobre elementos prominentes del paisaje como troncos, piedras o matas y en la entrada de la conejera. Las liebres no hacen letrinas (Salgado, 2016).

La cecotrofia permite la digestión enzimática de las bacterias cecales y la absorción intestinal tanto de aminoácidos procedentes de la proteína bacteriana, como de vitaminas. De ahí que lo verdaderamente importante de la fisiología

digestiva del conejo y que lo hace diferente con respecto a otras especies es el hecho de que practica la cecotrofia como un acto normal, (acto digestivo que consiste en la ingestión de una modalidad de heces denominadas cecotrofos), siendo ésta una actividad de vital importancia para la especie al incorporar proteína microbiana principalmente producida en el ciego, aumentando la digestibilidad permitiendo a los conejos aprovechar vitaminas fundamentalmente del complejo B sintetizadas en el ciego e intestino grueso. Este proceso tiene un gobierno hormonal, dirigido principalmente por los niveles de la hormona Adenocorticotropa-ACTH en sangre; esta hormona se produce en la corteza suprarrenal, es por ello que es de importancia evitar el estrés en el conejo, ya que de no hacerlo se puede inhibir este proceso y por consecuencia puede producir un estado subnutricional con una disminución del consumo de alimentos además de la aparición de enfermedades, seguido de la muerte. La estimulación de los receptores de presión en el recto y los olores específicos de los cecotrofos, son otros de los factores más importantes para que se desencadene el mecanismo de la cecotrofia. Cuando el alimento entra por la mañana al colon, sufre transformaciones y en la pared cólica se segregan mucosidades que envuelven progresivamente las bolas que se han formado por efecto de las contracciones de la pared, dichas bolas se encuentran reunidas en racimos alargadas, se les llama cagarrutas blandas o cecotrofos; sin embargo, si el contenido cecal se introduce en el colon en otro momento del día sufre otro tipo de modificaciones, con contracciones en sentido contrario que empujan el alimento hacia el ciego debido a la diferencia de presión, el contenido es exprimido y las partes líquidas se agrupan, partículas menores penetran el ciego para su degradación y las partes sólidas forman las bolas duras a merced de esta función dual el colon fabrica dos tipos de heces: blandas o cecotrofos y heces duras (Domínguez *et al.*,2010).

Debido a la separación mecánica hecha en el colon de partículas, la composición química de cecotrofos y contenido cecal es muy similar; En el cuadro se muestra la composición, diferencia de heces y las partes por millón (ppm) de vitaminas del grupo B que están presentes en los 2 tipos de excretas del conejo.

Cuadro 4. Composición del contenido de heces y contenido cecal 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 (1010/g MS)	N/R	142	31
Vitaminas B (PPM)	N/R	224	58

N/R (No refiere)

Fuente: (Romero, 2008).

2.5. Sistemas de Registros

Registros: es un material impreso o escrito (tarjetas, hojas de control, informes, etc.) Dentro de los registros se establece un seguimiento diario o semanalmente en donde se hace recopilación de todos aquellos datos que pueden ser útiles y favorables para comprobar o modificar un determinado parámetro de aspecto positivo o de importancia económica, pudiendo ser no solo tipo productivo sino también administrativo, de jaula, alimentación entre otros.

Los registros permiten identificar a los animales producidos, su comportamiento individual de los conejos integrando también sus parámetros productivos.

Un registro debe ser: sencillo, con información corta y específica, económico, manejado en columnas o en cualquier otra forma facilitando el ingreso de información y para su fácil lectura.

2.6. Parámetros productivos

Los parámetros productivos hacen referencia a las variables que pueden ser medibles dentro de cualquier producción, así mismo permite conocer si todos los factores dentro de ésta se están llevando a cabo adecuadamente; el conejo es una especie altamente redituable, ya que tiene la posibilidad de utilizar todo lo que el integra, produciendo carne de excelente calidad; pelo, piel, excremento, en fertilizantes y hasta hueso utilizado en artesanías, permitiendo al cunicultor la confección y comercialización de diversos productos para generar ganancias económicas importantes no solo de la venta de carne (Reyes, 2017).

2.6.1. Consumo voluntario

EL consumo voluntario se considera uno de los factores más importantes puesto que en él se determina el valor nutritivo de una ración, siendo esta consumida por un animal o grupo de animales en un período de tiempo determinado según sea el requerimiento o etapa nutricional del conejo (Mazorra *et al.*, 2009).

En un conejo adulto el consumo de alimento es de 50 gramos/kilogramo de peso vivo al día y de agua 100 mililitros/kilogramo de peso vivo diario, el consumo total espontaneo observado es 140 a 150 gramos de materia seca diario. Esta cantidad consumida se reparte en más de 20 veces al día, 2 a 8 gramos por vez. La preferencia en el consumo de alimento se basará lo que llegan a comer cuando son gazapos prefiriendo la dieta que su madre consumió durante la gestacion y la lactancia, posteriormente probaran el alimento de su madre; la frecuencia de la alimentación en estos gazapos es una vez al día y lo que resta del día la madre puede ignorarlos, se puede observar que un gazapo no está siendo alimentado

cuando tiene un abdomen delgado y la piel arrugada (deshidratación). Cuando se destetan se aconseja una dieta alta en fibra, concentrado en pequeñas cantidades, dos semanas después se cambia a una dieta con más concentrado (más almidón y proteína) (Jáuregui, 2020).

2.6.2. Ganancia de peso diario

La ganancia de peso del conejo se debe a la capacidad de conversión del alimento en carne, consiste en una acumulación de proteínas, grasa y agua en un determinado tiempo; la masa muscular y adiposa de los conejos crece en proporción al peso de este animal, aún en condiciones variables de alimentación (Di Marco, 2007).

2.6.3. Índice de Conversión alimenticia

La conversión alimenticia es un indicador de producción muy importante en cualquier producción animal tecnificada a animales para consumo, es la relación que se da entre el consumo de alimento y la ganancia de peso que tiene los conejos en un periodo de tiempo estimado o específico pudiendo ser dicho período semanal, mensual, anual y por etapas. Este parámetro puede sufrir cualquier alteración en el ambiente que rodea al animal, estas son ocasionarle alteraciones de salud las cuales pueden verse reflejadas en cambios con la capacidad de consumo o de digestión de los alimentos, alterando así el índice de conversión alimenticia. Dicho de una forma muy sencilla, expresa cuántas libras o kilos de alimento consume un conejo para producir una libra o kilo de peso vivo (Torres, 2017).

2.7. Principales nutrientes para conejo

Se entiende como "nutriente", a los compuestos específicos o derivados aportados por algún alimento en donde la ración es absorbida por el tracto digestivo y dirigida

a través de la sangre a los tejidos corporales, con el fin de satisfacer los procesos fisiológicos que se llevan a cabo dentro del animal, dependiendo el fin zootécnico y múltiples factores como el peso, composición corporal, nivel de producción, además del medio ambiente, será el requerimiento, una vez consumido el alimento se podrá obtener una adecuada homeostasis en el animal (Dieter, 1998).

Los conejos son animales de hábitos crepusculares, no tienen horario marcado para las comidas, en general es un animal herbívoro que puede consumir altas cantidades de forraje en su dieta sin afectar su respuesta normal a sus parámetros productivos, cosa que es contraria si se excede la ingesta de proteína. La nutrición del conejo va a tomar mayor relevancia en la tercera semana de vida puesto que es el momento en el que el gazapo prueba la comida consumida por su madre, mientras envejecen se acentúa más el comportamiento nocturno alimentario, este comportamiento es mucho mayor en los conejos silvestres que en los domésticos (Jáuregui, 2020).

En la figura 10 Podemos encontrar los principales nutrientes de los animales y una breve descripción de ellos.

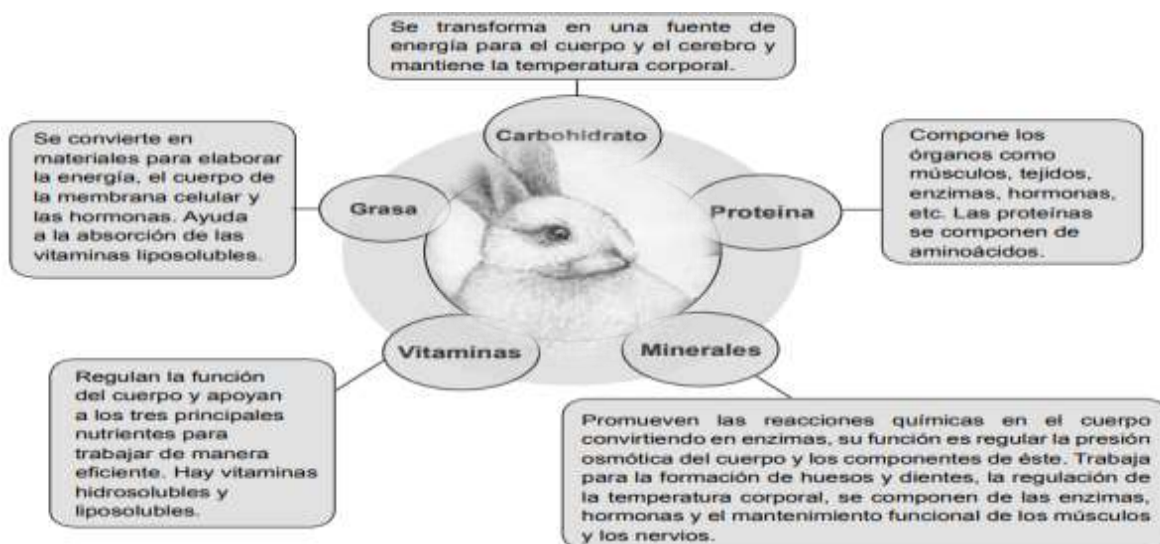


Figura 10. Principales nutrientes de los conejos

Fuente: INATEC, 2016.

2.7.1. Carbohidratos

Los carbohidratos son sustancias naturales, encontradas en plantas o vegetales, compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, cuya función es proporcionar a los seres vivos energía necesaria para llevar a cabo funciones vitales (crecimiento, termorregulación, reproducción, producción, entre otros parámetros productivos), además de sustentar la existencia vegetal; Los efectos fisiológicos más importantes de los carbohidratos dentro del organismo del animal se puede resumir en consumo voluntario y motilidad intestinal. Los Carbohidratos se originan en las plantas, estas contienen carbohidratos en diferentes estados de polimerización como, monosacáridos hasta polisacáridos con un alto peso molecular se crean a través del proceso de fotosíntesis, en donde los procesos inorgánicos se transforman en energía química; la Clorofila tiene la capacidad de absorber la energía solar (síntesis) y cederla para la elaboración de hidratos de carbono (almidón) a partir de dos compuestos disponibles en el medio que es agua y dióxido de carbono, las plantas contienen aproximadamente un 75% de diferentes tipos de carbohidratos, divididos principalmente en 3 grupos: forrajes (Carbohidratos estructurales o fibra, encontrados en el tejido de estas mismas), aunque estos no se utilizan como fuente de energía directa, sino solo a través de microorganismos (por medio de la cecotrofia en conejos), granos 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) (Rodríguez, 1999).

Cuadro 5. Clasificación de los carbohidratos

Clasificación de los Carbohidratos		
Monosacáridos	Pentosas	Ribosa, Arabinosa, Xilosa
	Hexosas	Glucosa, Manosa, Galactosa
Oligosacáridos	Disacáridos	
	Sacarosa	= Glucosa + Fructosa
	Lactosa	= Glucosa + Galactosa
	Maltosa	= Glucosa + Glucosa
	Trisacáridos	
Rafinosa	= Galactosa + Glucosa + Fructosa	
Polisacáridos	Pentosanos	compuestos por pentosanas
	Hexosanos	compuestos por hexosas
	Almidón	compuesto por glucosa, enlace α -glucósido
	Glucógeno	compuesto por glucosa, enlace α -glucósido
	Celulosa	compuesto por glucosa, enlace β -glucósido
Heteropolisacáridos y lignina	Hemicelulosas, pectinas, lignina	

Fuente: Dieter, 1998.

La mayor parte de los carbohidratos pueden ser digeridos por las enzimas pancreática y amilasa (encontradas en saliva), pudiendo ser absorbidos en el intestino delgado; pero existe otra cantidad que llega al ciego sin digerir como el almidón y éste junto con algunos aminoácidos sirven de sustrato para bacterias cecales, las cuales producen lactato y ácidos grasos volátiles. La digestión de carbohidratos es más deficiente en animales jóvenes que en adultos, esto debido a que los conejos adultos cuentan con una microbiota cecal madura, mientras que los jóvenes recién empiezan a poblar la microbiota cecal y tienen mayor predisposición a una afección del sistema digestivo y flora intestinal. Los lípidos

reducen la absorción intestinal de calcio y mejora la palatabilidad de la dieta. Una de las desventajas al tener una mayor cantidad de carbohidratos que de fibra en la dieta de estos animales es que se inhibe la liberación de motilina, lo cual genera una disminución de motilidad intestinal y añadiendo una cantidad excesiva de almidón beneficiando la proliferación de bacterias patógenas como *Clostridium espiriforme* (Jáuregui, 2020).

Los animales a través del aparato digestivo utilizan enzimas digestivas, las cuales cuentan con características propias que transforman el alimento ingerido en otros productos finales de la misma, obteniendo una buena absorción y digestión de los nutrientes que lleva la ración, dichas enzimas se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro 6. Principales enzimas involucradas en la digestión

NOMBRE	ORIGEN	SUSTRATO	PRODUCTO FINAL
AMILOLÍTICAS			
Amilasa salival	Saliva	Almidón, dextrina	Dextrina, maltosa
Amilasa pancreática	Páncreas	Almidón, dextrina	Maltosa, isomaltosa
Maltasa, isomaltasa	Intestino delgado	Maltosa, isomaltosa	Glucosa
Lactasa	Intestino delgado	Lactosa	Glucosa, galactosa
Sacarasa	Intestino delgado	Sacarosa	Glucosa, fructuosa
Oligoglucosidasa	Intestino delgado	Oligosacáridos	Varios monosacáridos
LIPOLÍTICAS			
Lipasa salival	Saliva	Triglicéridos	Diglicérido+ 1 ácido graso
Lipasa pancreática	Páncreas	Triglicéridos	Monoglicérido+ 2 AG
Lipasa intestinal	Intestino delgado	Triglicéridos	Glicerol+ 3 AG
Lecitinasa	Páncreas	lecitina	Lisolecitina, libre de AG
PROTEOLÍTICAS			
Pepsina	Jugo gástrico	Proteínas nativas	Proteasas, peptonas, polipéptidos
Renina	Estómago	Caseína, coagula la leche	Caseinato de Ca
Tripsina	Páncreas	Proteínas nativas	Péptidos con un grupo arginina o uno lisina
Quimiotripsina	Páncreas	Proteínas nativas o productos de la digestión de la pepsina y renina	Péptidos con un aminoácido aromático terminal
Elastasa	Páncreas		Péptidos con un aminoácido alifático terminal
Carboxipeptidasa A	Páncreas	Péptidos con aminoácidos aromáticos o alifáticos	Péptidos pequeños, 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, intestino delgado	Ácidos nucleicos	Nucleótidos
Nucleotidasas	Intestino delgado	Nucleótidos	Purina y pirimidina, ácido fosfórico, pentosas

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

2.7.2. Proteínas

Las proteínas son compuestos orgánicos complejos, de un alto peso molecular. Al igual que los carbohidratos y las grasas, contienen carbono, hidrogeno y oxígeno, pero, además, todas contienen nitrógeno (el principal componente del músculo y la sangre) y generalmente azufre, estas proteínas se encuentran en todas las células de un ser vivo, estando directamente relacionadas con las diversas actividades que forman la vida celular. Cada individuo en particular tiene diferentes proteínas específicas en sus células y tejidos. Por ende, en la naturaleza existe una gran variedad de proteínas (McDonald *et al.*,1999).

Las proteínas se degradan en compuestos llamados aminoácidos, pudiendo ser sintetizados en el cuerpo y llamados aminoácidos esenciales y no esenciales; los esenciales son suministrados a través de los alimentos, absorbiéndose en forma de péptido amino y se re-sintetiza a proteína al cuerpo del animal. Los rumiantes no necesariamente necesitan los aminoácidos esenciales porque los microorganismos del rumen, pueden utilizar nitrógeno no proteico en México (NPN) en el rumen sintetizándose en una proteína bacteriana. Los aminoácidos esenciales son los mismos para todas las especies utilizadas en zootecnia, solo que difieren las cantidades requeridas por especie. Naturalmente se encuentran disponibles alrededor de 200 aminoácidos o más, pero solo 20 se encuentran de manera habitual en la mayoría de las proteínas y hasta 10 se requieren en las dietas de los animales (Mora, 2010).

Algunos aminoácidos que se pueden identificar para la inclusión en la alimentación animal se muestra en el cuadro 7

Cuadro 7. Aminoácidos esenciales y no esenciales

Aminoácidos esenciales		Aminoácidos no esenciales
Isoleucina	Para todos	<ul style="list-style-type: none"> • ALANINA • ASPARGINA • ASPARTATO • CISTEINA • GLICINA • GLUTAMINA • GLUTAMATO
Leucina		
Lisina Metionina		
Triptófano		
Fenilalanina		
Treonina		
Valina		
Arginina	Cerdo	<ul style="list-style-type: none"> • PROLINA • SERINA • TIROSINA
Histidina	Humano	
Glicina	Ave	

Adaptado de: INATEC, 2016.

En rumiantes la proteína microbiana satisface los requerimientos de aminoácidos, pero esto no se aplica para los conejos, puesto que las proteínas son fermentadas por la flora cecal y convertidas en amoníaco, que es la principal fuente de síntesis de proteína microbiana y esta solo tiene un papel menor en la satisfacción de proteína y aminoácidos en conejos. Gran parte de proteína microbiana es digerida en el colon, pero los aminoácidos producidos por las bacterias pueden estar disponibles vía cecotrofos (especialmente lisina, aminoácidos sulfurados y la treonina y los aminoácidos sintéticos son agregados a la dieta comercial, especialmente lisina y la metionina. Los conejos pueden digerir entre 75% a 85% de proteína de alfalfa comparado con otras especies (Mora, 2010).

La urea es reciclada en el intestino delgado del conejo de una manera similar a como se sintetiza en el rumen, cerca del 25% de la fuente de amoníaco cecal parte desde que se cataboliza la urea sanguínea y es absorbida por la pared cecal que posteriormente es convertida en amoníaco por la flora ureolítica, sin embargo cuando se ofrece urea externa a los conejos, ésta no es aprovechada por los

microbios y puede provocar problemas hepáticos debido a que es transformada en amonio en el tracto del conejo y cuando se absorbe puede resultar en una intoxicación severa. La práctica de la cecotrofia se caracteriza por una alta digestibilidad y un elevado contenido de aminoácidos indispensables, una dieta que contenga más de 18% de proteína bruta no representaría un beneficio extra y por el contrario esto hace que aumenten las enterotoxemias, lo que como ya se mencionó favorece la proliferación de *Clostridium* spp. y puede aumentar la presencia de *E. coli*. La proteína y la fibra dentro del tracto del conejo son participes en la cecotrofia la recirculación del alimento hace que se aproveche el máximo de la ración; La adaptabilidad evolutiva del conejo permite la conversión de ciertos alimentos de bajo valor nutrimental para hombre, a proteína muscular de alto valor nutricional. Conocer el tracto gastrointestinal del conejo, permite identificar mecanismos digestivos en los que puede ingresar una fuente de suplementación animal como la Biocolina (Mora, 2010).

2.7.3. Grasas

Las grasas son sustancias que se pueden diluir en diluyente orgánico, pero son insolubles en agua, son un nutriente que contiene más energía que las proteínas y los carbohidratos, cuando existe un excedente de carbohidratos en el cuerpo del animal se transforman en grasas, en caso de no utilizarlos se almacena en forma de grasa visceral y subcutánea teniendo un papel importante en la absorción de vitaminas solubles en dicha grasa. Este componente de grasa proporciona al animal dos tipos de nutrientes distintos: ácidos grasos esenciales y una fuente inespecífica de energía. Por lo tanto, al incluir grasas en la alimentación se justifica especialmente en el caso de dietas muy ricas en energía, como por ejemplo en el engorde de pollos o terneros, además, favorecen la absorción de vitaminas liposolubles en especial vitamina A y carotenos (Dieter, 1998).

Actualmente, las grasas tienen un porcentaje muy bajo en las dietas destinadas a conejos y la ganadería intensiva. Sin embargo, el interés por su uso aumenta ya

que existe la necesidad de utilizar dietas más concentradas en animales con un mayor potencial productivo. En conejos, dada la necesidad de incorporar un nivel mínimo de fibra en la ración, no es posible alcanzar niveles energéticos de la dieta elevados si no es mediante la inclusión de grasas en el alimento. La utilización de las grasas tiene, además, una serie de ventajas tecnológicas y nutritivas, en otras especies animales se ha señalado el efecto favorable que supone la adición de estas a la comida, en cuanto a aporte de ácidos grasos esenciales y disminución del índice de conversión del alimento, mejora de la absorción de otros nutrientes, incremento en el consumo de energía cuando son épocas de calor (Boixeda *et al.*, 1984).

2.7.4. Vitaminas

Las vitaminas son sustancias de gran importancia que tienen participación en el metabolismo del organismo, son un componente de coenzimas y enzimas que no pueden ser sintetizadas por el propio organismo (Vitaminas liposolubles), a excepción de las vitaminas del complejo B (vitaminas hidrosolubles) que en el conejo las aportaciones de estas son cubiertas por los cecotrofos y tienen funciones diversas a nivel fisiológico en el cuerpo del animal; pero no son proteínas, azúcares ni grasas; se pueden encontrar en alimentos con cantidades variables, pero en dosis bajas; sus deficiencias causan anormalidades en el organismo de los animales, por lo que su presencia en la alimentación es esencial. Las vitaminas según su grado de solubilidad se clasifican en: vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles (vitamina A, D, E, K). Las liposolubles tienen la particularidad de absorberse en conjunto con las grasas y las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua y suelen liberarse fácilmente a través de la orina, es por eso que constantemente deben suministrarse en la ración alimentaria (INATEC, 2016).

En el conejo la cantidad sugerida de vitaminas liposolubles en la alimentación son: vitamina A 6000 – 10000 UI/Kg, vitamina D 8000 – 1200 UI/Kg y vitamina E 40 – 70 mg/Kg (Jáuregui, 2020).

Cuadro 8. Principales funciones de las vitaminas

Clasificación	Tipos	Funciones
Vitaminas liposolubles	Vitamina A	Adecuada salud visual. Mantenimiento de la inmunidad de la mucosa y piel.
	Vitamina D	Ayuda a la absorción de calcio y mantiene constante la densidad de calcio en la sangre.
	Vitamina E	Reprime el envejecimiento de las células con acción antioxidante. Promoción de la circulación de la sangre.
	Vitamina K	Ayuda a la formación ósea y la coagulación de la sangre.
Vitaminas hidrosolubles	Vitamina B1	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de la función mental. • Ayuda al metabolismo del azúcar.
	Vitamina B2	<ul style="list-style-type: none"> • Acción antioxidante (descomposición de la peroxidación lipídica) • Ayuda al metabolismo de los lípidos.
	Vitamina B12	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a la síntesis de glóbulos rojos. • Relación con la neurotransmisión. • Sueño normal
	Vitamina C	Reprime el envejecimiento de las células con acción antioxidante.
	Vitamina B6	<ul style="list-style-type: none"> • Mantiene la metabolización de las proteínas. • Ayuda en la formación de anticuerpos. • Sintetiza las hormonas.
	Vitamina B7	<ul style="list-style-type: none"> • Actúa como coenzima. • Encargada del mantenimiento de la piel, las membranas mucosas normales y del sistema nervioso.
	Vitamina B8	<ul style="list-style-type: none"> • Interviene en reacciones de carboxilación como coenzima. • Es importante para el metabolismo.
	Vitamina B10	Actúa como un filtro solar perfecto y natural

Fuente: INATEC, 2016.

2.7.5.Minerales

Además de los nutrientes orgánicos, carbohidratos, grasas y aminoácidos, que ya se mencionaron, el organismo de un animal tiene la necesidad de pequeñas cantidades de distintos minerales, estos a su vez se pueden clasificar en macrominerales (porque se requieren en mayor cantidad) y microminerales o minerales traza, estos últimos los que son requeridos en menor cantidad por su efecto tóxico en base a las necesidades nutricionales de cada especie, estas cantidades pequeñas se expresan en partes por millón (ppm) o en miligramos por kilogramo y los macro elementos se expresan en porcentaje (Dieter, 1998).

Los macrominerales (0.1-2% de la materia seca en la dieta) encontramos a:

- Calcio
- Magnesio
- Fósforo
- Sodio
- Potasio
- Cloro
- Azufre

En el grupo de los microminerales o minerales traza (0.1-50 ppm) incluyen:

- Hierro
- Yodo
- Cobre
- Manganeso
- Zinc
- Cobalto
- Molibdeno
- Selenio
- Cromo
- Zinc

- Flúor
- Sílice
- plomo etc.

Los minerales realizan funciones importantes y diversas en el organismo animal ya que sin ellos los tejidos carecerían de elementos estructurales y de soporte, claro ejemplo de ello son el calcio y fósforo ya que son los minerales principales de los huesos, dientes y se encuentran formando fosfato cálcico. Los elementos minerales, especialmente el sodio, potasio, calcio y magnesio en conjunción con compuestos orgánicos, son los principales factores para la creación de la presión osmótica dentro de los fluidos corporales. La mayoría de los elementos minerales actúan como activadores de sistemas enzimáticos. Mecanismos biológicos de oxidación, los minerales forman parte de muchos complejos sistemas biológicos, como es el caso de los cerdos que nacen deficientes de hierro en donde al aplicarlo se fija oxígeno para su transporte de los pulmones a todo el organismo y en dado caso de no satisfacer esa necesidad genera anomalías dentro del organismo del animal como anemias, abortos y bajos parámetros productivos (Dieter, 1998).

Comparado con otras especies domésticas, la carne de conejo es relativamente baja en sodio, pero rica en potasio y fósforo. Los conejos presentan algunas particularidades tales como el alto contenido de minerales en la leche, aunque si producen grandes cantidades, se puede crear un déficit de calcio en el final de la gestación o la lactancia temprana y como resultado de esto se presentaran signos similares a los de una fiebre de la leche, contrario a esto cuando hay un exceso de este mineral, el calcio se excreta en la orina, pudiendo dañar la estructura del riñón (Blas, 2016).

El mineral más importante en la dieta de un conejo y obtenido a través de los vegetales es el calcio, los conejos presentan algunas variaciones en la digestión de este mineral en comparación de otros mamíferos, la mayor parte de calcio

disponible se absorbe de la dieta, el mecanismo de absorción es por difusión pasiva a través de la pared intestinal, luego de esto el calcio absorbido se almacena en los huesos. Los conejos geriátricos necesitan menos niveles de calcio, magnesio, sodio, cloro y potasio. Los niveles recomendados de Ca en la dieta son de 0.5% en base seca en conejos adultos y 0.8% en base seca en conejos en crecimiento y gestantes (Jáuregui, 2020).

La mayoría de las vitaminas del grupo B, junto con la vitamina C y K, también son sintetizadas por la flora intestinal y reutilizadas por la cecotrofia, aunque podría ser necesaria la suplementación para cumplir con los requisitos, los minerales tales como cloro, sodio y potasio están presentes en las heces blandas en concentraciones más altas que en las heces duras (Blas, 2016).

Existe una falta de investigación sobre los niveles de minerales y vitaminas óptimas para la formulación de dietas para conejos.

Cuadro 9. Efectos secundarios en la salud animal por deficiencia o sobredosis de vitaminas y minerales

Vitaminas				
	Exceso	Deficiencia		
A	<ul style="list-style-type: none"> • Anorexia • Pérdida de peso • Dermatitis • Alopecia • Adelgazamiento de los huesos • Muerte 	<ul style="list-style-type: none"> • Retraso en el crecimiento • Pérdida de peso • Ceguera nocturna • Xeroftalmia • En Fetos: Anoftalmia, absorción fetal y degeneración testicular 		
D	<ul style="list-style-type: none"> • Hipercalcemia • Calcificación metastásica 	<ul style="list-style-type: none"> • Raquitismo • Deficiencia de calcio y fósforo 		
E	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos nerviosos • Edema 	<ul style="list-style-type: none"> • Fallo reproductivo • Enfermedad del músculo blanco 		
K	<ul style="list-style-type: none"> • Toxicidad en la piel y sistema respiratorio • Anemia 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento en el tiempo de coagulación produciendo síndromes hemorrágicos. 		
Minerales				
	Funciones	Deficiencia	En Reproducción	Toxicidad
Calcio (Ca)	Formación huesos y dientes Producción láctea Permeabilidad celular	Huesos frágiles Fiebre de leche Baja producción	Baja calidad seminal Alteraciones estrales Retención de placenta	

		láctea	Involución uterina Bajo % de gestación	-----
Fósforo (P)	Es parte importante del proceso de la obtención de la energía (ciclo de Krebs). Sin energía no hay ganancia de peso, ni producción de leche, etc. Formación huesos y dientes	Pobre estructura ósea Bajo desempeño (producción y reproducción)	Retraso en la pubertad Bajo porcentaje de gestación Anestro o alteraciones estrales Quistes foliculares Bajo libido	-----
Potasio (K)	Balance ácido-base. Equilibrio hídrico Transmisión del impulso nervioso	Poco frecuente: pérdida de peso, crecimiento retardado, debilidad muscular, desórdenes nerviosos.	-----	Interfiere en el metabolismo del magnesio (desarrollo de hipomagnesemia)
Sodio (Na)	Permeabilidad celular	Apetito insaciable por la sal Consumo depravado de suelo	Baja calidad seminal. El sodio está contenido en el cloruro de sodio, que es aportado por la sal de mar.	-----
Magnesio (Mg)	Desarrollo esquelético Activador enzimático	Tetania Hipomagnesemia Baja producción láctea	Retención de placenta Anestro o alteraciones estrales Baja calidad seminal	-----
Cobalto (Co)	Síntesis de vitamina B Crecimiento de bacterias en el rumen	Anemia Pérdida del apetito Baja producción de leche. Bajo crecimiento	Anestro o alteraciones estrales Involución uterina. Bajo porcentaje de gestación	-----
Yodo (I)	Esencial para la tiroides	Abortos Reabsorción fetal Bajo libido Baja calidad seminal	Anestro o alteraciones estrales, Abortos Mortalidad embrionaria Retención de placenta	-----
Hierro (Fe)	Respiración celular Hemoglobina, mioglobina	Poco frecuente	Quistes foliculares Alteraciones estrales Anestro Abortos Bajo porcentaje de gestación	Bajo consumo de materia seca Diarrea y acidosis metabólica Interfiere en el metabolismo de cobre y fósforo
Selenio (Se)	Asociado a la vitamina E Protección de tejidos a procesos de oxidación	Enfermedad del músculo blanco Retención de placenta	Retención de placenta Abortos-Mortalidad embrionaria Involución uterina Bajo porcentaje de gestación	Crecimiento anormal de las pezuñas
Manganeso (Mn)	Metabolismo de los carbohidratos	-----	Quistes foliculares Anestro Alteraciones estrales Bajo porcentaje de gestación Abortos	-----

Zinc (Zn)	Cofactor de sistemas enzimáticos Funcionamiento del sistema inmune (Producción de linfocitos)	Bajo consumo de MS Baja tasa de crecimiento Alopecia y dermatitis Problemas podales	Bajo porcentaje de gestación Anestro o alteraciones estrales Retraso en la pubertad Pobre desarrollo testicular Bajo libido	-----
------------------	---	--	---	-------

Fuente: INATEC, 2016.

Los requerimientos de energía se pueden cubrir a través del consumo de cualquier nutriente que aporte energía, especialmente carbohidratos, grasas y proteínas, es posible un intercambio de estos nutrientes. Por esta razón, se habla de requerimientos inespecíficos. Por otro lado, los requerimientos específicos de aproximadamente 50 nutrientes esenciales, también deben ser cubiertos, para evitar reducciones en la producción y la presencia de síntomas de deficiencias. Un nutriente esencial no puede ser sintetizado por el organismo, por lo cual debe ingresar al mismo con el alimento. Algunos aminoácidos, ácidos grasos, minerales y vitaminas son nutrientes esenciales. Los nutrientes no esenciales son elementos o compuestos químicos utilizados por el organismo para su desarrollo y mantenimiento, pero pueden ser sintetizados o se generan como productos de la actividad microbiana en el tracto digestivo (Dieter, 1998).

2.8. Aditivos

Los aditivos por otra parte, al día de hoy dentro de la alimentación y nutrición animal son muy numerosos, puesto que hacen referencia a un producto que se añade dentro de la formulación, teniendo un bajo nivel de inclusión y cuyo propósito es aumentar la calidad nutricional del alimento al que se le adicione, mejorando así el bienestar o salud del animal; otro concepto de aditivo es que puede ser usado en piensos, definiéndolos como sustancias, microorganismos o preparados de distintas materias primas, que se añaden al alimento con la intención de influir positivamente en las mezclas de alimento, sin dejar consecuencias ambientales debido a su producción, mejorando sus parámetros productivos, bienestar, salud, digestibilidad y la flora microbiana del intestino, con

una muy buena palatabilidad de los alimentos e inclusive por tener efectos antiparasitarios en los animales a los que se les suministre (Ravindran, 2010).

Los aditivos para piensos se asignan en distintas categorías dependiendo sus propiedades y o funciones como, por ejemplo:

- Aditivos tecnológicos (Antioxidantes, emulsificantes o acidificantes)
- Aditivos sensoriales (Aromas, pigmentos)
- Aditivos nutricionales (Vitaminas, minerales, aminoácidos)
- Aditivos zootécnicos (Estabilizadores de la flora intestinal)
- Antiparasitarios

Los aditivos a base de hierbas a diferencia de los sintéticos, muestran que los fitoquímicos de estas plantas pueden funcionar como promotores de crecimiento y producción, incluso de una manera mucho más adecuada que los sintéticos, aunque no se conocen ni se es claro la forma de actuar de muchas hierbas, especias y sus extractos, es importante identificar la funcionalidad y dosis apropiadas para así poder emplearlos de forma segura en las circunstancias y las especies específicas que permitan obtener un mayor beneficio de estos; Desarrollando nuevos y distintos productos herbales se pueden aprovechar las ventajas de las plantas por medio de mezclas y no por extractos vegetales (Mendoza-Martínez *et al.*, 2018).

Como es el caso del cloruro de colina que manifiesta su potencial ante las necesidades de comestibles de los rumiantes que no pueden ser aportados en su totalidad de manera natural u orgánica, pero no obstante ésta, no es incluida en la dieta debido al alto costo y la disponibilidad escasa, por lo que la Bicolina parece ser el sustituto perfecto a este compuesto sintético (UAM, 2018).

2.9. Colina

Sabiendo que el precursor de la acetilcolina es la colina, que es un neurotransmisor involucrado en distintas funciones del organismo animal, que

incluye memoria y control del músculo; la colina es usada en la síntesis de componentes que forman parte de membranas celulares del cuerpo, nutriente esencial soluble en agua y se suele clasificar como una de las vitaminas del grupo B (Jones, 2014).

Las funciones de la colina en el individuo se pueden agrupar en cuatro principales categorías:

1. Es formador de acetilcolina (necesaria para la transmisión de los impulsos nerviosos).
2. Es un componente estructural de la pared celular y del crecimiento óseo.
3. Es factor esencial en el metabolismo de la grasa en hígado.
4. Donador de grupos metilo para la formación de metionina a partir de homocisteína.
5. La metionina es un aminoácido esencial que el organismo del animal no la puede sintetizar de forma independiente y necesita que se la proporcionemos a través de la mezcla o dieta. Es de importancia para la síntesis de diversas proteínas, proporciona azufre y tiene cualidades antioxidantes. La metionina pertenece a un grupo de compuestos llamados lipotrópicos (sustancias químicas que ayudan al hígado a procesar las grasas o los lípidos).

El origen común de la colina es el cloruro de colina a base de síntesis química como ya se mencionó en una presentación de sal, aunque también se puede encontrar disponible a un 70% en forma líquida y a un 60% en la forma polvo. El proceso de elaboración de las sales de colina, suele ser usando gas natural que se hace reaccionar con el metanol y el amoníaco para producir trimetilamina sintetizando estos compuestos, se hace una segunda reacción con dióxido de etileno para la formación de colina y finalmente la base alcalina se hace reaccionar

con ácido clorhídrico para producir la sal del cloruro. La colina líquida al 70% suele ser muy corrosiva, mientras que la colina sólida al 60% es altamente higroscópica (compuestos que atraen agua en forma de vapor o líquido del medio ambiente) esto puede disminuir su estabilidad, dando lugar a dudas respecto a su aporte real en colina pura y los efectos negativos que puede ejercer sobre la estabilidad de otras vitaminas que están en alimentos y premezclas, esta forma de colina sólida debe protegerse de la exposición a la humedad (Jones, 2014).

2.9.1. Biocolina

Como ya se mencionó la colina se añade a las dietas en forma sintética como cloruro de colina, esta forma, cuenta con diferentes desventajas como la alta higroscopicidad, mostrándose como la aceleración de pérdida oxidativa de vitaminas en la dieta y la formación de trimetilamina en el tracto gastrointestinal. La trimetilamina es un producto de la descomposición de animales y plantas, es la principal sustancia responsable del olor desagradable asociado al pescado descompuesto, a algunas infecciones, al mal aliento y se encuentra asociada a la toma de grandes dosis de colina y carnitina. Sin embargo, la colina también se puede encontrar presente en plantas, en la forma de fosfatidilcolina, colina libre y esfingomielina (encontrada en las membranas celulares de los animales, sobre todo dentro de la vaina de mielina que rodea algunos axones de células nerviosas). Actualmente existen muchos productos naturales, producidos a partir de plantas seleccionadas, con un alto contenido de colina en forma esterificada y con alta biodisponibilidad, estas pueden ser una alternativa crucial al uso de cloruro de colina sintético. Diversas investigaciones brasileñas han demostrado que estos productos y sustitutos herbales pueden reemplazar el cloruro de colina en distintas dietas para distintos animales domésticos (Navarrete, 2019).

La Biocolina es un producto herbal derivado de la conjunción de plantas de origen hindú, dichas plantas son: *Achyranthes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*, que contienen

colina en forma de conjugados de colina principalmente en fosfatidilcolina (o polienilfosfatidilcolina también llamada lecitina) es un fosfolípido que, junto con las sales biliares, ayuda a la solubilización de los ácidos biliares en la bilis; aquellos ingredientes que contengan fosfatidilcolina son excelentes sustitutos del cloruro de colina, puesto que este, como aditivo de nutrientes en la ingesta animal es limitado, debido a su alto costo, ya que es un recurso químico sintético, que se elabora a partir de componentes del petróleo, lo que conlleva a la contaminación del medio ambiente durante su fabricación, haciéndola no redituable para el productor (UAM, 2018).

“BioCholine® es un suplemento alimenticio fabricado a base de plantas, que contiene colina natural altamente biodisponible, también contiene glicerol, inositol y fosfatidil-serina, moléculas que desempeñan un papel importante en el metabolismo, la modulación enzimática y la biosíntesis de fosfatidilcolina, teniendo una presentación en polvo, con buena fluidez y no es higroscópico (Jones, 2014).

2.9.2. Cloruro de colina vs Biocolina

La estabilidad de las vitaminas en los alimentos y en las pre mezclas puede verse afectada seriamente por la presencia de factores físicos o químicos como es el caso de agua, altas temperaturas y/o de radiación ultravioleta. La biocolina, muestra ciertas ventajas ante estos inconvenientes puesto que es un producto no higroscópico (no acumula agua) y termo estable, características indispensables para los procesos de peletizado en adición a distintos ingredientes en premezcla sin perder valor nutricional, a diferencia de las sales de colina, que son altamente higroscópicas o con una alta capacidad para retener el agua de medio ambiente y de los demás ingredientes. Constantemente el cloruro de colina no se añade a la premezcla de vitaminas, debido a este efecto de promover la pérdida de su actividad; igualmente se sabe que el cloruro de colina, es un compuesto que puede llevar a la destrucción oxidativa de las vitaminas en los piensos o premezcla. Una forma de mejorar la estabilidad de las vitaminas en los piensos y

premezclas, es evitar que la humedad y la temperatura en la mezcla se incrementen al adicionarse colina sintética (Navarrete, 2019).

El cuadro 10 muestra como la actividad de varias vitaminas se reduce en mezclas que contenían cloruro de colina al ser sometidas a diversas temperaturas, a diferencia de las mezclas con Biocolina en donde este efecto no es evidente.

Cuadro 10. Comparación entre cloruro de colina y Biocolina respecto a la pérdida de actividad de las vitaminas en una mezcla sometida a distintas temperaturas

	Control			Cloruro de colina 60%			Biocholine®		
	*TA	40	45	*TA	40	45	*TA	40	45
Tiamina	16.8	30.4	33.0	70.0	78.9	79.0	18.3	40.4	34.6
Vitamina E	18.7	30.6	40.8	44.4	55.6	60.0	25.0	30.0	33.3
Piridoxina	17.9	35.7	38.2	28.8	62.5	63.8	22.3	30.1	32.0
Ácido fólico	10.3	29.4	38.7	25.0	60.0	63.8	18.3	32.7	34.6
Vitamina B12	6.3	7.8	15.1	36.1	57.0	83.7	12.3	15.1	19.8
Riboflavina	3.0	15.9	18.4	34.1	31.8	43.2	8.0	11.0	11.0
Vitamina c	14.3	14.3	24.8	11.1	43.2	47.7	11.1	14.0	11.1

*TA: Temperatura ambiente

Fuente: Navarrete, 2019

Biocolina contiene fosfatidilcolina, una fuente de colina esterificada, conjugada a una molécula de fosfato, componentes del tipo lecitinas como, fosfatidilinositol y fosfatidiletanolamina, estas son moléculas con actividad emulsificante que pueden participar en la activación de múltiples receptores celulares del metabolismo animal y movilización de las grasas; estos receptores pueden aumentar la liberación de adiponectina, esta es una hormona implicada en la regulación de la glucosa, grasa y un aumento en la redistribución de ácidos grasos libres dentro del

hígado, viéndose reflejado en una disminución de grasa en el abdomen e hígado del animal.

En comparación del cloruro de colina que es hidrosoluble y es absorbido a través de la circulación portal, la fosfatidilcolina es liposoluble y se absorbe como quilomicrones (lipoproteínas que tienen la función de transportar lípidos procedentes de los alimentos hasta el hígado y otros tejidos) en la linfa a través del conducto torácico, obteniendo como resultando una entrega diferenciada y redistribuida de dos formas de colina en los tejidos (Navarrete, 2019).

Sólo un tercio del cloruro de colina puede ser absorbida a nivel del intestino, y pudiendo convertir hasta dos tercios en trimetilamina por acción de las bacterias intestinales, esta trimetilamina es excretada en la orina dentro de 6 a 12 horas.

Cuando se añade colina en forma de lecitina (fosfatidilcolina), se excreta una menor parte de trimetilamina en la orina entre 12 a 24 horas después del consumo.

La ingesta de lecitina oral es considerablemente más eficaz para incrementar y mantener por un mayor tiempo los niveles de colina en el suero, que cantidades equivalentes de cloruro de colina. La colina proveniente de la fosfatidilcolina (Biocolina) u otras lecitinas sugiere un valor casi cercano al 100% de viabilidad; Dicho esto, aunque la colina sintética (cloruro de colina) contiene una mayor cantidad de colina por kg de producto respecto al contenido de Biocolina, gran parte de esta colina no está disponible para el animal ni es aprovechada, se podría decir que la biocolina muestra una mayor biodisponibilidad, también una diferente vía de absorción y cinética además de contar con la presencia de ingredientes bioactivos (fosfatidilinositol, fosfatidilcolina y fosfatidilserina), con efectos sobre el metabolismo de lípidos; todos los factores previamente mencionados podrían resolver el por qué menores dosis de Biocolina pueden remplazar una dosis de inclusión más elevadas de cloruro de colina en las dietas para animales.

Suplementar la colina en la forma natural (fosfatidilcolina), puede representar ventajas como una mayor estabilidad y biodisponibilidad respecto al uso de sales de colina producidas por síntesis química (Navarrete, 2019).

2.9.3. Plantas para la formación de Biocolina

El mundo cambia a un ritmo acelerado, el acceso a la información es mucho más fácil y globalizada, sobre todo en consumidores que están más informados y preparados, lo que conlleva a un nivel de exigencia mucho más alto con respecto a su alimentación, con un enfoque particular en la manera como se producen las proteínas y nutrientes animales que consume, aunado a esto también existe un mayor interés y preocupación por el bienestar de los animales, contaminación ambiental y sanidad de los alimentos (Junior, 2019).

Dentro de este panorama ha aumentado la preocupación del uso de productos químicos, que muchas veces son derivados del petróleo y generan una inseguridad en su elaboración. En este escenario la industria agroalimentaria empezó a buscar alternativas naturales para evitar estos productos químicos que son usados en la alimentación y producción animal, lo cual dio como resultado un aumento significativo de la elaboración de alimentos de origen orgánico o biológico.

Para encontrar la manera de reemplazar estos químicos, la ciencia se ha visto interesada en el estudio de plantas para lograr encontrar, los mismos compuestos que en los productos químicos, pero ahora de manera natural pudiendo reemplazar a lo sintético haciendo la misma acción.

El uso de plantas data de muchos años, un ejemplo claro de ello son las antiguas civilizaciones que lograron sobrevivir por siglos basando su salud y nutrición en el modo de acción de las plantas.

Cuando se observa a los animales podemos percibir que ellos principalmente hacen uso de estas plantas para hacer frente a distintas enfermedades. Los perros por ejemplo aun siendo carnívoros hacen uso del pasto para afrontar problemas gástricos como diarreas o indigestiones, la mariposa Monarca pone sus huevos en una planta rica en taninos con la finalidad de frenar los parásitos.

Actualmente han surgido muchos productos basados en plantas o en sus extractos con el fin de usarlos en nutrición, salud y bienestar animal. Como ejemplo estan a los metabolitos (cualquier sustancia producida durante el metabolismo) secundarios de plantas como recurso natural sin explotar en los sistemas de producción animal convencionales, puesto que en el pasado se consideraban como una fuente que no beneficiaba ni nutria a los animales, gracias a la evolución de la tecnología hoy se pretende que estos sean una fuente de compuestos explotables para el beneficio y la mejora de la producción. El uso de plantas medicinales en el manejo de diversas enfermedades se debe a sus diversos fitoquímicos (compuestos químicos producidos por las plantas, generalmente tienen un rol importante en el crecimiento de la planta o en su defensa contra otras hierbas oportunistas, patógenos o depredadores) utilizados para el beneficio de la salud (Mendoza- Martínez *et al.*, 2018).

Plantas que integran a la BioCholine®

Achyranthes Aspera

Achyranthes Aspera de la familia *Amaranthaceae*, de nombre común Mosotillo, rabo de gato, rabo de chango, rabo de ratón, es una hierba medicinal que se encuentra en toda la India, casi todas las partes de esta planta se utilizan en diversos medicamentos, en especial las semillas, raíces y brotes que son las partes más importantes puesto que se usan con fines medicinales, un gran número de componentes fitoquímicos se han aislado de esta planta (Bafna y Mishra, 2004).

Usos medicinales como:

- Espermicida
- Antialérgica
- Cardiovascular
- Nefroprotector
- Hipoglucémico
- Analgésico y antipirético
- Antiparasitario (Los extractos de acetato de etilo de *A. aspera* muestran actividad antiparasitaria (extracto seco de hojas, flores y semillas) contra las larvas de garrapatas de ganado *Rhipicephalus*, *Boophilus*. Los Extractos de hojas de *Achyranthes aspera* contra las larvas de cuarto estadio de *Culex quinquefasciatus*; La mortalidad larval se observó después de 24 h de exposición; muchos usos tradicionales También se informan como purgantes, laxantes, en diversos tipos de trastornos gástricos y dolor corporal (Srivastav *et al.*, 2011).

También se ha visto que el extracto de metanol de *A. aspera* tiene un efecto protector frente al daño hepático causado por la rifampicina, un fármaco antituberculoso.

Trachyspermum ammi

Trachyspermum ammi comúnmente conocido como "Ajwain u omum en inglés pertenece a la familia *Apiaceae* y es ampliamente utilizado para dar un buen sabor (ampliamente utilizado como especia en el curri) y por su naturaleza aromática (característico olor aromático y picante) es usado en la perfumería además de ser un conservante natural de comidas y otras aplicaciones tradicionales y culinarias.

Es originaria de Egipto y crece ampliamente alrededor del mar Mediterráneo y en el suroeste de Asia extendiéndose desde Iraq a la India, particularmente al norte de la India (Ishaq *et al.*, 2015).

Esta planta es utilizada como:

- Antibacteriano (contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Shigella dysenteriae*) (Kaur y Arora, 2010).
- antioxidante
- Hepatoprotector
- Nematicida
- Antihelmíntico
- Gastroprotector
- Fungitóxico
- Nefroprotector

La administración de dosis graduadas de semillas de *T. ammi* reduce los niveles de urea y creatinina séricas elevadas, lo que sugiere que su contenido proteja la integridad de tejido renal.

Azadirachta Indica

Azadirachta indica o también llamada Neem o Nim es quizá la planta de más utilidad en la medicina tradicional de la India, cada parte del árbol de neem tiene alguna o muchas propiedades medicinales, Neem es perteneciente a la familia *Meliaceae* (familia de la caoba) originario de la India y de Birmania, solo vive en regiones tropicales y subtropicales; Aunque se ha aislado un gran número de compuestos de neem, algunos de ellos se han estudiado para determinar su actividad medicinal.

La Nimbina por ejemplo es un aislado de *Azadirachta indica*, este aislado cuenta con una gran parte de la actividad biológica de Neem, contando con propiedades antiinflamatorias, antipiréticas, antifúngicas, antihistamínicas y antisépticas.

La administración oral de nimbina ha demostrado un importante efecto hipoglucémico en conejos que están en ayuno, pero también puede actuar como un antihistamínico (Biswas *et al.*, 2002).

También el Neem puede ser utilizado para controlar distintas plagas que afectan a la producción, puesto que puede ser un plaguicida que no irrite al animal. Existe evidencia científica preliminar que demuestra que el árbol de Neem es muy efectivo en el tratamiento de la sarna, garrapatas, piojos, nematodos y gusanos filiformes del hombre. Su aplicación se ha extendiendo más y más debido al aumento de la resistencia de estos parásitos a los productos químicos convencionales. La planta como un fertilizante orgánico es superior al estiércol bovino y de otras especies, como abono orgánico es apreciada por sus propiedades insecticidas y repelentes, mezclada con urea para abonar el suelo, dando buenos resultados. Neem en contra de los insectos, actúa como inhibidor de crecimiento, prolonga las etapas inmaduras lo que ocasiona la muerte, disminuye la fecundidad y ovoposición (De León, 2013).

20 gramos de la hoja de Neem por cada 100 ml de agua hervida para hacer una concentración al 20% para el control efectivo de ácaros en conejos, esta infusión no debe ser menor al 20% ya que perderá el efecto, es una forma de tratamiento natural alternativo como control de *Sarcoptes* en conejos, con una efectividad similar o mayor a la Ivermectina al 1% (De León, 2013).

Citrullus colocynthis

Citrullus colocynthis, es una planta del desierto miembro de la familia *Cucurbitaceae*, conocida como la manzana amarga en inglés, Hindal en árabe y sandía Abujahl en persa (Shafaei *et al.*, 2012).

Esta planta es ampliamente utilizada como:

- Purgante
- Antineoplásico
- Agente antirreumático
- Antialérgico
- En infecciones parasitarias

La pulpa seca y el extracto de su semilla se ha usado para el tratamiento del estreñimiento y la diabetes, su fruto, que es de color amarillento, con un tamaño de manzana y extremadamente amargo se usa principalmente como un laxante fuerte. Al extracto de su fruta se le conoce como colocintina debido a su característico sabor amargo, los compuestos encontrados en esta planta son los Colocynthis que incluyen glucósidos (esteroles clasificados para grupos A, B, K, L y E (curcurbitacinas), alcaloides y flavonoides. Las curcurbitacinas (glucósidos tetracíclicos altamente oxigenados) tienen una variada gama de usos como ya se mencionó, debido a su amplio espectro de actividades biológicas, puesto que son encontrados principalmente en plantas pertenecientes a esta familia *Cucurbitaceae*, pero no son exclusivos de *Citrullus colocynthis*, ya que también se han encontrado en varias otras familias del reino vegetal.

En contraste con el extracto de su semilla, el extracto de pulpa de *C. colocynthis* puede ser fatal para los conejos, porque parece que puede causar alguna alteración en la absorción de otros nutrientes por eso solo es usada como purgante (Dashti *et al.*, 2012)., por lo que el extracto de semilla puede ser la ruta preferida para la aplicación terapéutica. Sin embargo, las aplicaciones terapéuticas, los efectos adversos y sus variantes naturales de *Citrullus colocynthis* no se han definido del todo.

Andrographis paniculata

Andrographis paniculata o sambiloto, es particularmente conocido por sus propiedades extremadamente amargas por lo que tiene un apodo característico "Rey de Amargos ", de la familia *Acanthaceae*, (Jarukamjorn y Nemoto, 2008). es una de las plantas medicinales más utilizadas en Indonesia, aunque también crece en muchos otros países asiáticos como China, India, Tailandia y en el continente europeo, es usada como un remedio natural de amplio espectro de dolencias o como un suplemento a base de hierbas (Levita, 2014).

Su principal componente químico bioactivo es la andrografolida, este bioactivo se ha dicho que tiene diversas actividades farmacológicas. En la medicina tradicional china, es usada para contrarrestar las propiedades del resfriado común, eliminar el calor del cuerpo (fiebre). En Tailandia, esta planta fue seleccionada por el Ministerio de Salud Pública como una de las plantas medicinales que se incluirán en "The National List of Essential Drugs A.D. 1999" ("La Lista Nacional de Medicamentos Esenciales A.D. 1999") (Levita, 2014).

Una extensa investigación ha revelado que *Andrographis paniculata* tiene una sorprendente variedad de efectos farmacológicos y algunos de ellos son extremadamente beneficiosos, como:

- Antiinflamatorios
- Antidiarreicos
- Antivirales
- Hepatoprotectoras
- Cardiovasculares
- Anticancerígenas
- Inmunoestimuladora

En contra parte también se ha informado de toxicidad reproductiva en machos (Jarukamjorn y Nemoto, 2008).

El bioactivo (sustancia química encontrada en pequeñas cantidades en plantas y ciertos alimentos (como frutas, verduras, nueces, aceites entre otros) promueve una óptima salud) *andrographolide* el Rey de amargos tiene una buena biodisponibilidad puesto es rápidamente absorbida por el estómago, directamente distribuido en la circulación y metabolizado en el hígado. Hoy en día, la investigación acerca de plantas medicinales ha atraído la atención mundial, esto con evidencia científica acumulándose, para demostrar el potencial prometedor de las plantas medicinales utilizadas en varios productos tradicionales, como sustituto

de lo sintético o aditivo haciendo uno o muchos sistemas alternativos (Rafat *et al.*, 2010).

2.9.4. Biocolina como aditivo en la producción animal

La colina es tomada como un nutriente esencial para el metabolismo animal, sus metabolitos tienen una función especial en el metabolismo de los carbohidratos, grasas y proteínas. Como ya se mencionó la fuente más común para aportar colina en la alimentación y dietas animales es el cloruro de colina, producto derivado de algunos insumos del petróleo. El uso de este producto genera muchos problemas debido a sus características fisicoquímicas además de ser muy higroscópica, siendo su uso difícil en premezclas, pues absorbe mucha agua y disminuye la eficacia de vitaminas, minerales y pigmentos con los que se revuelve. Su digestibilidad en intestino es baja y cuando se desdobla por la flora, puede formar una cantidad considerable de trimetilamina (metabolito que puede resultar tóxico). La Biocolina puede reemplazar a la colina sintética, teniendo más y mayores ventajas respecto a su uso en alimentación y nutrición animal. La colina natural no es higroscópica y por ende no tiene ninguna reacción con otros compuestos dentro de la pre mezcla o alimento al que se le adicione, al estar en una forma esterificada (sintetización de un éster), es resistente a temperaturas elevadas, permitiendo la peletización y extrusión, sin pérdidas de efectividad, otro de sus beneficios es que no tiene cloro en su composición, lo que permite un balance electrolítico de las dietas; Contiene el metabolito activo de la colina (fosfatidilcolina), economizando pasos metabólicos usándola en niveles más bajos de inclusión obteniendo el mismo resultado. Los conjugados naturales de fosfatidilcolina y otros activos presentes en la Biocolina activan receptores PPAR que conducen una transducción de señales y liberación de Adiponectina una hormona que inicia el metabolismo de los lípidos al reducir la absorción de ácidos grasos en el hígado además de lipólisis para un mayor metabolismo energético, previniendo el Síndrome del Hígado Graso (Junior, 2019).

La mayoría de las fuentes de colina se degradan en el rumen, pero la biocolina de origen vegetal tiene una resistencia natural a la degradación ruminal disminuyendo problemas de cetosis y aumentando la producción de leche hasta en un 7%; mejora un estatus energético post parto reduciendo las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos no esterificados, y también ayuda a la reducción de problemas de morbilidad en general (Mendoza- Martínez, 2018).

La Biocolina resulta muy positiva para la salud animal, por todos los beneficios ya mencionados viéndose esto reflejado en la generación de productos derivados de los rumiantes domésticos como carne o leche e incluso los no rumiantes como la gallina y la producción de huevo además de reducir la aparición de enfermedades y disminuir los costos para productores y la contaminación durante los procesos de su elaboración, siendo fundamental en la síntesis del neurotransmisor acetilcolina en forma acetilada de colina esencial para el sistema nervioso y la configuración oxidada de colina, betaína, actúa como un donador de metilo en el ciclo de la metionina, un antioxidante y un estimulante de respuesta inmune, por sí sola la betaína no provee colina, pero puede almacenar colina en el sistema del animal; Por otra parte, para comprender mejor el mecanismo de acción y validar los posibles beneficios de la BioCholine® en dietas de animales de producción, es necesario aun una mayor investigación (UAM, 2018).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El futuro de la producción animal se verá influenciada por los cambios dentro de la agricultura y por temas sociales, ya está, cada vez tienen más limitantes como restricciones gubernamentales, (no se permite el uso de antibióticos como promotores de crecimiento o estabilizadores de la flora intestinal); la influencia de los consumidores, (antibióticos en las mezclas, impacto medio ambiental, bienestar animal, rastreabilidad y trazabilidad, organismos genéticamente modificados, salud pública, entre otras ideas de los consumidores), y esto da como resultado que la formulación de mezclas se tenga que cambiar para dar lugar no solo a las necesidades del animal basadas en resultados científicos, sino también a las necesidades y expectativas de la sociedad, ya que el impacto de estos aspectos influirá en las decisiones desde la unidad de producción hasta la distribución de productos y sub productos de origen animal.

Actualmente se están llevando a cabo más investigaciones como ésta, para evaluar productos alternativos y así mantener el bienestar nutricional de los animales y cumplir con los aspectos sociales. Desde la perspectiva nutricional, la estrategia para cumplir con los requisitos a largo plazo es, diseñar raciones que cumplan el requisito medioambiental utilizando ingredientes orgánicos puesto que cada vez es más evidente que lo sintético no podrá ser aceptado ante la ley ni la sociedad; la primera estrategia a disposición de la producción animal es, por tanto, evaluar el potencial de nuevas materias orgánicas. Una vez evaluadas, lo siguiente deberá ser maximizar su valor nutritivo sustituyendo lo sintético mediante el uso juicioso de aditivos para alimentación animal.

El presente documento se centra en tomar al conejo como modelo para determinar si la Biocolina a base de las plantas (*Achyranthes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis* y *Andrographis paniculata*) logra tener efectos positivos y beneficiosos dentro de los parámetros productivos, pudiéndola

emplear como un promotor de crecimiento y sustituto orgánico del cloruro de colina.

4. JUSTIFICACIÓN

El uso de fórmulas poliherbales adicionadas en la dieta de animales con una función zootécnica, es una alternativa para remplazar a los aditivos sintéticos puesto que estos pueden perjudicar la salud del consumidor o del animal

Debido a esto, una alternativa es buscar aditivos herbales para establecer si tienen efectos positivos en los parámetros productivos de conejos en finalización

5. HIPÓTESIS

El uso de la fórmula polihierbal “Biocolina” compuesta por las plantas *Achyranthes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis*, *Andrographis paniculata*, mejorará los parámetros productivos y económicos de conejos en finalización.

6. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la adición de una fórmula polihierbal (Biocolina) sobre los parámetros productivos de conejos en finalización.

Particulares

- Determinar los parámetros de crecimiento que obtienen los conejos en finalización alimentados con una dieta adicionada con una fórmula polihierbal Biocolina.
- Realizar un análisis económico de los conejos en finalización

7. MATERIALES Y METODOS

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

Dentro del Cuadro 11 se presenta la dieta formulada para el experimento, a la cual se le adicionó 0, 200, 400, 600, 800 mg de Biocolina por kg de alimento conformando así los cinco tratamientos, ofreciéndolos a los conejos en forma de pellet.

Cuadro 11. Dieta experimental con la inclusión de Biocolina (100 kg)

Ingredientes	Tratamiento 0.0 mg/kg	Tratamiento 0.20 mg/kg	Tratamiento 0.40 mg/kg	Tratamiento 0.60 mg/kg	Tratamiento 0.80 mg/kg
Grano de maíz (kg)	19	19	19	19	19
Heno de Alfalfa (kg)	19	19	19	19	19
Aceite vegetal (kg)	2	2	2	2	2
Salvado de trigo (kg)	33	33	33	33	33
Pasta de soya (kg)	17	17	17	17	17
Levadura (<i>saccharomyces cerevisiae</i>)	1	1	1	1	1
Alfalfa (kg)	9	9	9	9	9
Biocolina	0	200	400	600	800

Para llevar a cabo el experimento se utilizaron 50 gazapos de 1 mes de edad con un peso vivo promedio de 940 g estos animales se ubicaron de manera aleatoria en jaulas metálicas individuales de 40 X 60 cm colocando un animal por jaula respetando las normas del bienestar animal, estas jaulas ya contaban con comederos y bebederos, se emplearon 10 animales por tratamiento y a cada uno se le consideró como unidad experimental.

Los gazapos fueron adaptados durante una semana a una dieta común y posteriormente a las dietas experimentales durante una semana para realizar un pesaje inicial, ofreciendo agua y alimento a libre acceso; para estimar el consumo se pesó la cantidad de alimento ofrecido y rechazado.

Prueba de comportamiento productivo:

El consumo voluntario fue determinado por el alimento ofrecido, menos el alimento rechazado diariamente hasta llegar a estimular una media de lo ofrecido y lo rechazado durante el tiempo total de engorde (Mazorra *et al.*, 2009).

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 (Di Marco, 2007).

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 (Torres, 2017).

Fórmula:

$$CA = AC/PS$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

PS = Peso al sacrificio

Una vez obtenidos los parámetros productivos, se obtendrán los rendimientos a la canal fría y caliente, obteniendo de manera indirecta la pérdida de agua por goteo.

Con los consumos se calculó el costo de las raciones y por ende los costos de la alimentación ya que se conoció el costo de la dieta consumida y el del aditivo polihierbal, también se estimó el precio de venta del animal en pie, así como el valor comercial de la canal caliente y fría los cuales fueron considerados como ingresos de la actividad.

Se obtuvo la utilidad mediante la resta del ingreso menos el costo de alimentación de cada uno de los tratamientos, también la razón ingreso / egreso la cual permitió saber la tasa de retorno de cada una de las dietas experimentales, esto con la intención de determinar cuál es la mejor opción en términos económicos.

Finalmente, con los datos obtenidos del experimento se realizó un análisis estadístico mediante el empleo de un diseño completamente al azar con comparación de medias por la prueba Tukey con un nivel de $P > 0.05$, empleando el siguiente Modelo General Lineal:

$$Y_i = \mu + Tx_i + E_i$$

Donde:

Y_i serán las variables de respuesta

μ la media de cada variable

Tx_i efecto del tratamiento

E_i efecto del error experimental

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de una fórmula poli herbal a base las plantas *Achyranthes aspera*, *Trachyspermum ammi*, *Azadirachta indica*, *Citrullus colocynthis*, *Andrographis paniculata* presento el siguiente comportamiento en una prueba *in vivo* en conejos en finalización.

En el Cuadro 12 se observa la prueba productiva, con respecto al peso final y la ganancia diaria de peso no hubieron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), estos resultados concuerdan con lo reportado por Martínez (2018), quien no reportó cambios en las variables productivas de corderos y Soberanes (2020), quien también reportó que no hubieron cambios significativos en la ganancia de peso en cerdos comparando la colina herbal de la sintética, tal vez en conejos no hubo la suficiente exposición y tiempo al aditivo para poder observar cambios estadísticamente significativos ya que en esta especie las fases de crecimiento y finalización son muy cortas.

Cuadro 12. Prueba productiva y características de la canal de conejos adicionados con una mezcla poliherbal (g)

Mezcla poliherbal (mg kg⁻¹ MS)

	0.0	200	400	600	800	EEM	P	
Peso inicial	513.0	516.5	513.8	498.0	481.1	25.92	0.52	
Peso final*	1444.3	1505.5	1461.5	1443.6	1429.3	38.25	0.44	
Ganancia de peso	27.7	30.0	28.3	27.2	26.3	1.85	0.32	
Consumo alimento*	82.9	87.6	88.6	89.3	91.1	3.22	0.006	EEM, error estándar de la media ; P,
Conversión alimenticia	3.01	2.97	3.18	3.20	3.40	0.12	0.005	
Peso canal caliente*	777.3	845.6	794.4	773.1	769.6	59.51	0.63	
Peso canal fría	749.7	816.1	764.7	743.0	739.7	58.88	0.61	

Probabilidad ($P<0.05$)

Con respecto al peso inicial no se mostraron efectos significativos ($P>0.05$) lo cual era de esperarse puesto que al inicio del experimento los animales se distribuyeron aleatoriamente a los tratamientos, en el peso final no se observan diferencias estadísticas significativas, aunque el tratamiento de 200 mg obtuvo un peso mayor a 1500 g, en el mismo sentido la ganancia de peso no mostró

diferencias ($P>0.05$), en un estudio realizado por Pulido (2018) empleando otra fórmula polihierbal con efecto inmunoestimulante se reportó que no hubieron cambios en la prueba productiva, situación similar a lo reportado en este experimento, dicha ausencia de efecto se puede deber a que las dosis empleadas son bajas ya que se evita que estas fórmulas puedan ser tóxicas, por tal motivo los metabolitos se encuentran en cantidades que no generan modificación en la microbiota intestinal y por consecuencia no se generan modificaciones positivas ni negativas.

Con respecto al consumo de alimento, se observó un efecto significativo ($P<0.05$), observándose que el tratamiento control fue el de menor consumo y en los demás tratamientos se incrementó el consumo, siendo el tratamiento de 800 mg el que más consumió, la disminución del consumo puede ser benéfica para la unidad de producción ya que el consumo de alimento representa del 60 al 80% de los costos directos, por tal motivo si se disminuye el consumo puede haber una ligera disminución del costo de producción que se refleje en un incremento en la utilidad, Chavarría (2020) reportó resultados similares en cuanto a consumo de alimento al emplear una fórmula poli herbal hecha a base de plantas hindúes, como promotor de crecimiento a los obtenidos en el presente estudio. Cabe hacer mención que el consumo de alimento incide en los costos de alimentación que más adelante se indicarán.

Una variable de interés en la producción animal es la conversión alimenticia, ya que es esta la que indica la eficiencia en la utilización del alimento, en este experimento fue una variable que mostró efectos significativos ($P<0.05$), siendo el tratamiento de 200 mg el que obtuvo la menor conversión con 2.97 lo cual indica que para producir un kg de peso vivo se consumieron 2.97 kg de alimento, mientras que el tratamiento de 800 mg la conversión fue de 3.4, siendo 430 g mayor con respecto a el tratamiento de 200 mg, tal situación indica que la mayor eficiencia alimentaria fue en dicho tratamiento, variable de gran impacto económico.

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 56% de peso vivo a peso de canal caliente y de 54% en canal fría del tratamiento 200 mg, siendo estos los valores de rendimiento más alto en el experimento.

En la evaluación productiva de un aditivo es de gran importancia la estimación económica de la utilización de dicho elemento de la dieta, es por ello que se realizó una evaluación de los costos de la alimentación y el impacto económico.

En el cuadro 13 se observa el análisis económico de la canal de conejos adicionados con una mezcla polihierbal (g) y sus resultados económicos.

Cuadro 13. Análisis económico de la alimentación con una FPH

Ítem	0	200	400	600	800
Costo alimento, \$	15.39	16.32	16.56	16.74	17.13
Costo de alimento por animal, \$	55.37	56.30	56.54	56.72	57.11
Ingresos por animal en pie, \$	65.57	69.60	66.42	64.11	61.87
Ingresos por canal caliente, \$	69.92	76.06	71.46	69.54	69.22
Ingresos por canal fría, \$	71.18	77.48	72.61	70.55	70.23
Utilidad por animal en pie, \$	10.20	13.30	9.88	7.39	4.766
Utilidad canal caliente, \$	14.54	19.78	14.92	12.82	12.12
Utilidad canal fría, \$	15.81	21.18	16.07	13.83	13.12
Razón ingresos / egresos animal en pie	1.18	1.24	1.17	1.13	1.08
Razón ingresos / egresos canal caliente	1.26	1.35	1.26	1.23	1.21
Razón ingresos / egresos canal fría	1.29	1.38	1.28	1.24	1.23

Con respecto al costo del alimento se observa que hubo un incremento en dicho rubro, tal situación se debe a que fue el mismo alimento para todos los tratamientos y solo se incrementó por el uso del aditivo herbal a dosis equidistantes. El costo de alimento por animal se obtuvo con el costo del alimento multiplicado por el consumo, en este sentido se observa que la dosis de 200 mg fue la que mostró el menor costo por animal, mientras que las demás dosis fueron incrementándose paulatinamente.

Los ingresos fueron obtenidos mediante el precio de venta de mercado ya sea del animal en pie o bien el precio de la canal, en el caso de la venta en pie el mayor ingreso se obtuvo en la dosis de 200 mg, esto debido a que fueron los animales de mayor peso y por ende los que alcanzaron el mayor precio de venta, tal situación se reflejó en el precio de la canal caliente y fría, tal situación indica que esta dosis fue la más conveniente para vender los animales en pie o bien las canales.

La utilidad se obtuvo con la diferencia entre el precio de venta y el costo del animal, en este sentido la mayor utilidad en pie, de canal caliente y fría la obtuvo el tratamiento de 200 mg, ya que se conjugaron los mayores ingresos y uno de los menores costos, tal situación fue benéfica ya que si se extrapola a una situación real esto generaría mayores beneficios económicos en las unidades de producción.

Finalmente se calculó la razón ingresos egresos la cual indica la tasa de retorno de las dietas investigadas, la mejor tasa ingreso egreso en pie, canal caliente y fría se obtuvo en el tratamiento de 200 mg, tal situación indica que el empleo de esta fórmula polihierbal a esta dosis genera un retorno hasta del 38% en la canal fría, por tal motivo, por cada peso invertido se recupera el peso y se ganan 38 centavos, siendo así una adición rentable.

9. CONCLUSION Y SUGERENCIA

Con base en lo observado en esta experimentación se concluye que la adición de la fórmula polihierbal a dosis de 200 mg por kg de alimento, generó un mayor consumo de alimento y una eficiencia en la alimentación obteniendo la mejor conversión alimenticia, además de que fue la dosis que permitió obtener los mejores indicadores económicos como mayor utilidad y mayor razón ingreso egreso.

Se sugiere seguir realizando investigación con diversas dosis para tener mayores elementos para generalizar el uso de este tipo de aditivos en los diversos sistemas de producción de conejo.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Amorim, A. L., Afonso, M. J., Silva Júnior, V. A. D., Oliveira Villarouco, F. M. D., & Villarouco de Andrade Henrique, V. (2002). Longitud total del intestino de conejos sin raza definida (*Oryctolagus cuniculus*). *Revista Chilena de Anatomía*, 20(2), 181-183.
- Bafna, A. R., & Mishra, S. H. (2004). Efecto del extracto de metanol de *Achyranthes aspera* linn. sobre la hepatotoxicidad inducida por rifampicina en ratas. *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 45(4), 343-351.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee, R. K., & Bandyopadhyay, U. (2002). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *current science-bangalore-*, 82(11), 1336-1345.
- Blas Beorlegui, J. C. D. (2016). Cambios de la alimentación en Cunicultura en las últimas décadas y perspectivas de futuro. *XLI Symposium de Cunicultura de ASESCU*", 12/05/2016-13/05/2016, Hondarribia. p. 29.
- Boixeda, G. S., de Blas Beorlegui, C., Carabaño, R., & Fraga, M. J. (1984). Utilización de grasas en dietas para conejos en cebo. In *IX Symposium de cunicultura* (pp. 217-230). Asociación Española de Cunicultura (ASESCU).
- Brenes, A., Brenes, J., Pontes., M. (1977). Requerimientos nutritivos del conejo. X V Reunión Anual de la Sociedad Ibérica de Nutrición Animal. Valencia, 13-15 diciembre 1977 ()117-127
- Camacho Pérez, Á., Bermejo Asensio, L. A., Viera Paramio, J., & Mata González, J. (2010). *Manual de cunicultura*. Escuela técnica superior de ingeniería agraria

(España). Disponible en: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2599/libro%20cunicultura%202010.pdf>

Camps i Rabadà, J. (1998) Evolución e historia de la Cunicultura en España hasta 1976. Recuperado de:
https://ddd.uab.cat/pub/jcamps/jcampsapu/jcampsapu_039.pdf

Carabaño, R., Piquer, J., Menoyo, D., & Badiola, I. (2010). The digestive system of the rabbit. Nutrition of the Rabbit, 1-18.

Carvajal Jacome, C. L. (2014). Tesis: Utilización de la hoja de agave americana (cabuya) para el engorde de conejos de la raza neozelandes en el Centro de Estudios Academicos Salache (CEASA) (Bachelor's thesis, LATACUNGA/UTC/2014)

Chavarría Pascual, J. E. (2020). Efecto de fórmula polihierbal inmunoestimulante sobre parámetros productivos en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en finalización [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México].
<https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109243>

Colombo, T., & Zago, L. G. (2017). El conejo: Selección de las razas, Elección y preparación de la instalación, alimentación y cuidados, cría y reproducción, comercialización, prevención y cura de las enfermedades. Parkstone International.

Dashti, N., Zamani, M., Mahdavi, R., & Ostad Rahimi, A. R. (2012). The effect of *Citrullus colocynthis* on blood glucose profile level in diabetic rabbits. Journal of Jahrom University of Medical Sciences, 9(4), 24-28.

De León Hurtado, R. A. (2013). Evaluación de la infusión de las hojas del árbol de nim (*Azadirachta indica*) elaborado en dos concentraciones para el tratamiento tópico

de ácaros en conejos (*Oryctolagus cuniculus*) (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala).

Di Marco, O. (2007). Conceptos de crecimiento aplicados a la producción de carne. Rev. Producción Animal, 16(3), 11.

Dieter Hess, H. (1998). Calidad nutricional y producción bovina. Disponible en: http://137.117.40.77/bitstream/11348/3892/1/20061127144447_Calidad%20nutricional%20y%20produccion%20bovina.pdf

Domínguez, H., Barrios, V., & Pérez, Y. (2010). Fisiología digestiva y nutrición en la especie cunícola. Universidad de Matanzas, 1, 23.

Fernández, J., Quiñonez, F., Cervantes, F. y Melgoza A. (2015). Conejos y liebres silvestres de México. CONABIO. Biodiversitas, 123:7-11

Gómez Mena, C. (2020). Sader y EU cooperan para atacar brote de enfermedad viral en conejos. La Jornada. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/ultimas/ciencias/2020/05/21/sader-y-eu-cooperan-para-atacar-brote-de-enfermedad-viral-en-conejos-3518.html>

Gómez y González, A., Pinos Rodríguez, J. M., & Aguirre Rivera, J. R. (2009). Manual de Producción caprina (No. 636.3910972 G6M3).

González, O. A. P., Ayala, E. E., Pérez, L. B., & Vargas, A. C. (2012) La cunicultura familiar una herramienta para el desarrollo territorial. El caso de la región sur oriente del estado de México. In 13er. Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria (p. 619).

Gurri, A., & Castelló, J. A. (1992). La alimentación del conejo hasta nuestros días. *Cunicultura*, 17(100), 0351-357.

INATEC. (2016). Manual del protagonista. Nutrición animal. Nicaragua. Disponible en: <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>

Ishaq, B., Khan, J. A., Murtaza, S., Abbas, R. Z., Khaliq, T., Khan, A., ... & Anwar, H. (2015). Protective potential of *Trachyspermum ammi* seeds in gentamicin-induced nephrotoxicity in rabbit model. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(4), 280-286.

Jarukamjorn, K., & Nemoto, N. (2008). Pharmacological aspects of *Andrographis paniculata* on health and its major diterpenoid constituent andrographolide. *Journal of health science*, 54(4), 370-381.

Jáuregui Lucero, L. A. (2020). Buscando la dieta ideal en conejos mascotas [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Sur]. <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1489>

Jones R. (2014). Una fuente alternativa de colina: BioCholine®. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/una-fuente-alternativa-colina-t31485.htm>

Junior, H. B. (2019). Uso de productos herbales en nutrición animal, una historia de éxito._Disponible en: <https://www.congresopecuariocr.com/images/memorias/2019/CIAB/Resumen%20Utilizacion%20de%20productos%20herbales%20en%20nutricion%20animal.pdf>

Kaur, G. J., & Arora, D. S. (2010). Bioactive potential of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* belonging to the family Umbelliferae-Current status. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(2), 087-094.

- Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., & de Rochambeau, H. (1996). El conejo. Cría y patología. Colección FAO: Producción y salud animal, No. 19. Roma. 269p.
- Levita, J. (2014). Bioavailability study of sambiloto (*Andrographis paniculata*) herbs infusion in rabbit. Indonesian Journal of Pharmacy, 25(3), 138.
- Machado, L. C. (2012). Opinião: panorama da cunicultura brasileira. Revista Brasileira de Cunicultura, 2(1). Recuperado de: http://acbc.org.br/site/images/stories/Panorama_da_Cunicultura_Brasileira_I.pdf
- Mancheno Neira, P. A. (2010). Evaluación de Pieles de Conejo Rex y neozelandés en Peletería [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1271>
- Martínez Cruz, I. (2018). Acción de dos fuentes de colina sobre variables reproductivas en ovejas primaras [Tesis de maestría, Colegio de Post Graduados]. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/3070>
- Martínez, L. (1997). Renace la cunicultura en México impulsada por el «Centro Nacional de Cunicultura». Lagomorpha (89), 38-44.
- Mateos, G., & Piquer, J. (1994). Diseño de programas alimenticios para conejos: Aspectos teóricos y formulación práctica. Boletín de cunicultura, 17(76), 16-31.
- Mazorra, C., Fontes, D., Cubilla, N., & De Vega, A. (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), 379-385.

- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., & Morgan, C. (1999). *Nutrición Animal*. 5ta edición, Edit. Acribia. Zaragoza, España, 576
- Mendoza, B. (2001). Situación de la cunicultura en México. *Lagomorpha* (113), 60-68.
- Mendoza-Martínez, G. D., Martínez-García, J. A., Hernández-García, P. A., & Lee-Rangel, H. A. (2018). Uso de productos herbales nutraceuticos en la alimentación de rumiantes. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*, 69.
- Mora Valverde, D. (2010). Usos de la morera (*Morus alba*) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el tracto digestivo. *Agronomía mesoamericana*, 21(2), 357-366.
- Moreno, A. G., Castaño, E. G., Domínguez, R. O., González, S. P., Tris, J. P., Zaballos, J. P., ... & Piña, E. R. (2016). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los Vertebrados Mamíferos. *REDUCA (Biología)*, 9(1).
- Navarrete Arguello, A.F. (2019). Respuesta productiva y hepática de gallinas lohmann a la adición de colina [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15878/1/T-ESPE-040531.pdf>
- Neira Aragón, H. (1987). Anatomía y fisiología comparada del cerdo gallina y conejo. Disponible en: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4080/anatomia_fisiologia_co?sequence=1
- Nieves, D., Moncada, I., Terán, O., González, C., Silva, L., & Ly, J. (2009). Parámetros digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales: Digestibilidad ileal. *Bioagro*, 21(1), 33-40

Olivares Pineda, R., Gómez Cruz, M. Á., Schwentesius Rindermann, R., & Carrera Chávez, B. (2009). Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y sociedad*, 21(46), 191-207.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación Noticias e informaciones de la FAO. Cría de conejos para obtener alimentos e ingresos 12 de enero de 1999. Consultado 06 de marzo del 2020.

Pacheco González, O. A. (2013). La cunicultura familiar una herramienta para el desarrollo territorial: el caso de la región suroriente del estado de México. [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/64372>

Pulido Huertas 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).

Rafat, A., Philip, K., & Muni, S. (2010). Antioxidant potential and content of phenolic compounds in ethanolic extracts of selected parts of *Andrographis paniculata*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), 197-202.

Ravindran, V. (2010). Aditivos en alimentación animal: presente y futuro. Institute of Food, Nutrition and Human Health, Massey University, New Zealand. XXVI Curso de Especialización FEDNA (Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal.). Madrid.

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. (2008). Razas de conejos. Disponible en: <http://www.conejos-info.com/articulos/razas-de-conejos>.
- Rocha, O., Rodríguez, M., Antaño, L. (2010). Plan de manejo tipo de Liebres y Conejos. Subsecretaría de gestión para la protección ambiental, dirección general de vida silvestre.
- Rodríguez, H. 1999. Nutrición de los conejos. Colegio de Ciencias Agrarias. Universidad de Puerto Rico. <http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/Nutriciondelosconejos>.
- Romero, C. (2008). La importancia de la cecotrofia en el conejo. Boletín de cunicultura lagomorpha, (156), 53-56.
- Romero, J. Á., & Legorreta, R. A. M. (2005). Felis silvestris. Vertebrados superiores exóticos en México: diversidad, distribución y efectos potenciales. Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto U020. México. D.F.
- Salgado, I. (2016). Conejo *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758). En: Calzada J., Clavero M. y Fernández A. (eds). "Guía virtual de los indicios de los mamíferos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias". Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM). <http://www.secem.es/guiadeindiciosmamiferos/> Downloaded on "dd/mm/aaaa"
- Shafaei, H., Esmaeili, A., Rad, J. S., Delazar, A., & Behjati, M. (2012). *Citrullus colocynthis* as a medicinal or poisonous plant: a revised fact. Journal of Medicinal Plants Research, 6(35), 4922-4927.

- Soberanes Martínez, E. A. (2020). Uso de dos fuentes de colina en dietas para cerdos y su influencia en la productividad. [Tesis de licenciatura, Tecnológico Nacional de México]. <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/1119>
- Soriguer, R. C., & Palacios, F. (1994). Los lagomorfos ibéricos: Liebres y Conejos. Curso de gestión y ordenación cinegética, 63-82.
- Srivastav, S., Singh, P., Mishra, G., Jha, K. K., & Khosa, R. L. (2011). *Achyranthes aspera*-An important medicinal plant: A review. *J Nat Prod Plant Resour*, 1(1), 1-14.
- Tapia, R.M. Z., Licea, G. R., Rodríguez, M. D. R. S., & Isabel, A. (2019) Región de los Volcanes: ¿opción para agroturismo? Volcanoess region: an option for agrotourism? Directorio campus Irapuato Salamanca, 98.
- Torres Perdigón, L. F. (2017). Parámetros productivos en cerdos de engorde de la línea genética TOPPIG, suplementados con Ractopaminas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://201.159.223.180/handle/3317/9132>
- UAM (2018) Expertos proponen el uso de biocolina en beneficio de la producción ganadera (241). Disponible en: <http://www.comunicacionsocial.uam.mx/boletinesuam/241-18.html>
- Zerón, A. (2011). Biotipos, fenotipos y genotipos. ¿Qué biotipo tenemos? *Educación*, 2(1).