



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

**EFFECTO DE FÓRMULA POLIHERBAL INMUNOESTIMULANTE SOBRE
PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) EN
FINALIZACIÓN**

TESIS

PRESENTA

JOSÉ EDUARDO CHAVARRÍA PASCUAL

ASESOR

DR. ENRIQUE ESPINOSA AYALA

CO-ASESOR

DR. PEDRO ABEL HERNÁNDEZ GARCÍA

Amecameca, Estado de México mayo de 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. Situación de la cunicultura	3
2.1.1. Internacional.....	3
2.1.2. Nacional	11
2.1.3. Estatal	23
2.2. Fisiología del conejo.....	29
2.2.1. Anatomía y fisiología digestiva.....	29
2.3. Nutrición del conejo.....	34
2.3.1. Procesos digestivos (catabolismo)	35
2.3.2. Cecotrofia	36
2.3.3. Carbohidratos.....	42
2.3.5. Proteínas.....	46
2.3.6. Grasas.....	47
2.3.7. Vitaminas y minerales.....	48
2.3.8. Requerimientos nutricionales	49
2.4. Aditivos	51
2.4.1. Prebióticos.....	53
2.4.2. Probióticos.....	53
2.4.3. Promotores de crecimiento	53
2.4.4. Antibióticos	54
2.5. Compuestos herbales en la alimentación del conejo.....	54
2.5.1. Plantas	54
2.5.2. Aceites.....	55
2.5.3. Extractos	55
2.5.4. Metabolitos	56
2.6. Uso de compuestos poliherbales como aditivos.....	57
2.7. Fórmula polih herbal como aditivo en la producción animal	58
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	60
4. HIPÓTESIS	61

5. OBJETIVOS.....	62
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66
8. CONCLUSIÓN.....	68
9. BIBLIOGRAFÍA.....	69

Índice de Cuadro y Figuras

Cuadro 1. Producción mundial de carnes (toneladas)	7
Cuadro 2. Producción mundial en cabezas (miles de cabezas)	8
Cuadro 3. Producción mundial en toneladas (Miles de toneladas)	9
Cuadro 4. Producción nacional pecuaria (Miles de cabezas)	16
Cuadro 5. Producción nacional de carne (Miles de Toneladas)	18
Cuadro 6. Situación de la cunicultura en México	22
Cuadro 7. Composición del contenido cecal y las heces del conejo	38
Cuadro 8. Enzimas digestivas	44
Cuadro 9. Requerimientos nutricionales del conejo en crecimiento	50
Cuadro 10. Dieta experimental con la inclusión de la fórmula polih herbal (100 kg)	63
Figura 1. Producción mundial de carne de conejo por década.....	3
Figura 2. Países con mayor producción de carne de conejo	4
Figura 3. Producción nacional pecuaria (miles de cabezas)	14
Figura 4. Producción nacional de carne (Miles de Toneladas)	20
Figura 5. Producción de conejo por entidad federativa 2007	21
Figura 6. Edo. Méx.: principales municipios productores de conejo	25
Figura 7. Consumo de carne de conejo en el suroeste del Edo.Méx.	27
Figura 8. Unidades de producción de conejo en el suroeste del Edo.Méx.	28
Figura 9. Esquema del aparato digestivo del conejo	30
Figura 10. Esquema craneo del conejo	32

1. INTRODUCCIÓN

La capacidad de mejorar continuamente en los sistemas de producción es de suma importancia ya que ayuda a incrementar la generación de bienes y servicios, más productos en menor tiempo, priorizando la optimización de los recursos y reduciendo costos, para así obtener ganancias sustancialmente mayores. Los parámetros productivos son las variables que ayudan a medir y anticipar la forma de comportarse de una producción, como consecuencia de esto las variables que se requiere medir y que son las más importantes en cuanto a alimentación de los animales son la conversión alimenticia, el consumo voluntario y la ganancia de peso (Castellano, 2001). En estos parámetros se ve reflejada la eficiencia del sistema de producción y puede servir como puntos de mejora continua.

A partir del año 2000 se ha comenzado a intensificar la investigación y tecnificación de la alimentación animal, la adición de sustancias a la dieta de los animales sin alterar los componentes básicos de la misma ha sido una práctica bastante recurrida. Los aditivos tienen la finalidad de reflejar una mejora en los parámetros de producción y así mismo buscar un progreso económico (Castro, 2005).

De vital importancia resulta crear nuevas alternativas en la alimentación animal, las dietas necesitan una adaptación constante a los recursos del productor y a la disponibilidad de sus componentes. En este caso la adición de compuestos herbales es una forma moderna de adaptación, los compuestos conservan grandes ventajas en cuanto a que los costos de producción se pueden reducir tal es el caso la fórmula polihierbal inmuno estimulante utilizada para el tratamiento de afecciones del tracto respiratorio en animales de producción, la cual tiene su función como promotor del crecimiento, dicha mezcla herbal se conforma por *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum*, *Ocimum sanctum*, las cuales son utilizadas para mejorar el perfil inmunológico, al aumentar los niveles de inmunoglobulinas y linfocitos, contienen compuestos polifenólicos, los cuales podrían ayudar la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas (Velázquez *et al.*, 2018, adaptado de Ahn *et al.*, 1991).

Por otra parte contiene flavonoides y glucosinolatos, los cuales pueden modificar la función fisiológica y química del tracto digestivo, lo que llevaría a la estimulación del apetito y la ingesta de alimento, la mejora de la secreción endógena de las enzimas digestivas, la activación de la respuesta inmune y las acciones antibacterianas, antivirales, antioxidantes y antihelmínticas (Bombik *et al.*, 2012). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar el efecto de la fórmula polih herbal, como promotor del crecimiento, adicionada a la dieta de conejos en finalización.

2. ANTECEDENTES

2.1. Situación de la cunicultura.

2.1.1. Internacional.

En la última década la carne de conejo ha comenzado a aumentar su producción, en la Figura 1. El inventario mundial para el año 2000 fue de 881,271 toneladas, mientras que para el año 2010 alcanzó una producción de 1,224,664 toneladas mostrando un lento incremento a partir del inicio del milenio mismo que se ha mantenido constante las últimas dos décadas, a partir del año 2010 hasta el año 2017 la producción mantuvo un constante aumento teniendo una producción total de 1,482,441 toneladas según datos estimados de la FAO. En gran medida se logran ver los efectos de las medidas y programas que buscan nuevas alternativas en la alimentación buscando disminuir la pobreza y del hambre de la FAO (FAO, 2011).

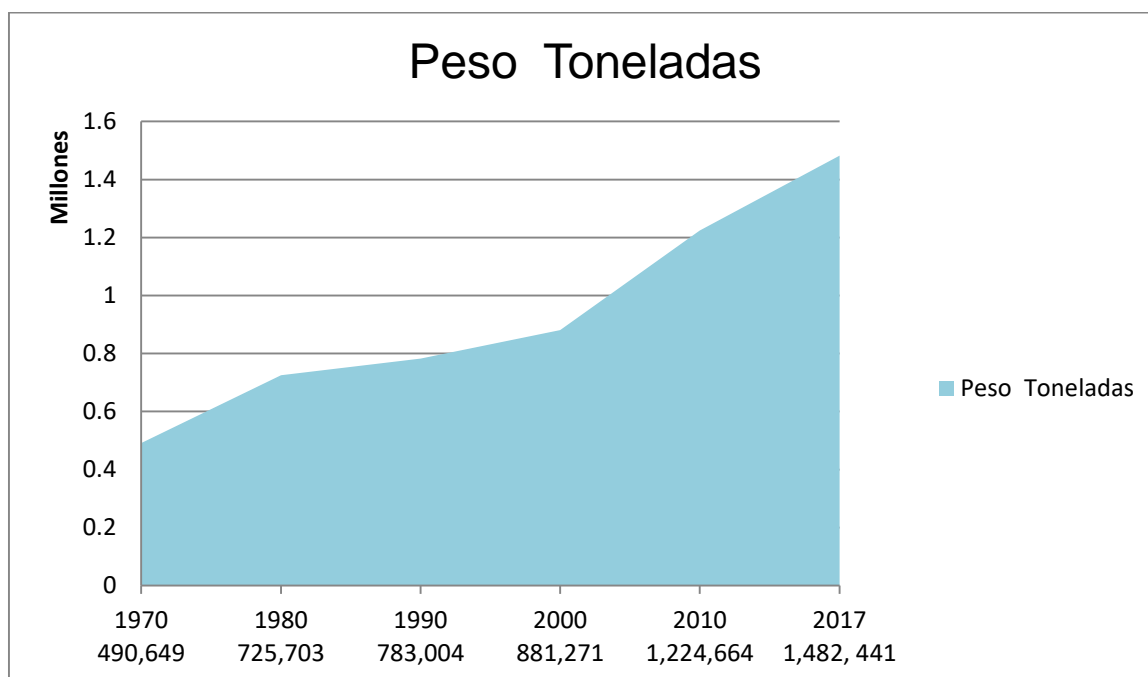


Figura 1. Producción mundial de carne de conejo por década

Fuente: FAOSTAT (2019)

La producción de carne de conejo es una actividad que viendo a futuro se debe tomar como alternativa para poder cubrir las necesidades alimentarias, teniendo en cuenta la oportunidad de incorporar a la misma al sector de producción a gran escala y lograr que se convierta en un producto de consumo e importancia mundial, así mismo acercarse a los países de producciones mayores como son China, República Democrática de Corea, Italia y España como se muestra en la Figura 2 (FAOSTAT, 2012). Por otra parte la República Bolivariana de Venezuela debe tocarse como un caso en especial debido a que ha tenido un desarrollo muy favorable en las últimas décadas y principalmente a partir del año 2005 en el cual alcanzó un pico alto de producción acercándose a China, demostrando así que en la actualidad ha sido el país con mayor crecimiento en la cunicultura mundial tal como se muestra en la Figura 2 (Jiménez, 2011).

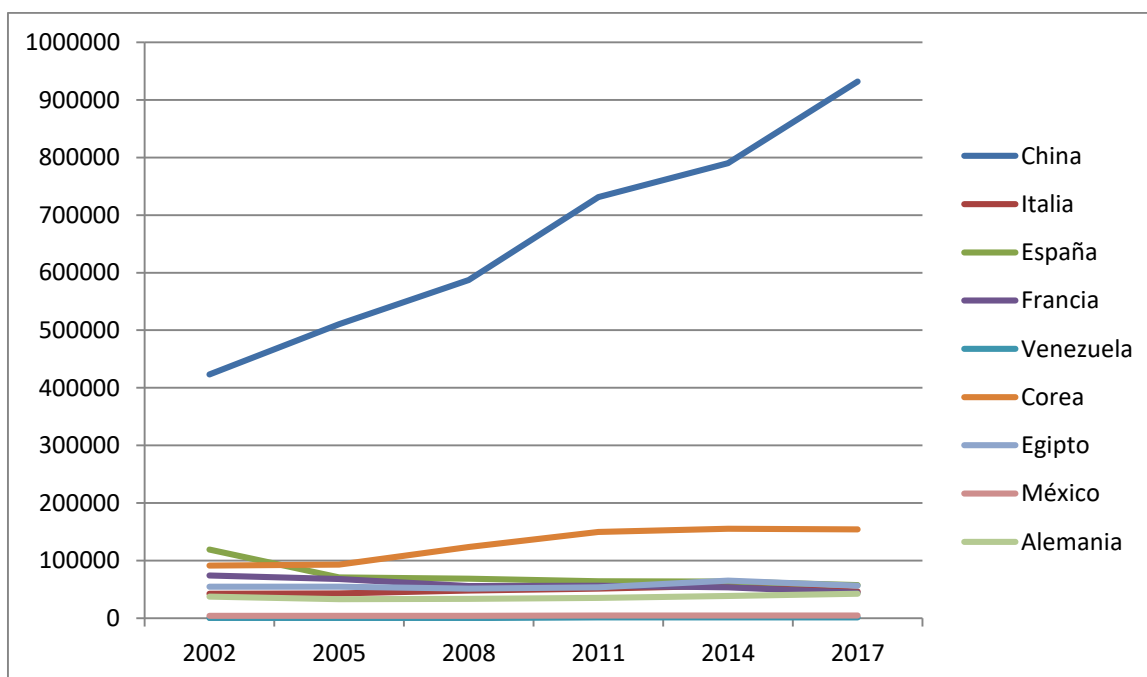


Figura 2. Países con mayor producción de carne de conejo

Fuente: FAOSTAT (2019)

La producción convencional de carne debe incrementarse a razón de la creciente demanda consecuencia del aumento en sí mismo de la población mundial. Las principales especies de animales destinadas para la alimentación humana se comprenden por bovinos, aves, porcinos y ovinos, la producción mundial estimada fue de 220 millones de toneladas por año. En relación a los demás países la República Popular China lidera mundialmente la producción de carne de conejo, misma que fácilmente podría igualar a los demás países sumados, para contextualizar esto uno de los países más cercanos en producción es la República Democrática de Corea la cual en los años recientes y desde el año 2008 aumentó su producción la cual ha mantenido constante sin muchas variaciones al año 2017 contó con 154,000 toneladas de carne de conejo. Realizando un análisis por país en el año 2004 se presenta a China como la principal productora, seguida por la República Democrática de Corea con un 9.4%, España con el 7.4% y Francia con el 7.1% de la producción en el mundo. Se denota entonces que menos de un 30% de la producción y consumo de carne de conejo se lleva a cabo fuera de estos cuatro países mencionados. Podemos darnos cuenta entonces que la carne de conejo no es de relevancia mundial al menos no en la década correspondiente a los años 2000, en la actualidad su producción y consumo está limitada y concentrada en algunos países (Jandete *et al.*, 2004).

La FAO ha reportado que así mismo como algunos países como Egipto han aumentado su producción y consumo de carne de conejo viendo en esta una alternativa e implementando programas para mitigar el hambre en África (FAO, 2011). De la misma manera ha señalado que Venezuela (República Bolivariana de Venezuela) ha comenzado a detener su crecimiento teniendo una caída bastante pronunciada de hasta un 50% de la producción total de carne de conejo (FAOSTAT, 2012).

México por su parte se encontró posicionado en el lugar número 17 en producción de conejo en el listado de países productores mundiales para el año 2010 con un 0.3% de la producción (FAOSTAT, 2012).

En el ámbito de comercio internacional la carne de conejo representa el 3.9% del total de la producción en el mundo, y es principalmente empleada para el autoconsumo, así mismo el consumo per cápita mundial es de 243 gramos. El

primer lugar en consumo es la Unión Europea con 2.144 kilogramos por persona en un año, en Asia consumen 0.505 kilogramos y en Sudamérica 0.706 kilogramos por persona al año. La producción de conejo es además de para el consumo también una opción para utilizar el pelo como es el caso de China que ocupa su producción para la realización de prendas de vestir aun así participa en el 80% de la exportación mundial (SAGARPA, 2012).

La importación en el año 2010 fue cerca de 29,300 toneladas de carne de conejo, nuevamente la Unión Europea fue el principal importador con 91.1% de producción total. En el caso de América se logró importar menos del 0.1% mismo caso de Oceanía, Bélgica fue el principal importador, después seguido de cerca por Alemania e Italia equivalente a más de 26,000 miles de dólares (FAO, 2010).

En el mundo la producción de carne se ha centrado únicamente en las especies más comerciales principalmente aves, bovinos, ovinos, cerdos y caprinos dependiendo el consumo de la zona geográfica en la que se produzca y consuma, esto ha logrado que las especies como el conejo y las liebres sean animales que son poco producidos en todo el mundo por la falta de conocimiento y aceptación hacia esta carne en el mercado cosmopolita, en el Cuadro 1. se muestran datos del año 2007 y del año 2017 donde la producción de conejo no representa un número considerable y demostrando que en una década de producción y de avance lento continúa siendo de las carnes menos consumidas en el mercado siendo únicamente 0.45% en el año 2007 una década después en el año 2017 pasando a ser el 0.48% del total de la producción de animales destinados a consumo, esto representa que en 2017 la especie logró un crecimiento en su producción de un 1.3% con respecto al año 2007 por lo que podemos asegurar que contrario a otras especies animales en una década el conejo logró que su carne fuese mayormente producida y no se rezague de las otras alternativas cárnicas en el mercado, en contraste con la producción de animales como el cerdo cuya producción representa en 2017 el 38.42% de la producción total con 119,886,758 toneladas de carne, esto representó un crecimiento en una década de 1.2% en relación , mismo caso de lo presentado por los animales bovinos los cuales tuvieron una producción de

66,250,349 toneladas representando así un 21.23% de la producción total mundial. (FAOSTAT, 2019).

Cuadro 1. Producción mundial de carnes (toneladas)

	2007	%	2017	%
Pollo	77,030,230	30.41	109,056,179	34.95
Cerdo	99,363,744	39.22	119,886,758	38.42
Bovino	62,345,022	24.61	66,250,349	21.23
Ovino	8,736,583	3.45	9,498,356	3.04
Caprino	4,724,291	1.86	5,853,336	1.88
Conejo	1,130,464	0.45	1,482,441	0.48
Total	253,330,334	100	312,027,419	100

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En este contexto se observa que la cantidad de conejos producidos tampoco ha aumentado de manera significativa teniendo así pronósticos poco favorables en cuanto a un posible aumento en el consumo y difusión de la carne del conejo, tomando como ejemplo el caso de la producción de pollo la cual concentra explotaciones en las cuales el número de animales por granja es muy alto todo esto para compensar así la capacidad de producción de carne de cada individuo, en el Cuadro 2. se denota así, que el pollo en el año 2007 tuvo una producción de 51,167.523 millones de aves, donde se considera que el mercado acepta individuos de 2.8 a 3 kilogramos de peso, contrastando con la producción en ese año de conejos la cual fue de 824,222,000 en la que cada individuo en el mercado oscilaba entre los 1.8 a 2.1 Kilogramos en canal muestra que aún queda mucha brecha por pasar para que la carne de conejo se convierta en un producto altamente consumido. Durante el periodo

comprendido entre los años 2007 y 2017 se puede notar que la cantidad de animales por especie depende determinantemente del potencial de producción de carne de cada uno de los individuos, siendo en este rubro que el conejo supera ampliamente al ganado bovino en cantidad de animales misma diferencia que cambia completamente al observar el potencial cárnico de ambas especies (FAOSTAT, 2019).

Cuadro 2. Producción mundial en cabezas (miles de cabezas)

	Pollo	Cerdo	Bovino	Ovino	Caprino	Conejo
2007	51,167,523	1,265,481	293,827	539,868	391,883	824,222
2008	53,571,315	1,299,545	294,094	532,947	401,014	794,360
2009	55,394,628	1,319,775	295,637	526,441	412,848	809,932
2010	56,643,368	1,383,540	296,081	523,243	425,447	847,475
2011	58,260,235	1,387,640	295,508	513,283	425,624	874,014
2012	59,489,556	1,427,935	298,763	524,792	431,463	877,199
2013	60,408,983	1,452,043	304,087	538,235	437,560	907,249
2014	61,835,703	1,469,748	302,747	544,615	444,678	928,406
2015	64,043,715	1,486,937	302,364	552,978	454,888	933,686
2016	65,787,732	1,480,742	302,574	563,660	465,325	940,608
2017	66,566,725	1,485,987	304,415	567,721	464,598	971,951

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

El panorama para la producción de carne no ha cambiado mucho desde la segunda mitad de la década pasada hasta el último lustro de la década actual, manteniendo un crecimiento constante y con un escenario que algunas

especies animales como son los cerdos y los pollos han tenido dominado, la parte alta en las cantidades de producción es del cerdo la carne más producida en el mundo 119,886,758 toneladas, seguido del pollo y los bovinos con 109,056,179 y 66,250,349 toneladas respectivamente, al final de la lista encontramos a los ovinos representando 9,498,356 toneladas y las 5,853,336 toneladas de los caprinos como cuarto y quinto lugar respectivamente culminando la producción en el año 2017 con los Conejos con de 1,482,441 toneladas, como se muestra en el Cuadro 3. (FAOSTAT, 2019).

Cuadro 3. Producción mundial en toneladas (Miles de toneladas)

	Cerdo	Pollo	Bovino	Ovino	Caprino	Conejo
2007	99,364	77,030	62,345	8,737	4,724	1,131
2008	103,564	80,840	62,501	8,522	4,842	1,108
2009	106,148	83,031	62,878	8,531	4,960	1,160
2010	108,973	87,206	63,129	8,429	5,114	1,225
2011	109,624	90,880	62,953	8,528	5,083	1,293
2012	113,127	94,087	63,584	8,595	5,219	1,296
2013	115,104	97,610	64,734	8,825	5,326	1,340
2014	117,248	100,675	65,265	9,014	5,439	1,372
2015	119,529	103,866	65,175	9,323	5,602	1,394
2016	118,907	106,925	65,663	9,430	5,714	1,440
2017	119,887	109,056	66,250	9,498	5,853	1,482

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En el caso particular del conejo podemos partir del hecho de que tomando cifras del año 2007 su producción en toneladas fue de 1,130,464 representando el 0.45% de la producción total en el mundo, para el año siguiente 2008 contó con un número estimado de 1,108,396 toneladas mismas que representaron un pequeño retroceso en la producción justificando el 0.42% que figuró del total de ese año en toneladas de carne (FAOSTAT, 2019).

El panorama continuó así con pequeños retrocesos mismos que recuperaban y se mantenían tal es el caso de la producción del año 2009 que fue el 0.43% con 1,159,688 toneladas la cual subió en el año 2010 al 0.45% y posteriormente al 0.46% en 2011, pero en el año siguiente encontró una caída de 0.01% posicionándose de nuevo en 0.45% del total de carne producida en el mundo, para 2013 la carne de conejo represento 0.46% del total manteniéndose así durante tres años para posteriormente en 2016 lograr un 0.47% y finalmente obtener el 0.48% de la carne total producida en el planeta como lo demuestra el Cuadro 3., un crecimiento lento que necesita de fortalecimiento y difusión para sobrellevar las necesidades futuras de la humanidad en materia alimenticia (FAOSTAT, 2019).

Con este panorama la carne de conejo está muy lejos de alcanzar las cantidades de producción que muestran las otras especies destinadas a consumo, por lo que es vital importancia que en los próximos años se comience a ver a esta especie productiva como una alternativa para la alimentación de los países que sufren el desabasto de alimentos. (FAOSTAT, 2010).

De acuerdo con la tendencia todas las especies antes mencionadas superan ampliamente a la cantidad de conejos producidos, de esta manera se refleja que aunque la carne de conejo goza de la aceptación en algunas zonas geográficas sigue siendo su principal destino el autoconsumo o ingresa al ámbito de producciones familiares haciendo que la población mundial acepte más la carne de cualquier otra especie debido a la desinformación y a la visión de que el conejo no representa una especie de alto aprovechamiento para el humano. (FAOSTAT, 2010).

Según la FAO en algunos países en vías de desarrollo se ha adoptado la cunicultura como una opción alimenticia y fuente de trabajo teniendo

crecimientos importantes tal es el caso de Cuba quien a pesar de no ser un país con tradición de la crianza de conejos tiene cualidades de clima y vegetación con las cuales harían de esta actividad una gran alternativa en la producción animal, misma que se enfrentaría con la desinformación de la población que no conoce de principio la dieta de estos animales y tampoco los cuidados que se requieren, así mismo las instalaciones y demás indicaciones técnicas (FAO, 2014).

2.1.2. Nacional

El *tochtli* o conejo en lengua Náhuatl ha sido considerado un animal de potencial zootécnico desde siempre ya que se consume en México desde la época Prehispánica, a pesar de esto la gran cantidad de razas que se consumen hoy en el territorio nacional son de importación europea principalmente traídos a América por los colonizadores Españoles, por su comodidad y fácil manejo la actividad como producción fue principalmente dirigida hacia las familias en un modelo de traspatio y limitada a su vez por encasillarla al autoconsumo y ocasional (Mendoza, 2001).

En México durante los periodos siguientes en la historia, la producción de conejo siguió siendo considerada actividad de traspatio y de autoconsumo gracias a las grandes lagunas de desinformación que existen entre la población que no conoce las cualidades reproductivas y los beneficios que pueden traer el ver a esta especie como alternativa de producción (Mendoza, 2001).

De esta manera México es perteneciente al grupo de los países que tienen un bajo consumo de esta especie animal y se encuentra muy rezagado en comparación con los países de la Unión Europea, los cuales llegan a tener niveles de consumo por persona de hasta 5 kilogramos mientras que México no pasa de los 200 gramos de carne de conejo por persona al año (Lebas y Colin, 2001). Para el año 2016 en México el consumo de carne de conejo per cápita fue de entre los 30 y los 134 g (Armada, 2016)

La realización por parte de los gobiernos de México de planes y programas que se implementaron en búsqueda de mejorar y crear alternativas alimentarias en

todo el país, han promovido la producción y consumo de carne de conejo mismo es el caso de otros países en vías de desarrollo como Ghana y gran parte de África en busca de la autosuficiencia alimentaria y el desarrollo de las poblaciones en medios marginales y rurales (Lukefahr, 1998).

Los programas implementados por México para fortalecer la cunicultura comenzaron por los años de 1960 cuando la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) comenzó la cría de conejos de razas como California que son especializadas para la producción (Magaña, 1993).

Gracias a la implementación de estos programas la producción a partir del año 1981 aumentó, hasta que en el año 1988 se vió mermada por brotes de la enfermedad Hemorrágica Viral (VHD) la cual disminuyó la producción y principalmente la comercialización de carne a pesar de que no era del total agrado de la sociedad mexicana causó que fuese prioritario realizar un plan para erradicar la enfermedad, se realizó como primera acción una cuarentena implementada por autoridades zoosanitarias, posteriormente se comenzó con la inspección de las explotaciones, el sacrificio de los animales que hayan tenido contacto con algún foco de infección, desinfección de las instalaciones y la vigilancia post desinfección (Olivares *et al.*, 2009).

El panorama cambió para el año 1995 cuando México obtuvo la declaratoria de país libre de la VHD por ende la producción de conejo comenzó a recuperar fuerzas, en pequeñas explotaciones se comenzó a recobrar la confianza en producir carne de conejo y por consiguiente se comenzó a abrir el mercado para la comercialización en todo el país y dejando un poco de lado el consumo local y autoconsumo que había imperado en las comunidades productoras (Mendoza, 2001).

En las últimas décadas la ONU se ha pronunciado a favor de la búsqueda de nuevas alternativas en la producción con el objeto de mitigar el hambre en los países que forman parte de las economías emergentes, en este panorama la carne de conejo en los próximos años debe convertirse en un alimento muy importante que se debe incluir en la dieta de dichos países por las propiedades nutritivas y su potencial alto de producción (ONU, 2012).

Durante principios del siglo XXI en México se consumían alrededor de 15, 000 toneladas por año la mayor parte de ellas provenían de familias productoras a menor escala, se contabiliza 12, 500 toneladas aproximadamente (Lebas *et al.*, 1997). La cunicultura en los últimos años ha crecido debido a que gracias a la búsqueda continua de alternativas alimenticias se han demostrado las grandes propiedades de la carne de conejo y las fáciles condiciones de su producción, existen granjas establecidas y muchas producciones de traspatio van de acuerdo a la oferta y demanda de este producto alimenticio (Marzo, 2006).

En la Figura 3 se observa la producción nacional de animales en miles de cabezas, en la misma se puede notar la gran diferencia que existe entre las cantidades que se producen de las diferentes especies animales en el año 2010 los ovinos contaron con 2,776.549 millones de cabezas en comparación con los animales que produce la cunicultura mexicana que en el mismo año llegaron a los 4,350 millones de cabezas según datos estimados de la FAO, que si bien el número de estos es mayor así mismo cuentan con la desventaja del rendimiento de cada especie, siendo que los conejos tienen un rendimiento cárnico menor que los ovinos, misma situación que se tuvo en la producción de aves las cuales llegaron a 1,547,036 millones de cabezas que aun siendo un número elevado en comparación con la producción de bovinos que llegó a 8,515 millones de cabezas es compensado por la condicionante del aprovechamiento y rendimiento de la carne por especie y ambas especies se encuentran muy por encima de la línea de producción que alcanzaron los conejos en el año 2010 (FAOSTAT, 2019).

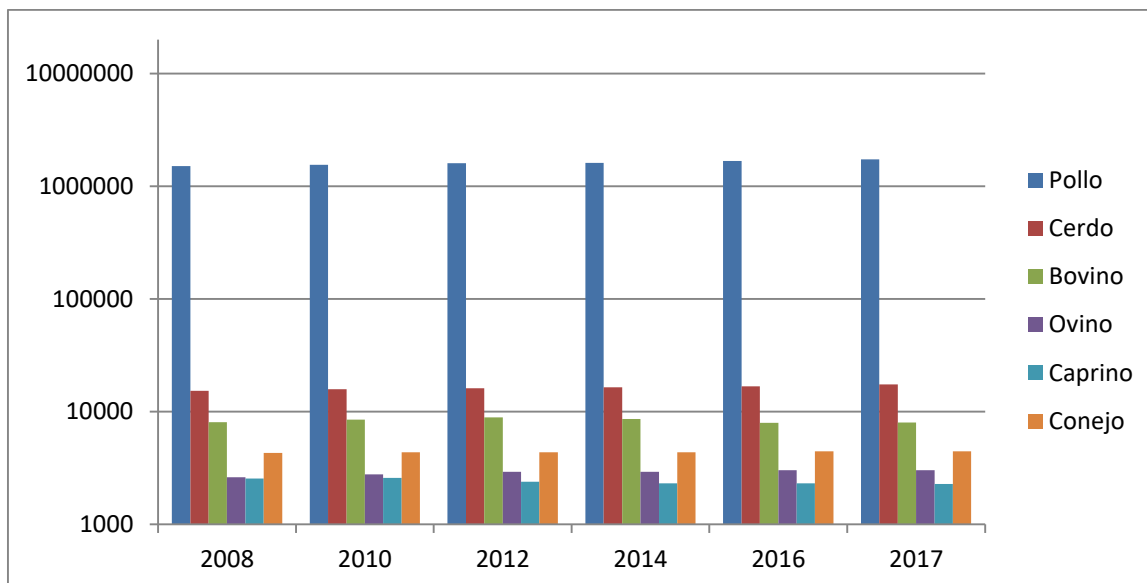


Figura 3. Producción nacional pecuaria (miles de cabezas)

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

La creciente cantidad de personas que han comenzado a aceptar el consumo de carne de ovino y la han sumado a sus alimentos cotidianos han impulsado a que la producción de esta especie aumente desde el año 2008 como se muestra en la Figura 3. en cuyo periodo de tiempo se produjeron 2,612 millones de cabezas y estando sumamente pareja la cantidad de animales de especie ovina y caprina estos últimos en el mismo año reportaron 2,551 millones de cabezas, resulta bastante notorio como para el año 2017 se ha incrementado la cantidad de ovinos producidos llegando a los 3,026 millones de cabezas mientras que los caprinos representaron únicamente 2,281 millones de cabezas, entonces tomando como modelo lo antes descrito el camino hacia el aumento en la producción de conejo debe ser llevado en proporción a la aceptación que le puede dar la población mexicana ya que los datos de producción cunícola son calculados debido a que no hay un censo exacto de la producción total del país en este rubro, con miras al futuro alimenticio del país se deben implementar programas que impulsen la producción de conejo para así dentro de una década figurar en el mapa de la cunicultura mundial (FAOSTAT, 2019).

La cunicultura en México es una alternativa importante en cuanto a la búsqueda de nuevas opciones para la producción animal enfocada a pequeños y medianos productores ya que cuenta con muchas ventajas entre las más importantes se encuentran la rapidez con la que se recupera la inversión esto ligado a su vez con la fácil reproducción, el fácil manejo y la posibilidad de tener con una buena estrategia de negocios una fuente de ingresos a futuro (Espinosa *et al.*, 2011).

En comparación con las otras especies animales de importancia zootécnica en México las cuales si bien dan rendimientos productivos altos también va ligado a una inversión inicial más fuerte y con no siempre la certeza de que el capital invertido se recuperará por tal condicionante la actividad cunícola puede ser una actividad a desarrollarse en distintos contextos y lugares del país entre los cuales se encuentra el Estado de México en el cual ya se toma como una alternativa y práctica cotidiana en sistemas familiares, semitecnificados y tecnificados (Castellanos, 2010).

En cuanto a la producción nacional en la década comprendida entre el 2007 y el año 2017 se muestra en el Cuadro 4. que la dinámica de los productores no ha cambiado tanto en este periodo de tiempo siendo que el pollo es la producción que converge más animales en crianza y distribución dentro del país misma que en el año 2007 tuvo un total de 1,478,637 miles de cabezas para después de una década pasar a una cantidad de 1,734,126 miles de cabezas representando así un incremento en la producción de un 1.17% teniendo así una perspectiva favorable para los años venideros, una de las grandes condicionantes del pollo en producción es la susceptibilidad a la pérdida de gran cantidad de animales por causas relacionadas al lugar de la explotación, agentes patógenos, o bien al manejo, además de esto es común para las granjas avícolas la incorporación de parvadas de miles de individuos en las cuales un agente patógeno o una iatrogenia puede ser la causa de la pérdida de la producción misma, seguido del pollo el cerdo presentó en esta década el 1.18% de crecimiento respecto a la producción del año 2007 obteniendo así una mejora prevista de acuerdo a que la carne que más se

produce en el mundo es la carne de cerdo y con miras a que aumente más su consumo y producción en los años posteriores debido a la dinámica mundial en este rubro (FAOSTAT, 2019).

Las granjas destinadas a la producción de cerdos tienen también pérdidas en el proceso de crianza y finalización de los animales mismas que se dan principalmente en el periodo de recepción y adaptación de los individuos, misma cualidad ayuda mucho a que se considere que las pérdidas en este tipo de explotaciones no son tan considerables y se garantiza una recuperación del capital invertido, además de esto los cerdos son una especie con un porcentaje alto de crías por camada por lo que en este rubro no tiene competencia aunado a que su aprovechamiento cárnico es alto también se puede comprender porque según el Cuadro 4. en el año 2007 contaba con 14,684 miles de cabezas y su perseguidor más cercano era el bovino con 7,969 miles de cabezas esta tendencia se ha mantenido desde ese año hasta el año 2017 donde el cerdo tuvo en producción 17,465 miles de cabezas y el bovino 8,029 miles de cabezas en este se denota como el número de cerdos en producción ya dobla el número de bovinos en producción siendo que el cerdo creció un 1.18% en esa década y el ganado bovino creció únicamente 1% esto por varios factores como pueden ser el precio de la carne o lo ya mencionado de las condiciones y requerimientos de producción necesarios (FAOSTAT, 2019).

Cuadro 4. Producción nacional pecuaria (Miles de cabezas)

	Pollo	Cerdo	Bovino	Ovino	Caprino	Conejo
2007	1,478,637	14,684	7,969	2,488	2,550	4,250
2008	1,513,341	15,265	8,074	2,612	2,551	4,300
2009	1,543,819	15,505	8,277	2,722	2,530	4,300
2010	1,547,036	15,763	8,515	2,777	2,584	4,350

2011	1,593,527	15,927	8,795	2,882	2,511	4,350
2012	1,601,172	16,138	8,917	2,926	2,384	4,360
2013	1,600,988	16,818	8,796	2,916	2,263	4,360
2014	1,616,148	16,432	8,605	2,928	2,316	4,368
2015	1,643,705	16,377	8,523	2,978	2,347	4,396
2016	1,676,866	16,794	7,958	3,014	2,312	4,432
2017	1,734,126	17,465	8,029	3,026	2,281	4,440

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

En cuanto al panorama para el conejo en México a pesar de los censos realizados por el INEGI en el año 2007 el más reciente, se tiene claro que los datos estimados que se muestran en el Cuadro 4. dan un panorama no del todo certero en cuanto a que se requiere la realización formal de un censo en este rubro en particular de cada una de las entidades federativas que comprenden el país para así poder tener el panorama claro y de los planes y programas destinados a esta actividad de producción lograr un eficiente aprovechamiento de los recursos, al principio de la cunicultura en México se implementaron programas de incentivación a la población mexicana para así facilitar la aceptación de esta carne (Magaña, 1993).

Según la FAO en datos mostrados en el Cuadro 5. la producción de México en toneladas de carne comprende a animales como los pollos, cerdos, bovinos principales carnes en el mercado que se consumen en el territorio nacional de manera cotidiana, seguido de carnes de animales ovinos y caprinos con aceptación media de la población en general por su precio y consumo

principalmente regional, y al final del cuadro los conejos con una producción en toneladas de carne que aún no es representativa en el mercado nacional.

Con solo 4.250 miles de toneladas de carne de conejo producida en el año 2007 según datos estimados de la FAO se encuentra muy rezagado a la carne de caprino la cual es la más cercana en proporción a las cantidades con 42,873 miles de toneladas esto representa una brecha enorme debido a que para el año 2017 la carne de conejo creció un solamente 1% en una década mientras que la carne de caprino decreció un 1.1% reportando así 4.440 y 39,777 miles de toneladas respectivamente (FAOSTAT, 2019).

Cuadro 5. Producción nacional de carne (Miles de Toneladas)

	Pollo	Cerdo	Bovino	Ovino	Caprino	Conejo
2007	2,542,493	1,152,003	1,635,040	48,534	42,873	4.250
2008	2,580,779	1,160,677	1,667,136	51,275	43,128	4.300
2009	2,636,485	1,162,398	1,704,985	53,740	43,242	4.300
2010	2,681,117	1,174,582	1,744,738	54,966	43,867	4.350
2011	2,765,020	1,201,998	1,803,932	56,546	43,839	4.350
2012	2,791,639	1,238,625	1,820,547	57,692	41,492	4.360
2013	2,808,032	1,283,672	1,806,758	57,980	39,656	4.360
2014	2,879,686	1,290,591	1,827,152	58,288	39,758	4.368
2015	2,962,337	1,322,529	1,845,236	59,419	39,390	4.396
2016	3,077,874	1,376,199	1,878,705	60,362	39,531	4.432
2017	3,211,687	1,441,851	1,926,901	61,606	39,777	4.440

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

Durante el periodo comprendido entre el año 2010 y 2011 la producción de animales en México se mantuvo con una estabilidad y ritmo marcado, siendo así que en la Figura 4. se puede observar el avance durante todo el año de cada una de las especies de producción teniendo que la que mayor producción mostraba era el rubro perteneciente a los pollos, los cerdos se encontraban a la mitad de la producción y sin sorpresa alguna en la última posición se encontraban las producciones correspondientes a conejos (FAOSTAT, 2010).

Según la Figura 4. la distancia que se muestra marcada entre las toneladas de carne de pollo y de conejo producidas durante el año 2016 es la clara muestra del grado de aceptación que se tiene por parte de la población en general hacia este tipo de carnes, la primera siendo del completo agrado del mexicano quien la consume mínimamente una vez a la semana y cuya gastronomía está íntimamente ligada al uso de este tipo de carne, la segunda por otra parte está contemplada dentro de los alimentos ocasionales incluida en la dieta de la gente en México teniendo en cuenta que pocas son las personas que cocinan en casa esta carne y en zonas geográficas se limita su consumo únicamente a negocios o restaurantes a un precio no estandarizado. Este panorama se repitió en el año 2017 en donde la producción de carne de conejo fue de 4.440 miles de toneladas dato calculado mientras que de pollo fueron 3,211,687 miles de toneladas lo cual representa que se produjo más de 700 veces más carne de pollo que de conejo (FAOSTAT, 2019).

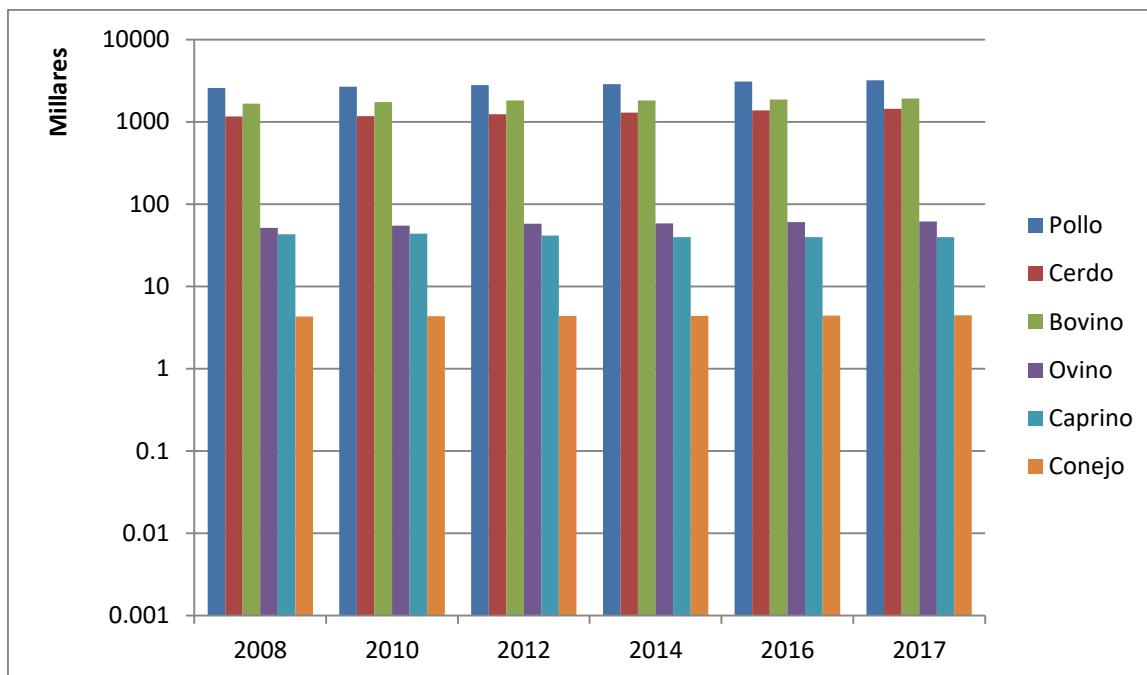


Figura 4. Producción nacional de carne (Miles de Toneladas)

Fuente: (FAOSTAT, 2019)

Para el año 2005 la actividad cunícola en el territorio mexicano se vió distribuida a lo largo de las 32 entidades federativas, los estados que figuraban fueron Chiapas, Campeche, Estado de México, Hidalgo, Michoacán, Durango, Nayarit, Tamaulipas y Nuevo León, estos mencionados son los que tienen mayor producción y concentración de esta especie leporina según los mapas de distribución ganadera (Álvarez y Medellín, 2005).

En el transcurso de dos años cambiaron parcialmente los estados protagonistas y para el censo del año 2007 el INEGI reporta que las entidades federativas que más contribuyeron con la producción de conejo fueron el Estado de México junto con Puebla con un 30 y un 15% de la producción total del país respectivamente, seguidos por Hidalgo con un 7%, el estado de Michoacán con 6%, Tlaxcala y Veracruz figuran con un 5%, la CDMX también está presente con un 3% mismo porcentaje que aportan Guanajuato y Jalisco, para finalizar el porcentaje restante comprende a los demás estados quienes juntos logran percibir el 23% de la producción total del país como se muestra en la Figura 5 (INEGI, 2007).

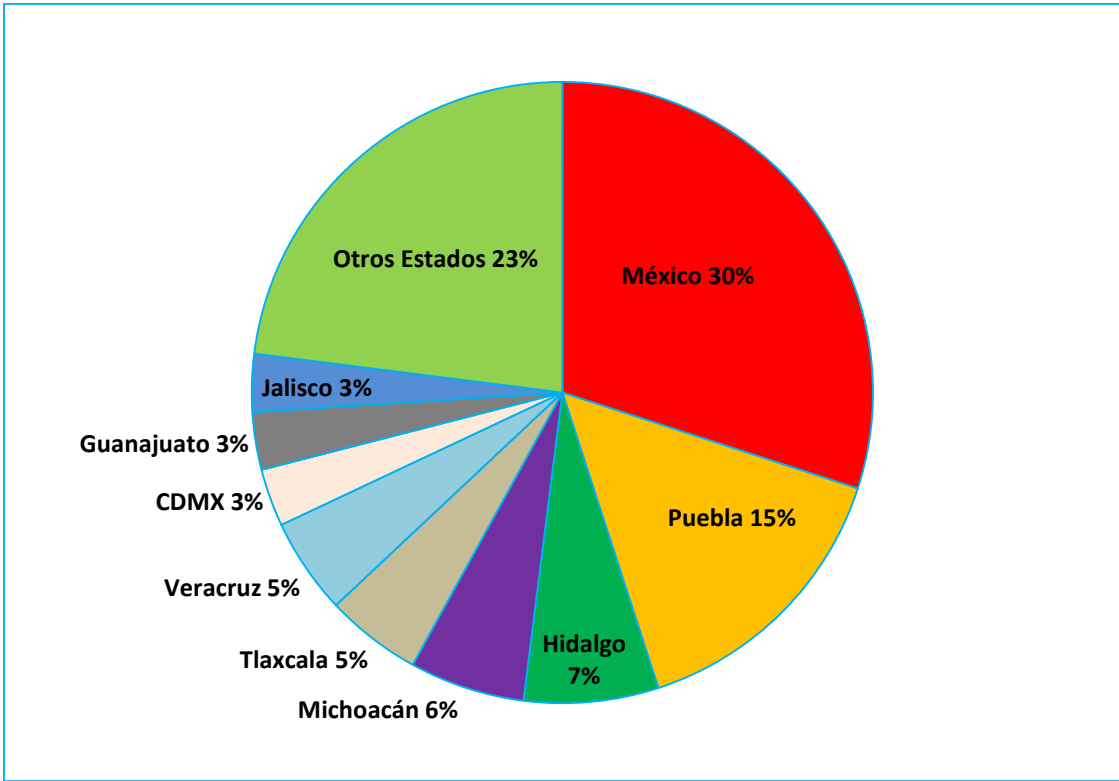


Figura 5. Producción de conejo por entidad federativa 2007

Fuente: (INEGI, 2007)

La tendencia en México es que los estados del centro del país sean los que más desarrollan la cunicultura y la han comenzado a abrir brecha para el resto de los estados, tanto del norte como del sur la producción de conejo aún no cuenta con la aceptación de la población en general, siendo esto una condicionante para que entre los que solo figuran con una producción importante en la escena nacional se encuentre el estado de Veracruz por parte del sur del país con un 4.7% del total de los animales censados por INEGI en el año 2007 y teniendo así mismo una producción baja en comparación con el Estado de México el cual es el mayor productor con 30.2% del total de animales en el mismo censo caso contrario a alguno de los estados del Norte como es el claro ejemplo de Baja California Sur quien solo cuenta con el 0.3% de la producción de conejos o caso similar el de un estado del sur del país como es Quintana Roo quien solo cuenta con el 0.1%, teniendo en cuenta esto y con las condiciones climáticas de cada zona geográfica dentro del territorio nacional se puede entender que esta sea una de las causas por las cuales se

frena la cunicultura mexicana aunada a la desinformación hacia la población en general (INEGI, 2007).

En México durante la década pasada la perspectiva en cuanto al consumo y producción de carne de conejo fue fluctuante en pocos aspectos ya que para el año 2014 se encontraban en líneas de producción 309.989 hembras creciendo 1.1% para el año 2015 reportando un total de 349.562 hembras en el mismo rubro, que para el año 2016 reportó 389.135 hembras obteniendo mismo crecimiento de 1.1% con respecto a su año antecesor, lo que muestra que se va avanzando a paso lento pero con crecimiento anual mantenido como se puede apreciar en el Cuadro 6. (Comité Nacional Sistema Producto Cunicula, 2016).

Cuadro 6. Situación de la cunicultura en México

Años	2014	2015	2016
Producción (Hembras)	309.989	349.562	389.135
Producción (Cabezas)	11,450.993	12,912.862	14,374.651
Kilogramos de carne (Ton)	12.998	14.094	15.689
Consumo per cápita (g)	104	116	128
Valor (\$ M/N)	870,539, 614	1,005,312,027	1,138,358,444

Fuente: (Comité Nacional Sistema Producto Cunicula, 2016).

De acuerdo al Cuadro 6. la producción en el número de cabezas también tuvo un crecimiento mantenido aunque éste fue más representativo ya que en el año 2014 se contabilizaron 11,450.993 conejos número que aumentó para el año 2015 a 12,912.862 conejos representando el 1.1% de crecimiento en ese año para culminar en el año 2016 se reportó un crecimiento similar pasando a contabilizar 14,374.651 conejos. Uno de los puntos a destacar es el crecimiento sostenido del consumo per cápita en México el cual en 2014 era de 104 g de carne de conejo aumentando de manera importante para el año 2016 mismo en el que se alcanzó un consumo per cápita de 128 g, demostrando así que cada vez se acerca más a ser una carne del agrado del consumidor mexicano (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2016).

2.1.3. Estatal

Hablando en materia estatal el Estado de México se muestra ante todo el país como el mayor productor y consumidor de conejo siendo que ostenta más del 30% del total de la producción nacional (INEGI, 2007), sabiendo esto podemos darnos cuenta que algunas zonas del Estado de México cuentan con más producción cunícola que muchos de los estados que conforman el territorio nacional.

Una apreciación importante de hacer es la concentración de la producción de conejo en los municipios pertenecientes al área metropolitana y que están en constante interacción con la Ciudad de México como son Chalco, Chimalhuacán, Cuautitlán, Ecatepec, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, Texcoco entre otros los cuales comparten gran cantidad de características geográficas y de dinámica poblacional tales como la pobreza y los índices de marginación, aunado a la falta de empleo y que muchos de sus habitantes recurren a la Ciudad de México para poder emplearse (Pacheco y Espinosa, 2013).

Las condiciones de cada uno de los municipios mencionados nos dan una idea general de los requerimientos para poder realizar esta actividad de producción y aunado a esto se encuentra la ventaja de que en los mismos ya se encuentran asentados corredores gastronómicos importantes que son

conocidos inclusive a nivel nacional como son Atlacomulco, El Oro, Ixtlahuaca, la Marquesa, haciendo del conejo una especie que se pueda consumir de manera cotidiana elaborando diferentes platillos a base de carne de conejo logrando así además de un ingreso para las familias productoras de la zona también una aportación a la seguridad alimentaria del país (Pacheco y Espinosa, 2013).

En el Estado de México como en todo el territorio mexicano la producción de conejo también se concentra por zonas. En la Figura 6. se presentan los 15 más importantes productores de conejo del estado con los cuales podemos ver a grandes rasgos que la producción de conejo se concentra pero no limita a los municipios Jocotitlán el mayor productor con un 12%, Ixtlahuaca ocupa el segundo puesto con 10%, Acambay en tercer lugar en mayor producción con 9%, municipios como Jilotepec y Villa del Carbón tienen ambos 8%, y el único municipio de la región Sur Oriente que figura dentro de estos más productores es Chalco con un 4% del total de la producción según datos reportados por el Censo Nacional Agropecuario (INEGI, 2007).

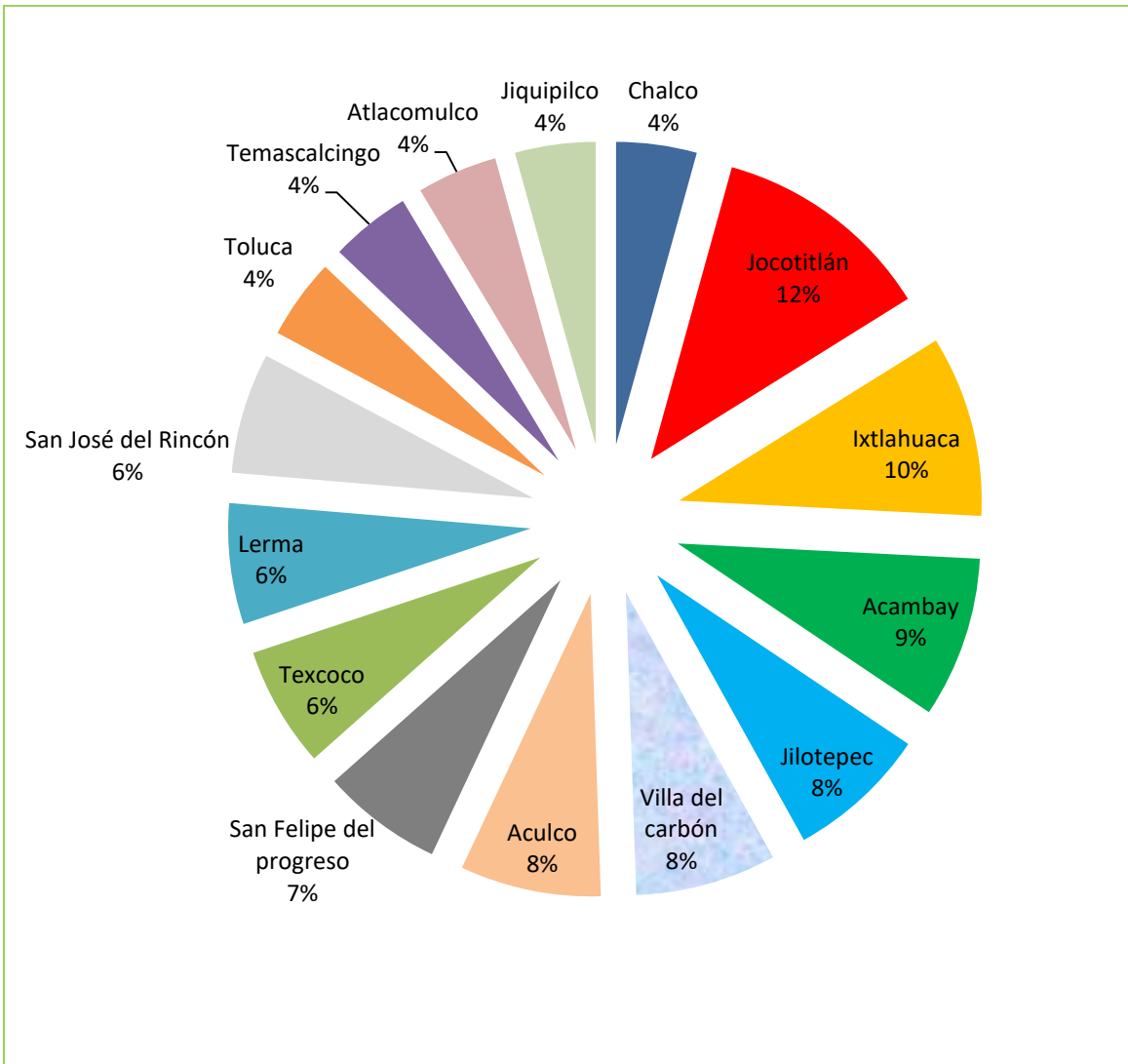


Figura 6.: Principales municipios productores de conejo en el Estado de México

Fuente: (INEGI, 2007).

La cunicultura es de importancia a lo largo del Estado de México y otra región geográfica a resaltar es la zona de los volcanes o Suroriente del Estado en donde se ha convertido a esta actividad productiva en una de carácter cotidiano y el conejo se ha aceptado en sus diversas presentaciones gastronómicas principalmente en los municipios de Amecameca, Tlalmanalco, Cocotitlán y Chalco, en los cuales se ofrece al conejo en restaurantes de fácil acceso incentivando a la población a realizar la cría y consumo de estos animales de los cuales su principal aprovechamiento se da en canal para la elaboración de

todo tipo de platillos, pero sin embargo también se le puede dar uso al pelo, piel y subproductos derivados como el estiércol (Rodríguez, 2012) .

Los atractivos turísticos de la región se basan en las áreas naturales localizadas a las faldas del volcán Popocatepetl y en el Parque Nacional Izta-Popo, la gran cantidad de actividades al aire libre que se encuentran localizadas en esta región y también al ser un paso importante para ingresar a la Ciudad de México y la salida hacia el Estado de Morelos, logra en conjunto ser un potencial mercado importante para la comercialización y consumo de carne de conejo (INEGI, 2009).

En la Figura 7 se muestra que el municipio de Chalco es un importante mercado ya que en la zona Suroeste predomina con su 25% del consumo total, posteriormente se encuentran municipios como Atlautla y Ayapango con 10 y 9% respectivamente y entre los últimos municipios se encuentra Ecatzingo, el cual debido a su cercanía con el volcán Popocatepetl se logró contar con el 6% del consumo caso un poco menos afortunado el del Municipio de Cocotitlán el cual pese a estar de paso a todas las atracciones antes mencionadas no figura más que con el 3% del consumo total de la región, por su parte Amecameca y Tlalmanalco se muestran en un consumo medio representando cada uno el 8% de consumo total (Rodríguez, 2012).

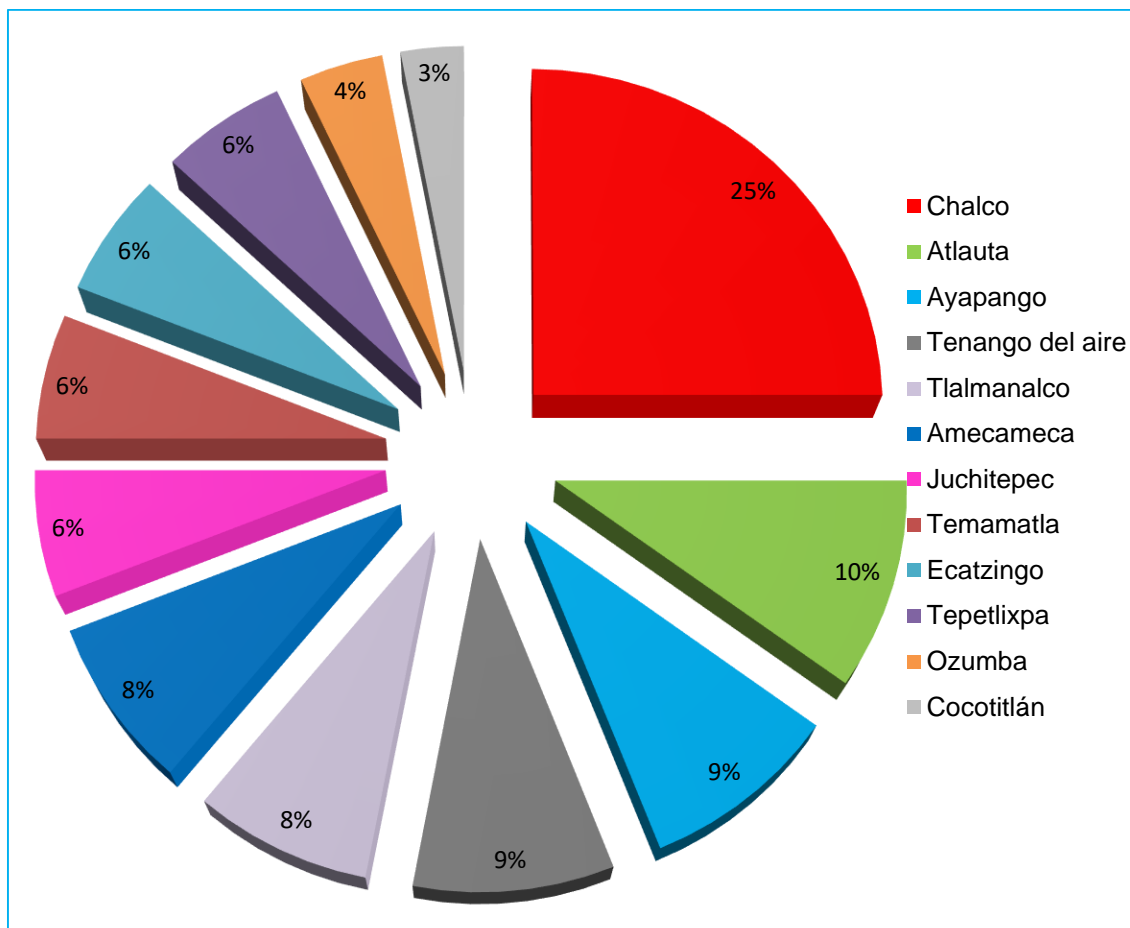


Figura 7. Consumo de carne de conejo en el suroeste del Estado de México

Fuente: (Rodríguez, 2012).

En la Figura 8 se presentan los municipios del suroeste del Estado de México que cuentan con la mayor cantidad de unidades de producción de conejo y como tal muestra cuales son los municipios que sirven como proveedores de la carne de conejo que se consume en los restaurantes de la zona. Como el principal municipio que cuenta con la mayor cantidad de Unidades de producción encontramos a Chalco seguido de este municipio viene Ixtapaluca y Atlautla de manera importante también se destaca que municipios como Tenango del Aire, Amecameca y Tlalmanalco también son participes de la actividad cunícola de la zona en las cuales además de comercializar la carne se dedican también a la venta de productos y subproductos de conejo (Rodríguez, 2012).

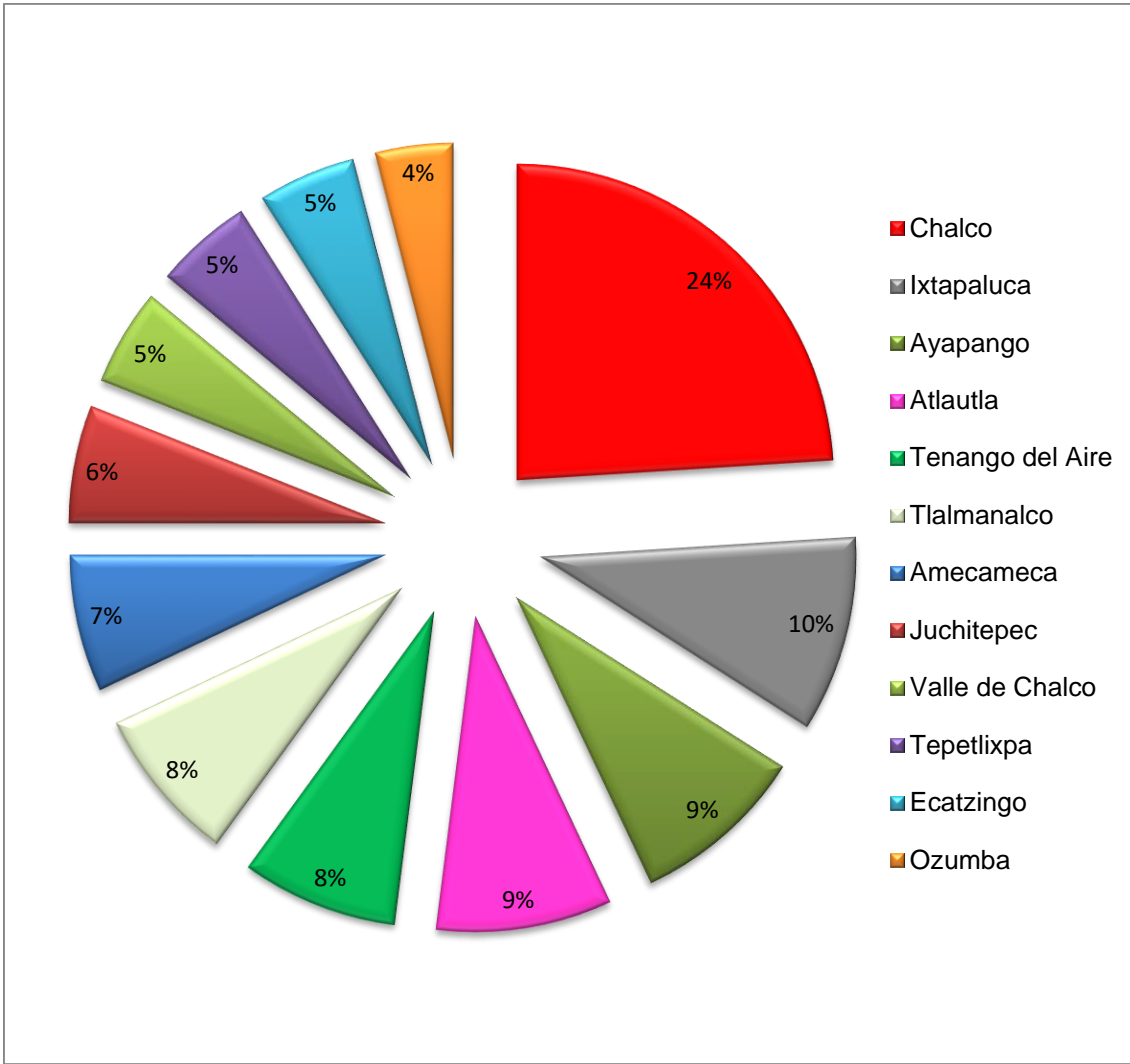


Figura 8. Unidades de producción de conejo en el suroeste del Estado de México

Fuente: (Rodríguez, 2012).

2.2. Fisiología del conejo

2.2.1. Anatomía y fisiología digestiva

El conejo es una clara muestra de la adaptación evolutiva de las especies el funcionamiento de su aparato digestivo es resultado de una alimentación basada en forrajes toscos en un animal monogástrico (Galvez, 1985).

El aparato digestivo de los conejos está conformado por órganos tubulares alineados que forman el tracto digestivo, que se encargan de realizar la digestión y posterior absorción de los diferentes nutrientes requeridos por la especie y glándulas anexas mismas que cumplen la función digestiva además de otras funciones en el organismo sin embargo no pertenecen al tracto digestivo (Brewer, 2006).

A la edad de nueve semanas se puede considerar al conejo un animal con el aparato digestivo totalmente desarrollado tanto anatómica como fisiológicamente (Galvez, 1985).

El tubo digestivo mide de 4.5 a 5 m de largo y lo conforman boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado dividido en tres secciones (duodeno, yeyuno e íleon), ciego también conformado por tres secciones (válvula íleo-cecal también llamada saco redondo, cuerpo y el apéndice), intestino grueso en tres porciones (el colon proximal, colon distal y el recto), el ano y las glándulas anexas (salivales, hígado y páncreas) (Domínguez *et al.*, 2008), el aparato digestivo del conejo se esquematiza en la Figura 9 (Lebas, 1996).

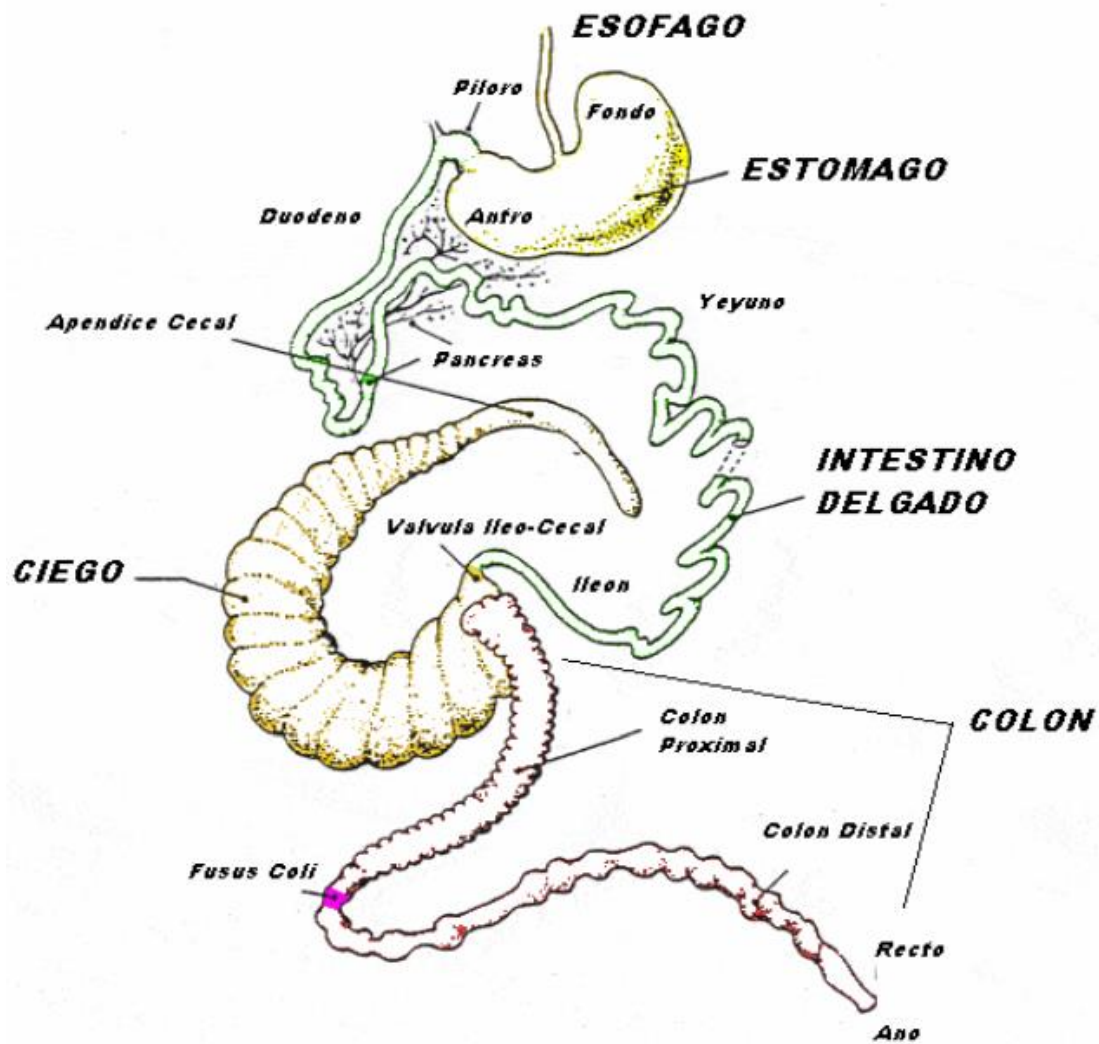


Figura 9. Esquema del aparato digestivo del conejo

Fuente: (Lebas, 1996).

La cantidad de materia que puede contener el tracto digestivo en el estómago de un conejo adulto es de 55 a 90 g que se encuentran en un proceso de digestión gástrica. Su pH es de 2.5 aproximadamente y contiene una humedad de entre el 81 al 83%. La masa contenida en el estómago se encuentra conformada por agua, cecotrofos también llamados heces blandas (producto de la cecotrofia) y el alimento, las cantidades en las que se encuentran son variables dependiendo el momento del día en que se encuentre el animal (Lebas *et al*, 1998).

En el aparato digestivo de los conejos aproximadamente en un 81% está conformado por el estómago y el ciego, estas dos cámaras contenedoras son de vital importancia para la digestión peculiar que realizan estos animales, el ciego por si solo ocupa hasta el 41% del volumen total de todo el contenido que puede albergar el tracto digestivo, de la misma forma es el lugar más importante para que se lleve a cabo la fermentación y la asimilación de nutrientes y fibra (Winkelmann y Lammers, 1996).

Algunas de las características que lo diferencian a otros animales es la secreción del apéndice cecal, el funcionamiento dual del colon y por último la práctica de la cecotrofia que le permite al conejo incorporar las vitaminas y la proteína microbiana que anteriormente se produjeron en el ciego, al evacuar los productos de esta misma se causa un aumento en la actividad de los conejos por la mañana (Winkelmann, 1996).

El tracto digestivo del conejo principia con la boca la cual tiene funciones de diversa índole primero los labios se encargan junto con la lengua y los incisivos de la prensión del alimento, después en solitario los incisivos realizan el corte en trozos más pequeños debido a que son muy afilados, ya estando el alimento en trozos pasa a la parte posterior en donde los premolares y molares se dan a la tarea de triturar, la forma en la que se realiza la masticación es por medio de desplazamientos del maxilar transversalmente (Domínguez *et al.*, 2008).

Por último se da la insalivación la cual consiste en la humidificación y mezcla de saliva con el alimento, la saliva del conejo tiene actividad amilásica, estearásica, D-galactosidasa y fosfatasa ácida, secretadas por las glándulas salivales parótidas y submaxilares (Gacele, 1986).

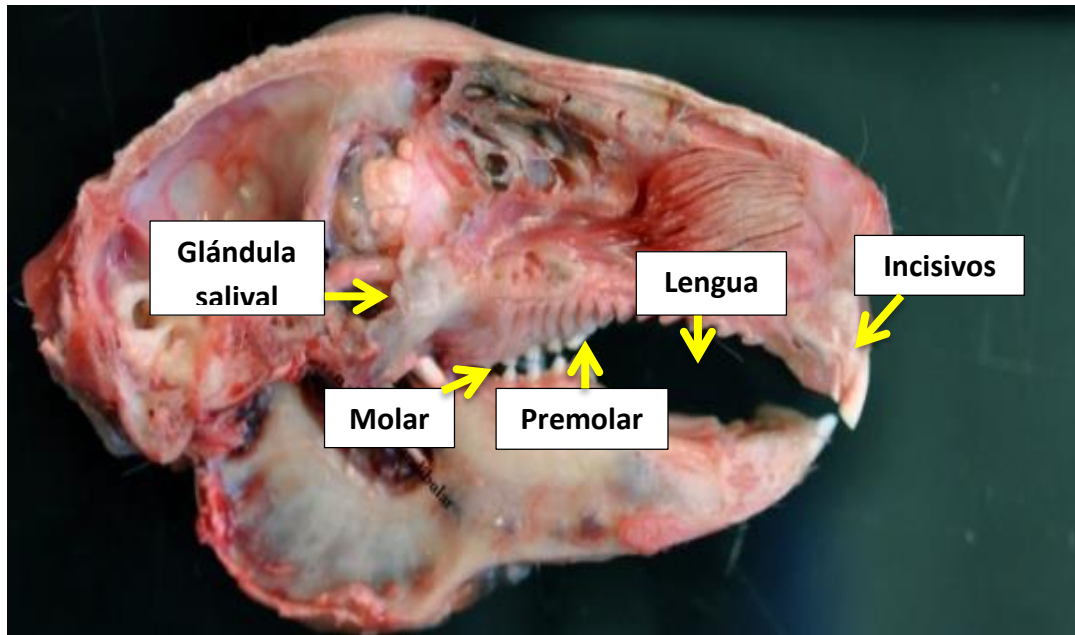


Figura 10. Esquema cráneo del conejo

Fuente: (Adaptado de Campoy, 2018).

Una vez en la boca el alimento comienza a ser masticado de manera efusiva, en donde al mismo tiempo es mezclado con las enzimas digestivas, la cantidad de movimientos de la mandíbula es bastante intensa llegando a los 120 movimientos por minuto. Gracias a esto se permite que el alimento reduzca el tamaño de su partícula favoreciendo la digestión, omitiendo el caso de los cecotrofos los cuales se encuentran intactos en el estómago por periodos prolongados de horas (Chekee, 1995).

En la boca del conejo se presentan condiciones como alta motilidad de los labios y la forma hendida del labio superior con la cual se hace sujeción del alimento, los filosos dientes incisivos con su respectiva diastema que también están dotados de gran resistencia aunado a estos están presentes los molares y premolares con su superficie rugosa encaminados a realizar la reducción del tamaño de la partícula del alimento. La lengua es una estructura importante para el inicio de la digestión del animal, es grande y está conformada en su superficie por papilas de varios tamaños en porciones superior y laterolateral, mientras que en la base se encuentran botones gustativos. Otra estructura importante es el paladar dividido en dos secciones la blanda (velo palatino) y la

dura que marcan así el final de la boca y el principio de la faringe (Zoot *et al.*, 2010).

El esófago por su parte es un conducto que conduce el alimento desde la boca hasta el estómago, el conejo debido a su condición anatómica no pueden regurgitar, el esófago está conformado por tres capas de músculo estriado el cual tiene la característica de que es semi voluntario y ocupa la porción dentro del cardias y una parte del estómago (Rodríguez *et al.*, 2010).

El estómago se encuentra en el abdomen misma cavidad que comparten el aparato digestivo, excretor y reproductor. Este órgano tiene forma de bolsa y es muy voluminoso contiene una capacidad de entre 40 a 50 ml. Anatómicamente se pueden observar dos estructuras que lo conforman primeramente el saco cardial que está formado de paredes finas y se encuentra a la entrada del estómago y por otro lado el antro pilórico cuyas paredes son gruesas y cuenta con una mucosa glandular. Los conejos presentan una particular pared estomacal es fina y con poca musculatura. En cuanto a la fisiología de este órgano tenemos que el antro pilórico es el encargado de la función secretora conformando la parte del estómago glandular mientras que el saco cardial actúa como un contenedor y reservorio del contenido gástrico, en el momento de que el alimento llega al estómago se segrega pepsina y ácido clorhídrico conformando el llamado jugo gástrico (Motta *et al.*, 2006).

El alimento nuevo que ingresa al estómago va recorriendo al alimento que ya se encontraba en él, hasta llevarlo a la parte musculada para así acercarlo a la zona pilórica, esta musculatura presente causa que el estómago del conejo nunca esté completamente vacío, por lo que es necesario que el animal cuente con una dieta de buena calidad y constante, posterior a esto pasa el alimento al duodeno (De Blass *et al.*, 2002).

En la parte proximal al estómago se encuentra el duodeno que es la primera porción del intestino delgado, presenta una forma de V abierta y en él se encuentra el páncreas, con respecto al resto del intestino delgado se le denomina Yeyuno e Íleon, el intestino delgado en conjunto forma circunvoluciones a lo largo de la cavidad abdominal (De Blass *et al.*, 2002).

A continuación del intestino delgado encontramos la válvula ileocecal que es el conducto mediante el cual se pasa al intestino grueso cuya función siguiente será la de absorber enormes cantidades de agua.

Los segmentos que conforman al intestino grueso son el ciego y el colon; en el ciego se lleva a cabo la fermentación bacteriana con el objetivo de la degradación de la fibra, mientras que en el colon se realiza el proceso denominado cecotrofia el cual el conejo hace una reingestión y una segunda digestión a las heces blandas o cecotrofos, la calidad de la excreción está relacionada directamente con la actividad del colon proximal, y al final del aparato digestivo se encuentra el ano mismo que comunica con el exterior (Colombo y Zago, 2017).

Las heces blandas o cecotrofia la comienzan a realizar los conejos a partir de las tres semanas de edad y puede ser confundida a menudo con otras prácticas como la coprofagia, diferenciándose estas dos en que durante la cecotrofia se reingiere un único tipo de heces. Las características que nos permiten diferenciar al cecotrofo son que este mismo cuenta con un color verdoso y está compuesto de bolitas, esas bolitas por efecto de la oxidación al contacto con el aire cambiarán su color a un tono café pálido o pardo y terminaran siendo de un diámetro mayor al de las heces duras además de acomodarse de tal manera que se forma un racimo. Las heces blandas tienen gran cantidad de agua y están rodeadas por una mucosa que les confiere la capacidad de retardar la acción digestiva en el estómago, característica que actúa a favor de la fermentación de los microorganismos (Brewer, 2006).

2.3. Nutrición del conejo

La alimentación animal ha significado siempre una problemática y un reto para los productores. El uso de alimentos con un bajo costo de producción o baratos en el mercado local y que a su vez cuenten con características de alta calidad nutritiva es una problemática actual, ya que siempre se relaciona el concepto de un alto costo con la directa proporcionalidad al valor nutricional con el que cuenta el ingrediente en cuestión, por lo que es de vital importancia actualizar

continuamente las opciones nutritivas con las que cuentan los productores para así incrementar o mantener sus producciones (Barrios, 2010).

El conejo estrictamente es un animal herbívoro, esto quiere decir que su dieta está compuesta en su totalidad de alimentos de origen vegetal desde forrajes, frutas y verduras comprendiendo también a sus subproductos. Diariamente el conejo debe consumir una mezcla de pienso, heno y forraje verde lo cual es recomendado para mantener a individuos sanos. El principal objetivo de proporcionar una dieta equilibrada es obtener animales sanos y que puedan alcanzar su máximo potencial productivo (García, 2010)

2.3.1. Procesos digestivos (catabolismo)

El conejo puede obtener aminoácidos, vitaminas y energía adicional producto de la cecotrofia y de la presencia de microbiota en el ciego. La microbiota que contiene el ciego de un conejo adulto está conformada por una población de Bacteroides (10×10^{10}), además de la presencia de Clostridium, Bifidobacterium, Streptococcus y Enterobacter los cuales completan la población y provocan que se encuentre una carga bacteriana de 10×10^{12} bacterias por gramo (De Blass *et al.*, 2002).

La actividad enzimática ha sido estudiada y derivado de esas investigaciones se le pueden atribuir algunas actividades como el uso de la amonía, proteolítica, celulolítica, y urolítica aunado a ello y de mayor relevancia la actividad pectinolítica y xilanolítica (De Blass *et al.*, 2002).

La microflora en su composición no es constante durante toda la vida de un conejo, en principio es influenciada por el tiempo de destete, durante los primeros días de vida particularmente la primera semana el aparato digestivo del conejo es colonizado por los anaerobios estrictos, Bacteroides principalmente, a partir de los 15 días de edad la población de bacterias amilolíticas se vuelve estable y constante, a la vez que los colibacilos van disminuyendo el número de las bacterias celulolíticas aumenta. Hay una condicionante en la colonización de flora celulolítica ya que el consumo de

leche puede llegar a retrasar dicho proceso, sin en cambio no afecta a la evolución de poblaciones como colibacilos (Padilha *et al.*, 1996).

Otra consecuencia que se relaciona directamente con la edad es el cambio en la población microbiana, producto de que los ácidos grasos volátiles con el paso de la edad van en incremento (De Blass *et al.*, 2002).

2.3.2. Cecotrofia

Oryctolagus cuniculus mejor conocido como conejo es un animal herbívoro monogástrico, a diferencia de los animales rumiantes el conejo no cuenta con cámaras de fermentación solo cuenta con un estomago glandular y un intestino delgado de aproximadamente 3 metros en donde la digestión de la fibra prácticamente es nula. A pesar de esto los alimentos comerciales y piensos cuentan con una composición en la que predomina la fibra representando hasta un tercio del peso total de la ración (De Blas *et al.*, 2002).

Para que el conejo logre aprovechar los componentes de su dieta como son la celulosa y la hemicelulosa que son principalmente componentes de los tejidos vegetales debe de la misma manera tener un aparato digestivo bastante eficiente, siendo que su intestino grueso está muy desarrollado contenido en él se encuentra el ciego que es pieza clave de su eficiencia digestiva, la capacidad del ciego del conejo es de aproximadamente 49% de la capacidad total del tracto digestivo, en él la microbiota es capaz de fermentar la fibra para así transformarla en una serie de nutrientes que pueden ser aprovechados (Fortun-Lamothe y Gidenne, 2006).

Gracias a que el ciego está situado anatómicamente en la porción caudal con respecto al íleon, que es la porción en la que principalmente ocurre la mayor absorción de nutrientes resultado de la digestión duodenal, esta especie ha logrado por medio de la adaptación aprovechar los productos de la fermentación cecal denominada cecotrofia (Romero,2008).

La cecotrofia como tal es una estrategia que al conejo le permite aprovechar los nutrientes resultado de la fermentación cecal de las pequeñas partículas fibrosas, dicho de otra manera es la ingestión de las heces blandas en las

cuales el conejo recibirá sustancias de un alto valor biológico (Fortun-Lamothe y Gidenne, 2006).

La práctica de la cecotrofia en los conejos comienza antes de las tres semanas de vida al comenzar el cambio de dieta de leche a un alimento sólido. Los conejos se destetan a las cuatro semanas esto es una condicionante para la producción de cecotrofos los cuales aumentan gradualmente conforme la edad aumenta, alcanzando un punto máximo en un rango de los 63 a los 77 días de edad en los que generalmente los conejos ya consumen 25 gramos de materia seca al día. Durante este periodo se podría decir que es el máximo nivel de requerimientos lo que corresponde con el aumento del alimento consumido (Romero, 2008).

A los 77 días de edad y hasta los 113 la tasa de crecimiento va disminuyendo aunque el consumo de los alimentos aumenta levemente y las heces blandas alcanzan niveles estables (Blas, 1984).

Una de las principales singularidades del aparato digestivo del conejo es la cecotrofia la cual consiste en la reingestion de los cecotrofos, a causa de esto el animal tiende a consumir recurrentemente el pienso en las tardes y noches (De Blas *et al.*, 2002), en este proceso se da la producción de dos tipos de heces las cuales son excretadas en dos momentos diferentes, las heces blandas y las heces duras cumplen un papel cíclico de digestión (Romero, 2008).

La cecotrofia es un proceso que se da durante un periodo corto de luz, caso contrario a la excreción de las heces duras y a la ingestión del alimento las cuales ocurren durante periodos de oscuridad (De Blas *et al.*, 2002).

La excreción de los conejos depende del consumo de la materia seca y de la dieta de cada individuo. Los cecotrofos cuentan con una alta proporción de proteína el rango va de 23 a 33% sobre la materia seca de ésta aproximadamente el 50% es de origen microbiano, lo que nos da un aporte importante para el animal de proteína y un aun mayor el aporte de aminoácidos esenciales como la lisina y la treonina. De la misma manera ocurre un reciclaje de vitaminas del grupo B, vitamina k y algunos minerales, al igual que la hidrólisis del ácido fítico (De Blas *et al.*, 2002).

La diferencia en la composición de los dos tipos de heces del conejo y las partes por millón (ppm) de vitaminas del grupo B presentes en heces blandas y en las heces duras se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Composición del contenido cecal y las heces del conejo

	Contenido cecal	Heces blandas	Heces duras
Humedad (%)	80	66	53
PB (% MS)	28	30	17
FB (% MS)	17	18	30
Bacterias (10^{10} /g MS)	N/R	142	31
Vitaminas B (ppm)	N/R	224	58
			N/R (No Refiere)

Fuente: (Romero, 2008).

Una característica que hace a los cecotrofos tener mucha similitud química con el contenido cecal es que se da la separación mecánica de las partículas misma que se da en el colon (Romero, 2008). Simultáneamente los encargados de la síntesis de enzimas que causan una ruptura de los enlaces de los fitatos son los microorganismos propios del ciego, los cuales con esta acción logran así que el conejo al ingerir los cecotrofos logre aprovechar esta importante fuente de fosforo de origen vegetal. Debido a esto la microflora de un conejo no permanece constante durante toda su vida (Blas, 1984).

Paralelamente a esto las partículas más finas logran entrar al ciego para así comenzar un proceso de fermentación, en el momento en el que el ciego se vacía comienza la producción de los cecotrofos dicho proceso ocurre durante las horas de la mañana. El conejo reduce el consumo de pienso durante la cecotrofia y ya no hay excreción de heces duras (De Blas *et al.*, 2002), esta pausa en la excreción de heces duras permite que se dé una digestión

enzimática por parte de las bacterias cecales y posteriormente la absorción de las vitaminas y los aminoácidos provenientes de la proteína bacteriana por parte del intestino. Para el conejo la práctica de la cecotrofia es de vital importancia debido a que requiere maximizar siempre la capacidad de su organismo para aprovechar el alimento consumido, su fisiología digestiva es diferente a la de otras especies animales de monogástricos como pueden ser los cerdos o las aves (Romero, 2008).

Los cecotrofos se excretan al contrario de la ingestión de alimento y heces duras, lo que se podría denominar un ritmo circadiano ya que es controlado por una serie de estímulos de luz y oscuridad. Los conejos aproximadamente de las 8:00 a las 17:00 horas en su mayoría muestran un patrón de excreción de las heces suaves que puede durar un máximo de 12 horas (Romero, 2008).

La disposición de las instalaciones así mismo como las características de las mismas no afectan la práctica de la cecotrofia, ya que aunque el conejo se encuentre en una jaula o en producciones de traspatio las heces blandas el conejo las consume directamente del ano (Blas, 1984).

Las heces blandas son ingeridas para posteriormente pasar al estómago en donde son sometidas a una segunda digestión, pasan después al intestino delgado y en el momento en el que llegan al íleon (unión del intestino delgado con el intestino grueso) no pasan al ciego ya que son directamente guiadas por los tramos del intestino hacia el colon y el recto para así ser excretados. Durante la segunda ocasión en que pasan las heces a través del intestino estas se mueven más lento, por ende el intestino reabsorbe más líquidos formando así heces duras que encuentran en el ano un canal de salida y caen al suelo. El proceso de reabsorción también es común que se realice por las noches (Colombo y Gazo, 1998).

De esta manera el conejo obtiene vitaminas, manteniendo la digestión debido al desplazamiento del contenido estomacal. Es de vital importancia esta estrategia de supervivencia en los conejos debido a que es usada cuando el animal no puede ingerir alimento por causas relacionadas a escasez, iluminación muy intensa, oscuridad, entre otros factores (Blas, 1984).

El conejo al ingerir cecotrofos obtiene ciertas ventajas, como por ejemplo la calidad de la proteína es mejorada ya que el alimento en si ya ha tenido una digestión anticipada, teniendo en cuenta esto la digestibilidad completa de la proteína en una ración puede llegar a aumentar de un 4 a un 18%, esto es resultado de las enzimas y algunos otros componentes integrados en los cecotrofos. La cecotrofia representa para el conejo una estrategia especial mas no es la responsable directa del balance nutricional (Blas, 1984).

La capacidad de digerir elementos fibrosos en la dieta de los conejos es menor que la que presentan animales como el caballo o los bovinos, aun así se pueden incluir en la dieta en pequeñas porciones. De las diferencias que podemos encontrar también está que en relación con los ácidos grasos volátiles (AGV), mientras que otros animales derivan sus nutrientes de la fermentación bacteriana los conejos por su parte la proporción de AGV es normalmente de entre 60-70% acético, 10-15% propionico, 15-20% butírico, mismos que son producidos en proporción de 60-80 moles de acetato, 3-10 moles de propionato y 8-20 moles de butirato por cada 100 moles de AGV. Los rumiantes en este caso difieren del conejo en su relación entre butírico y propionico, y que los altos niveles de butírico pueden llegar a ser usados como un regulador de la velocidad de transito del alimento (Romero, 2008).

En la Figura 11. podemos observar la esquematización del proceso digestivo del conejo desde el momento de la ingestión del alimento pasando por la segunda digestión que sufren los cecotrofos hasta llegar a la formación de las heces duras.

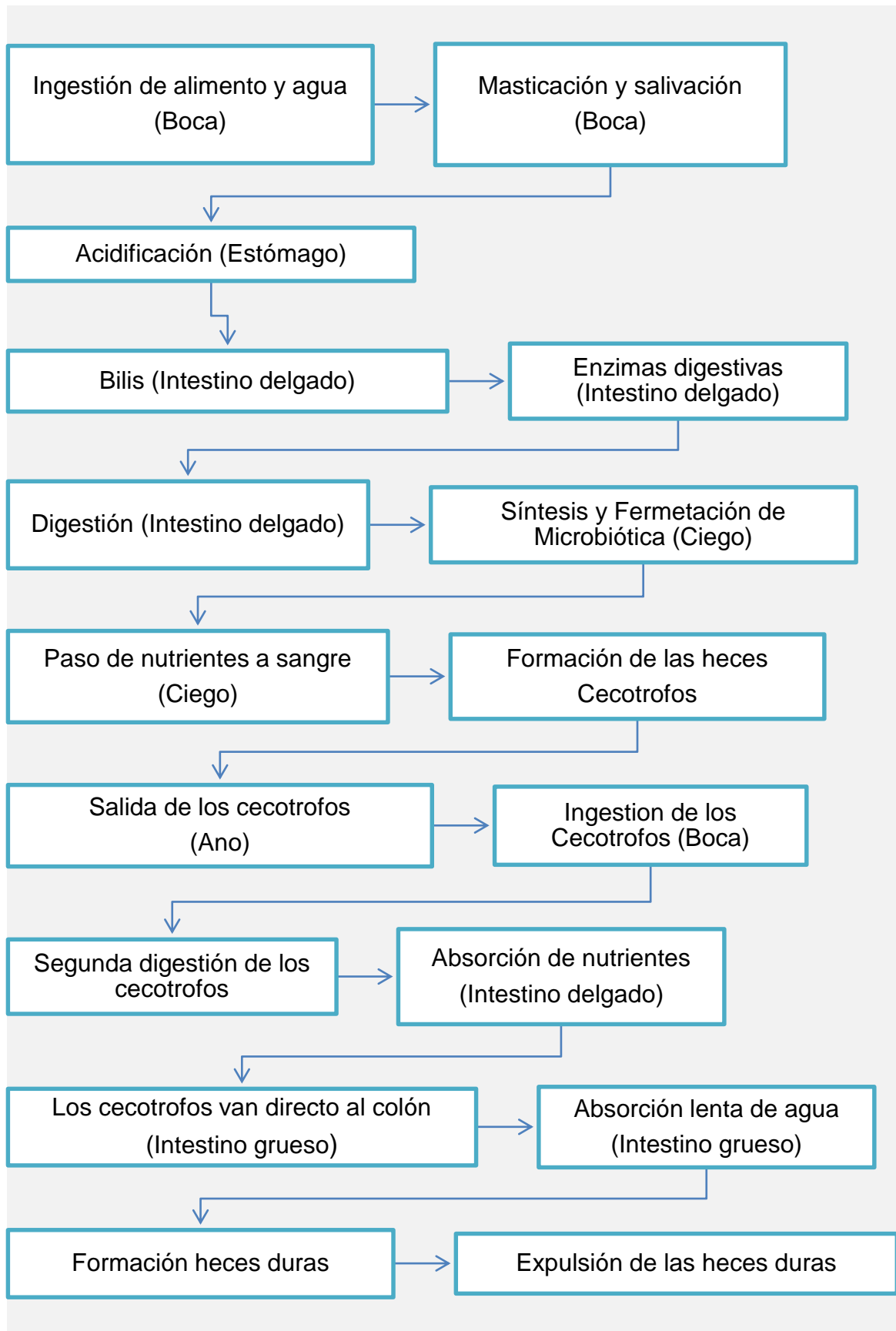


Figura 11. Proceso digestivo del conejo

Fuente: Elaboración propia a partir de Colombo y Zago, 2017).

Cada individuo tiene sus necesidades alimenticias y para el caso específico de los conejos los requerimientos comprenden proteínas, vitaminas, hidratos de carbono minerales y grasas (Rodríguez, 1999).

2.3.3. Carbohidratos

Existen los hidratos de carbono los cuales son sintetizados por las plantas por medio de la luz solar, el proceso de la fotosíntesis en su reacción básica nos da como resultado la formación de la glucosa producto del anhídrido carbónico y el agua. La glucosa para las plantas se sintetiza primordialmente para dar paso a la síntesis de la fracción hidrocarbonada de los demás componentes en los tejidos vegetales y a su vez para dar paso a otros hidratos de carbono. Para los animales que aprovechan esta fracción de los tejidos vegetales convirtiéndolos en energía mediante la reacción contraria a la fotosíntesis. Gracias a la energía del sol se puede mantener la fotosíntesis y a su vez darle soporte a todos los animales superiores (Rodríguez, 1999).

Para la clasificación de los carbohidratos se utiliza una nomenclatura la cual está basada en la cantidad de átomos de carbono por molécula de carbohidrato y así mismo en el número de azúcares del compuesto, dicho esto se nombra monosacárido a aquel compuesto que cuenta con una molécula de azúcar, un disacárido tiene dos moléculas, el oligosacárido tiene de 3 a 10 unidades de azúcar y un polisacárido es aquel compuesto que tiene más de 10 moléculas de azúcar (Cozzolino, 2000).

Para los animales los carbohidratos representan menos del 1% del peso corporal y principalmente son el glucógeno y la glucosa, mismos que son utilizados como fuente de energía para los procesos vitales.

Son la principal fuente de energía para los animales con lo que al momento de pensar en una dieta se debe tomar en consideración que para un animal en producción el requerimiento es generalmente menor de un 5%. Esto se debe a que la mayor parte de la energía almacenada en el cuerpo se encuentra en las reservas de grasa, por lo que los carbohidratos dietéticos son degradados de forma rápida para así obtener energía de ellos (Cozzolino, 2000).

Los carbohidratos se encuentran presentes en prácticamente todas las fuentes alimentarias naturales. La última fuente de energía para las células animales es la glucosa o alguno de sus precursores, se obtiene por medio de la ingestión directa de la glucosa misma o siendo el resultado de la conversión de otros metabolitos (Cheeke, 1995).

Los dos tipos principales de hidratos de carbono se denominan fibrosos y los no fibrosos. Los no fibrosos se presentan en forma de los azúcares y el almidón que para los animales representan una fuente de energía fácil, mientras que los fibrosos (celulosa) son formadores de fibra vegetal la cual cumple en la planta la función de la rigidez y estructura de los tejidos vegetales los ejemplos más comunes que encontramos son la madera y la paja entre otros, para los animales la fibra es solo de aprovechamiento exclusivo de aquellos individuos que poseen en su tracto digestivo la capacidad de digerir la celulosa por medio microorganismos propios de su flora (Cheeke, 1995).

Dentro del tracto gastrointestinal solo pueden absorberse monosacáridos, aunque los neonatos son capaces de absorber moléculas más grandes, los disacáridos, trisacáridos y polisacáridos pasan por un proceso de hidrolización mediante la acción de enzimas digestivas elaboradas por la microbiota o el cuerpo mismo donde se encuentran (McDonald *et al.*, 1988).

Las enzimas digestivas que interactúan a lo largo de todo el tracto gastrointestinal cuentan con características desde el sustrato sobre el que actúan hasta los productos finales de las mismas como se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Enzimas digestivas

TIPO Y NOMBRE	ORIGEN	SUSTRATO	PRODUCTO FINAL
<u>Amilolíticas</u>			
<u>Amilasa salival</u> <u>Amilasa pancreática</u>	Saliva Páncreas	Almidón, dextrina Almidón, dextrina	Dextrina, maltosa Maltosa, isomaltosa
<u>Maltasa, isomaltasa</u>	Intestino delgado	Maltosa, isomaltosa	Glucosa
<u>Lactasa</u>	Intestino delgado	Lactosa	Glucosa, galactosa
<u>Sacarasa</u>	Intestino delgado	Sacarosa	Glucosa, fructuosa
<u>Oligoglucosidasa</u>	Intestino delgado	Oligosacáridos	Varios monosacáridos
<u>Lipolíticas</u>			
<u>Lipasa salival</u>	Saliva	Triglicéridos	Diglicérido+ 1 ácido graso
<u>Lipasa pancreática</u>	Páncreas	Triglicéridos	Monoglicérido+ 2 AG
<u>Lipasa intestinal</u> <u>Lecitinasa</u>	Intestino delgado Páncreas	Triglicéridos lecitina	Glicerol+ 3 AG Lisolecitina, libre de AG
<u>Proteolíticas</u>			
<u>Pepsina</u>	Jugo gastrico	Proteínas nativas	Proteosas, peptonas, polipéptidos
<u>Renina</u>	Estómago	Caseína, coagula la leche	Caseinato de Ca
<u>Tripsina</u>	Páncreas	Proteínas nativas	Péptidos con un grupo arginina o uno lisina
<u>Quimiotripsina</u>	Páncreas	Proteínas nativas o productos de la digestión de la pepsina y renina	Péptidos con un aminoácido aromático terminal

<u>Elastasa</u>	Páncreas		Péptidos con un aminoácido alifático terminal
<u>Carboxipeptidasa A</u>	Páncreas	Péptidos con aminoácidos aromáticos o alifáticos	Péptidos pequeños, neutros aminoácidos
<u>Carboxipeptidasa B</u>	Páncreas	Péptidos con arginina o lisina terminales	Aminoácidos básicos
<u>Aminopeptidasas</u>	Intestino delgado	Péptidos	Aminoácidos
<u>Dipeptidasa</u>	Intestino delgado	Dipéptidos	Aminoácidos
<u>Nucleasas</u>	Páncreas, intestino delgado	Ácidos nucleicos	Nucleótidos
<u>Nucleotidasas</u>	Intestino delgado	Nucleótidos	Purina y pirimidina, ácido fosfórico, pentosas

Fuente: (McDonald *et al.*, 1988).

El conejo produce celulasa en la microbiota del ciego y el colon, dicha enzima es capaz de hidrolizar el enlace glucosa-4-beta-glucósido, es decir que gracias a esta acción enzimática puede usar grandes cantidades de celulosa (McDonald *et al.*, 1988).

La capacidad de absorber los monosacáridos recae en el intestino delgado, el duodeno y el yeyuno, estos tres cuentan con la mayor capacidad, mientras que la porción distal del intestino delgado (íleon inferior) absorbe en menor cantidad, el estómago y el intestino grueso por su parte absorben pocos azucares (McDonald *et al.*, 1988).

2.3.5. Proteínas

En primer plano tenemos a las proteínas las cuales forman parte vital de los tejidos animales. El principal componente de los músculos son las proteínas. Las proteínas a su vez también están involucradas en las reacciones químicas facilitándolas. Por su parte las proteínas en la sangre cumplen actividades de gran importancia como la regulación del equilibrio hídrico y el transporte de los nutrientes a través de todo el organismo (Chekee, 1995).

Los animales que son jóvenes necesitan un aporte importante de proteína en la dieta a diferencia de los animales adultos, este proceso de cambio es en relación a la edad ya que entre más viejo es el individuo su requerimiento de proteína en la dieta disminuye gradualmente, esto se debe además a que cuando un animal ya es adulto requiere la proteína únicamente para dar mantenimiento a los tejidos corporales que ya posee. Dependiendo de la etapa fisiológica del animal también pueden cambiar los requerimientos, si el animal se encuentra en producción factores como la preñez o la lactancia determinarán su dieta y la inclusión proteica en la misma, todo esto derivado del desgaste metabólico que las hembras tienen durante estas etapas (Blas, 1984).

En su composición química las proteínas cuentan con variadas propiedades físicas como el tamaño, solubilidad, forma, inclusive la función biológica a desempeñar (Cheeke, 1995).

Los aminoácidos son pequeñas moléculas que en conjunto forman a las proteínas, todos los aminoácidos contienen uno de los grupos amino (NH_2) o hasta más, es decir que todas las proteínas y aminoácidos contienen nitrógeno. Partiendo del punto en que todos los tejidos contienen nitrógeno, hace razón que las pruebas que analizan la cantidad de proteína en los alimentos y en los tejidos la determinen de acuerdo al contenido de Nitrógeno en los mismos. Por esta razón es de vital importancia para todos los animales obtener las cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales en cada una de sus raciones diarias para el desarrollo completo de cada uno de los individuos (De Blas y Wiseman, 2010).

2.3.6. Grasas

Los lípidos que comúnmente son conocidos como grasa o los aceites cumplen la función de ser las fuentes de energía de los animales, de la misma manera forman parte de los tejidos tanto vegetales como animales. Algunos lípidos como el colesterol realizan funciones vitales en el metabolismo de los animales (Chekee, 1995).

Se denominan también aceites de la dieta, los tipos de lípidos más importantes en la dieta animal son los triglicéridos, estos mismos permiten diferenciar a los alimentos según el tipo de ácido graso que contiene cada triglicérido. La principal forma de almacenar grasa en el cuerpo animal es en forma de triglicéridos (Risso, 2016).

Las grasas suministran la energía necesaria para que funcione el organismo animal, además de eso también realizan acciones como funciones metabólicas y algunas estructurales: Los lípidos forman una capa protectora y aislante para el tejido nervioso, por su parte los glucolípidos y fosfolípidos son en el organismo componentes estructurales de las membranas celulares y tienen interacción en el transporte de los nutrientes y algunos metabolitos que pasan a través de membranas. Existen también las lipoproteínas las cuales se encargan de facilitar el transporte de las grasas por el torrente sanguíneo. En este ramo encontramos que el colesterol es usado por el organismo con el fin de formar las sales biliares. Por su parte el ácido araquidónico es el precursor de las prostaglandinas, tromboxanos, prostaciclina y leucotrienos (Risso, 2016).

En la dieta animal los lípidos representan el aporte de los ácidos grasos esenciales. Las necesidades fisiológicas de los animales en producción comprenden dos familias de ácidos grasos esenciales, los omega 3 (n-3) cuyos requerimientos mínimos no se han descrito en todas las especies animales y los omega 6 (n-6) de los cuales se desprende el ácido linoleico, el cual se encuentra presente en los aceites de la soya, maíz, canola y cártamo de la misma manera se encuentra en la grasa de pollo y cerdo. Los ácidos Gamma – linoleico y araquidónico se sintetizan a partir del ácido linoleico, entonces al incluir este último en la dieta de los animales aseguramos que se puedan

sintetizar las cantidades adecuadas de ácido araquidónico y gamma linoleico (Risso, 2016).

2.3.7. Vitaminas y minerales

Las vitaminas están compuestas fundamentalmente por hidrogeno y carbono lo que las hace ser sustancias orgánicas, las cuales son muy diferentes de los demás grupos de nutrientes orgánicos desde los Hidratos de carbono, lípidos hasta las proteínas. Las vitaminas cumplen funciones fundamentales para los animales en primer plano realizan el metabolismo y si las cantidades requeridas no son las adecuadas se presentan signos característicos de la deficiencia, es de importancia resaltar que las cantidades de vitaminas necesarias son muy pequeñas en comparación con los otros componentes (De Blas y Wiseman, 2010).

La clasificación de las vitaminas se da en dos grupos: los Liposolubles y los Hidrosolubles. Las vitaminas A, D, E y K son liposolubles, mientras que el complejo B y la vitamina C conforman las vitaminas hidrosolubles, para cada grupo de vitaminas hay propiedades importantes a nivel nutricional que les diferencian claramente (Chekee, 1995).

Los minerales se consideran sustancias inorgánicas y pueden dividirse en dos grandes grupos los elementos traza o minerales traza y los macrominerales, estos últimos comprenden el calcio, sodio, potasio, calcio, magnesio y azufre y se requieren en relativas cantidades grandes en el organismo mientras que los elementos traza incluyen al cobre, yodo, manganeso, hierro, selenio y zinc los cuales son necesarios en cantidades muy pequeñas generalmente usando la expresión en partes por millón (PPM). Los minerales realizan funciones importantes en el organismo animal ya que sin ellos los tejidos carecerían de elementos estructurales y de soporte, el ejemplo más claro de ello se encuentra con el calcio y su relación con el desarrollo óseo del individuo, las funciones de los minerales comprenden pero no se limitan a ello ya que también participan en funciones reguladoras como el equilibrio ácido base o el osmótico, son componentes, además de ser activadores de enzimas (De Blas y Wiseman, 2010).

Las estrategias que nos permitirán mejorar los parámetros productivos de una especie en las unidades de producción deben ser respaldadas por el completo conocimiento de la fisiología, la composición química y a su vez de la nutrición animal para así lograr eficientar cada uno de los parámetros establecidos.

2.3.8. Requerimientos nutricionales

Los conejos que se crían en condiciones de confinamiento son directamente dependientes del alimento que se les provee. El alimento que se proporciona a los conejos es en forma de pellet y está conformado por alimento concentrado (Rodríguez, 1999).

La alimentación de los conejos requiere que las cantidades de proteínas, vitaminas y minerales sean las adecuadas para la etapa fisiológica por la que atraviesa cada individuo, la edad y el entorno en el que se desarrolla (Templeton, 2008).

En el Cuadro 9. se muestran los requerimientos nutricionales del conejo en etapa de engorde.

Cuadro 9. Requerimientos nutricionales del conejo en crecimiento

Nutrientes	NRC (1977)	INRA (1984)	De Blas & Mateos (1998)
Energía digestible Kcal/Kg	2,510	2,510	2,510
Proteína cruda %	16	16	15.3
Proteína bruta %	16 - 18	N/R	10.7
Lisina total %	0.65	0.65	0.75
Lisina digestible %	N/R	N/R	0.59
Azufre total %	0.60	0.60	0.54
Azufre digestible %	N/R	N/R	0.41
Treonina total %	0.60	0.55	0.64
Treonina digestible %	N/R	N/R	0.44
Arginina %	0.60	0.90	N/R
Histadina %	0.30	0.35	N/R
Leucina %	1.10	1.05	N/R
Isoleucina %	0.60	0.60	N/R
Piramidina y tirosina %	1.10	1.20	N/R
Triptofano %	0.20	0.18	N/R
Valina %	0.70	0.70	N/R
Metionina – Cistina %	0.60	N/R	N/R
Grasa bruta %	3 – 4	N/R	N/R
Fibra bruta %	12 – 15	N/R	N/R
Calcio %	0.6 – 0.8	N/R	N/R
Fósforo %	0.4 – 0.5	N/R	N/R
Sodio %	0.3 – 0.4	N/R	N/R

N/R (No Refiere)

Fuente: (NRC, 1977; INRA, 1984; De Blas & Mateos, 1998).

2.4. Aditivos

En los primeros años del siglo XXI hasta nuestros días la tecnología ha estado avanzando en todos los ámbitos que le son posibles y en el campo de la alimentación y la nutrición animal no ha sido una excepción. Los aditivos son una de las opciones que se encuentran en el mercado, dichos aditivos se definen como sustancias que se agregan a los alimentos sin sustituir ninguno de los alimentos básicos (Castro, 2005). Durante los años cuarenta se comenzó a realizar la inclusión de diversos productos antimicrobianos y antibióticos buscando que actuaran como promotores de crecimiento animal (APC), estos fueron los primeros aditivos que abrieron brecha para que se convirtiera en una práctica común durante esos años, lo que a la larga crearía la necesidad de encontrar otras alternativas recurriendo así al uso de aditivos nutricionales y zootécnicos (García y García, 2015).

Las especies en las que se han notado mayores mejorías tras la implementación de aditivos son las aves y los cerdos, dichas especies mejoraron parámetros como el control de los problemas entéricos, mejoraron la eficacia de los nutrientes en alimentos, incrementaron también la tasa de crecimiento animal, además de tener cambios favorables en la respuesta inmunomoduladora y el comportamiento productivo (García y García, 2015).

Toda esta serie de cambios producen sobre los indicadores fisiológicos, de bienestar animal y productivos efectos benéficos, a la vez que disminuyen los costos e incrementan el índice de eficiencia de los sistemas productivos (García y García, 2015).

En el caso de los conejos se han utilizado gran variedad de aditivos nutricionales en busca de mejorar los parámetros productivos de la especie (Marzo y Pere, 2006). Estos aditivos se agrupan en categorías: aditivos sensoriales como son aromas o pigmentos; los aditivos zootécnicos entre los cuales están potencializadores de la digestión y los estabilizadores de la flora intestinal; aditivos tecnológicos como antioxidantes, acidificantes o emulsificantes; histomonostatos y coccidiostatos; además de aditivos nutricionales que comprenden a las vitaminas, minerales traza y aminoácidos (Ravindran, 2010). La inclusión de los aditivos se relaciona de forma positiva

con la nutrición animal, las características de los piensos y su digestibilidad, el bienestar y la actividad animal, además de la producción (García y García, 2015).

La clasificación de los aditivos ha sido basada en diversos estudios donde se consensa que podemos encontrar seis tipos de aditivos, la clasificación es la siguiente: acidificantes los cuales incluyen el uso de ácidos o sus sales, por lo que también son denominados conservantes, su utilización es limitada debido a que están sujetos a una condicionante de tipo legal en cuanto a su dosificación. Estos aditivos son en su gran mayoría ácidos orgánicos, es decir que su estructura química está hecha a base de carbono, los cuales se encargan de la reducción del pH del alimento favoreciendo así la conservación del mismo. Sin embargo tiene también un efecto al interior del organismo del animal que lo consume, se relaciona a estos aditivos con un incremento de la digestibilidad y retención de algunos nutrientes, además de alterar la población microbiana del tracto gastrointestinal (Marzo *et al.*, 2001). Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias teniendo tendencia a afectar más a las bacterias gram negativas, es decir que se puede usar como una alternativa o complemento en los tratamientos con antibióticos (García y García, 2015).

Hay aditivos naturales que se extraen de plantas o partes de ellas a este tipo se les llama también aditivos herbales, los cuales han gozado de gran éxito debido a que incorporan ingredientes activos que ya han sido utilizados en la medicina veterinaria y humana por ende estos ingredientes cuentan con propiedades ya estudiadas (Carro *et al.*, 2006). El uso en la medicina se atribuye a que con su implementación se ha logrado controlar algunos procesos fúngicos, bacterianos y virales, de la misma manera son auxiliares en el control y prevención de procesos de etiología parasitaria así como microbiana, estimulando al sistema inmunológico del organismo y siendo a su vez un aditivo seguro ya que no supone ningún efecto secundario o contraindicación alguna aunado a que no es agresivo tras la ingesta, estas características hacen que sean empleados aditivos herbales con frecuencia (Marzo *et al.*, 2001).

2.4.1. Prebióticos

Se denominan prebióticos a todos aquellos ingredientes que no cuentan con la capacidad de ser hidrolizados por las enzimas digestivas, a causa de esto se imposibilita su transformación en componentes más simples por lo que llegan al intestino delgado sin haber sufrido degradación alguna, después de evitar su absorción a nivel intestinal son conducidos posteriormente hacia el ciego en el cual sufrirán un proceso de fermentación por parte de los microorganismos los cuales convertirán estos ingredientes en sustratos que ya podrán ser utilizados por el organismo (Marzo *et al.*, 2001).

Después de este proceso se da una estimulación selectiva para el crecimiento de algunos tipos de bacterias endógenas las cuales ejercen un efecto benéfico en el organismo, a estas bacterias se les adjudican funciones fisiológicas como el metabolismo lipídico y la regulación glucídica además de mostrar mejoras a la inmunidad (Marzo *et al.*, 2001).

2.4.2. Probióticos

Los probióticos son aditivos que actúan como bioreguladores de las funciones digestivas del organismo, es decir que ejercen una acción de competencia, no representa una agresión para la flora intestinal su acción y nos representa así la total ausencia de residuos de medicamentos en la canal (Marzo *et al.*, 2001).

Con la implementación de probióticos se han obtenido resultados favorables y efectos benéficos sobre la respuesta biológica en porcinos, aves y otras especies animales de importancia productiva, los cuales comprenden desde cambios morfo-fisiológicos, mejoras en los parámetros productivos y la salud de los individuos, además de respuestas inmunomoduladoras (García y García, 2015).

2.4.3. Promotores de crecimiento

Los promotores de crecimiento son aquellos compuestos sintéticos, orgánicos, químicos o elementos inorgánicos simples que administrados en pequeñas

cantidades cumplen con la función de mejorar la tasa de crecimiento y conversión alimenticia de los animales en producción. Los aditivos de naturaleza antimicrobiana como lo son los antibióticos y quimioterapéuticos son los promotores de crecimiento más usados en la producción y representan de manera directa una herramienta para alcanzar las producciones deseadas en condiciones intensivas (Parrado, 2010).

2.4.4. Antibióticos

La gran mayoría de los antibióticos en el mercado actúan sobre las bacterias inhibiendo sus procesos metabólicos fundamentales como son la síntesis de la pared y la membrana, síntesis de los ácidos nucleicos y las proteínas para que así queden desprotegidas e imposibilitadas de causar algún daño. La importancia de conocer los mecanismos de acción de los antibióticos radica en que se pueden contemplar la posibilidad de sinergia con otro medicamento, los efectos tóxicos que podría tener, además de la actividad antibacteriana que presenta (Martínez & Sánchez, 2007).

La acción de los antibióticos sobre la flora intestinal es actuar controlando la población y eliminando agentes patógenos. Se calcula que el organismo de un individuo que se encuentra desarrollando un proceso infeccioso utiliza un 6 % extra de energía para compensar dicho desequilibrio, la energía requerida es extraída de los músculos causando una subsecuente pérdida de masa muscular. El papel de los antibióticos como promotores de crecimiento radica en que al actuar sobre las bacterias anaerobias evita que se produzcan las exotoxinas como resultado del metabolismo de las mismas bacterias (Ortiz, 2010).

2.5. Compuestos herbales en la alimentación del conejo

2.5.1. Plantas

El uso de plantas en la producción animal han reportado una mejora en los rendimientos, esto es causado por la capacidad que tiene de estimular la salivación, circulación sanguínea, secreciones enzimáticas pancreáticas y

mejorando el estado inmunológico (Jiang *et al.*, 2015), un ejemplo claro son los aceites esenciales que constan de más de 60 compuestos individuales, que han logrado con su inclusión en la dieta de animales mejorar el contenido endógeno en los tejidos (Koščová *et al.*, 2006), esto se logra gracias a que permite la incorporación uniforme de los compuestos en la membrana subcelular, causando como consecuencia la inhibición de las reacciones oxidativas y el crecimiento de microorganismos (Simitzis *et al.*, 2014).

2.5.2. Aceites

Los aceites esenciales comúnmente llamados esencias son sustancias volátiles con un olor fuerte contenidas en las plantas. Se diferencian de los aceites fijos producidos por los lípidos por su volatilidad. Están muy presentes en las rutáceas, coníferas, mirtáceas, umbelíferas y labiadas (Torres, 2004).

Algunos aceites cuentan con características antimicrobianas, como son el mentol que es obtenido a base de la planta de menta (*Menta piperita*) y la capsaicina extraída de la planta del pimiento rojo o chile (*Capsicum annuum*) (Domingo y López, 2003).

Se ha demostrado que algunos aceites pueden alterar el crecimiento bacteriano y el metabolismo de las mismas (Wallace, 2004). Existen estudios realizados *in vitro* en los cuales se ha podido demostrar el potencial de los componentes de los aceites esenciales que actúan alterando la fermentación y el metabolismo ruminal disminuyendo la emisión de metano por animal. Los aceites también pueden ralentizar la degradación del almidón y de las proteínas (McIntosh *et al.*, 2003).

2.5.3. Extractos

Se les define como los concentrados que se obtienen por el proceso de tratar algunos productos vegetales con solventes, entre los más comunes se encuentran el agua, éter o etanol, de elementos solubles, esto produce una mezcla de los principios activos de toda la planta o parte de ella con las sustancias inertes antes mencionadas (Ruiz & Susanaga, 2000).

Los extractos se clasifican según la consistencia, de acuerdo a esto se tendrían cuatro grupos: Secos, fluidos, blandos y firmes. Los extractos blandos comprenden consistencia parecida a la miel espesa, en ocasiones debido a la absorción de humedad atmosférica pueden presentar una consistencia un poco menos densa. Por su parte los extractos firmes también llamados de consistencia pilular mantienen una estrecha relación con la masa usada en el proceso de fabricación de píldora, cuentan también con la característica de no adherirse a la piel de los dedos. En cuanto a los extractos secos cuya anterior denominación era “sales esenciales”, son aquellos que han sido sometidos a la eliminación casi total del disolvente, solamente contienen del 5 al 8% de agua, son fácilmente manipulables debido a que se reducen a polvo misma condición los hace fácilmente dosificables. Algunos autores los denominaron extractos unitarios y recomiendan para su uso la preparación en jarabes o tinturas. Por último los extractos fluidos que son preparados a manera de que el peso del extracto corresponda exactamente al peso de la sustancia que se empleara como medicamento, desecada al aire y pulverizada (Barreto, 1997).

2.5.4. Metabolitos

Todos los seres vivos cuentan con rutas metabólicas primarias las cuales les permiten realizar sus funciones siendo en común idénticas o muy similares entre especies. Los vegetales por su parte tienen otras vías metabólicas las cuales llevan a la formación de algunos compuestos característicos de un grupo taxonómico, los cuales no guardan relación con los procesos vitales de una célula sino que hacen a la planta un organismo productor (Juárez, 2019).

Se le denomina metabolito secundario a toda aquella molécula activa generada por las diferentes especies vegetales. Son moléculas que no participan en el crecimiento y desarrollo de la planta sino que suponen una ventaja competitiva en el reino vegetal (Torres, 2004).

La producción metabolitos secundarios suele estar restringida a algunas condiciones específicas como lo son periodos de estrés y algunos estados de desarrollo (Piñol & Palazon, 1993). Las células vegetales producen algunos metabolitos que juegan un papel importante en la interacción de la planta con el

medio ambiente, tales como la protección frente a depredadores, estrés ambiental o algunos agentes patógenos y a la vez actúan como una herramienta más en la vida reproductiva de la planta al tener la capacidad de atraer a los insectos que posteriormente realizaran la polinización.

Cada planta cuenta con sus procesos químicos los cuales pueden ser parecidos pero existen diferencias marcadas de una planta a otra, estos procesos químicos conllevan a la formación de un producto natural, dando como resultado que los precursores químicos comunes pueden conducir a productos diferentes (Torres, 2004).

2.6. Uso de compuestos poliherbales como aditivos

En numerosos trabajos se ha explorado el potencial benéfico que tiene la implementación de hierbas o fórmulas poliherbales ricas en fitoquímicos, esto se denota principalmente en la calidad de la carne y la respuesta productiva que se obtiene con la adición a la dieta convencional, en características puntuales como la ganancia de peso, mortalidad, perfil de ácidos grasos, oxidación lipídica y conversión alimenticia (Pulido, 2018).

Existen estudios realizados con salvia, tanto con *Salvia lavandulifolia* y *Salvia officinalis* las cuales fueron probadas como promotores de crecimiento en conejos destetados, cuyos resultados fueron que la inclusión de la salvia actúa favorablemente en el crecimiento y desarrollo de los conejos, ya que sus principales componentes activos contenidos en los aceites de la salvia tienen efectos benéficos a la salud y mejoran parámetros productivos, por lo que se recomienda el uso de la planta como promotor de crecimiento (Ayala *et al.*, 2017).

En otros estudios se ha implementado el orégano vulgar (*Origanum vulgare*) el cual fue probado como fitobiótico en conejos de engorde obteniendo resultados favorables en los cuales el orégano tiene propiedades como bactericida, bacteriostático, modificador de la digestión y coccidiostático además de proveer de propiedades aromáticas a la carne, las características atribuidas al orégano son provocadas por los fenoles, terpenos, ácidos orgánicos, entre otros componentes del mismo (Ayala *et al.*, 2011).

2.7. Fórmula polihierbal como aditivo en la producción animal

Es de vital importancia buscar alternativas en las dietas animales en miras a la creciente demanda alimentaria en el mundo, una alternativa que ha sido exitosa ha sido la adición de productos herbales los cuales conservan grandes ventajas en cuanto a que los costos de producción se pueden reducir tal es el caso de la fórmula polihierbal conformada por *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum* y *Ocimum sanctum* la cual tiene propiedades inmunoestimulantes y misma que además puede funcionar como promotor del crecimiento, las plantas que conforman dicha mezcla herbal han sido utilizadas para mejorar el perfil inmunológico, al aumentar los niveles de inmunoglobulinas y linfocitos, contienen compuestos polifenólicos, los cuales podrían ayudar la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas (Ahn *et al.*, 1991).

Por otra parte contiene flavonoides y glucosinolatos, los cuales pueden modificar la función fisiológica y química del tracto digestivo, lo que llevaría a la estimulación del apetito y la ingesta de alimento, la mejora de la secreción endógena de las enzimas digestivas, la activación de la respuesta inmune y las acciones antibacterianas, antivirales, antioxidantes y antihelmínticas (Shon *et al.*, 2004).

La fórmula polihierbal en cuestión contiene *Solano xanthocarpum* también conocida como sombra de noche, es una planta que a menudo se encuentra en las veredas y espacios abiertos en Pakistán e India. Su fruto contiene carpesterol, glucosa, galactosa, cloruro de potasio y algunos compuestos esteroides y alcaloides en forma primordialmente de glicoalcaloides. De igual forma contiene flavonoides como la quercitrina y los glucosidos como apigenina que se ha comprobado tienen actividad de inhibición de agentes biológicos, reducir la picazón y la fiebre, además de disminuir la adiposidad grasa (Abbas *et al.*, 2014).

En el caso de *Hedychium spicatum* comúnmente conocida como lirio de jengibre, es una planta de origen oriental, se ha utilizado como carminativo, estimulante, tónico y en dispepsia. En afecciones hepáticas se ha usado

también, se ha comprobado su actividad expectorante y en trastornos de vías urinarias. Presenta actividad antimicrobiana antifúngica de amplio espectro (Bisht *et al.*, 2006).

Curcuma longa también de origen asiático es una planta que cuenta con propiedades organolépticas y terapéuticas que la hacen estar incluida en la medicina tradicional oriental y lo cual ha dado paso a investigar sus propiedades comprobando su efectividad para afecciones hepáticas y cutáneas principalmente. Contiene curcumina la cual tiene actividad terapéutica en casos de úlceras, afecciones cutáneas, contra parásitos intestinales, además de su comprobada actividad antimicrobiana, antiinflamatoria e inmunomoduladora (Mesa *et al.*, 2000).

La planta conocida como pimienta larga (*Piper longum*) cuyo país de origen es India, esta pimienta se ha comprobado cuenta con actividad antibacteriana, teniendo afinidad por bacterias gram + y moderadamente a gram -. En diferentes etapas de la vida de la planta y el fruto cuenta con actividades desde efecto laxante, antidiarreico y antidisentérico, el fruto es comúnmente usado para tratar enfermedades en humanos como la lepra y la tuberculosis (Srinivasa *et al.*, 2001).

Ocimum sanctum de nombre común albahaca morada es una planta aromática de origen Hindú de la cual para su uso terapéutico se conoce el aprovechamiento de las hojas, tallo, flor, raíz, semillas e incluso toda la planta en el tratamiento de bronquitis, malaria, diarreas, disentería, enfermedades cutáneas, oftálmicas y para reacciones alérgicas a la picadura de algunos insectos. La albahaca morada contiene eugenol lo cual le confiere a la planta propiedades antifúngicas, cardioprotectoras, analgésicas, antiespasmódicas, se conoce también que afecta a la fertilidad de los individuos tratados y que además tiene acción anticancerígena (Pattanayak *et al.*, 2010).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La producción animal ha enfrentado diversos retos en las últimas décadas, uno de ellos es que a partir de 2006 en la Unión Europea prohibió el empleo de antibiótico con usos no terapéuticos en la producción de alimentos de origen animal, es decir no se pueden usar antibióticos como promotores de crecimiento ni como estabilizadores de la microbiota gastrointestinal, es por ello que en los años posteriores a dicha prohibición se han realizado diversas investigaciones para obtener productos alternativos tal es el caso de los derivados de plantas que se puedan emplear como reguladores de la microbiota gastrointestinal y promotores de crecimiento, las plantas empleadas para tal fin presentan gran cantidad de metabolitos secundarios que pueden tener fines benéficos o bien ser anti nutricionales o tóxicas, es por ello que la presente investigación pretende tomar al conejo como modelo para determinar si una fórmula polihierbal (a base de las plantas *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum* y *Ocimum sanctum*), tiene efectos benéficos y se puede emplear como un promotor de crecimiento.

4. HIPÓTESIS

El uso de una fórmula polihierbal a base de *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum* y *Ocimum sanctum* mejorará los parámetros productivos de conejos en finalización.

5. OBJETIVOS

General

Evaluar el efecto de la adición de una fórmula polihierbal a base de *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum* y *Ocimum sanctum* sobre los parámetros productivos de conejos en finalización.

Particulares

Analizar el comportamiento productivo de conejos con dietas de finalización adicionadas con una fórmula polihierbal.

Determinar la digestibilidad aparente de la dieta adicionada con una fórmula polihierbal en conejos en finalización.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

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

En el Cuadro 10. se presenta la dieta realizada para el experimento, a la cual se le adicionó 0.0, 0.25, 0.50, 0.75 ppm de la fórmula polihierbal conformando así los cuatro tratamientos, los cuales se ofrecieron a los conejos en forma de pellet.

Cuadro 10. Dieta experimental con la inclusión de la fórmula polihierbal (100 kg)

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Salvado de trigo (kg)	33	33	33	33
Heno de avena (kg)	19	19	19	19
Grano maíz (kg)	19	18.75	18.5	18.25
Pasta de soya (kg)	17	17	17	17
Heno de Alfalfa (kg)	9	9	9	9
Aceite vegetal (kg)	2	2	2	2
Levadura (kg)	1	1	1	1
Fórmula polihierbal (ppm)	0	0.25	0.5	0.75

Fuente: (Elaboración propia).

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

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

Prueba de comportamiento productivo:

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

Fórmula:

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

Donde:

CV= Consumo voluntario

SAOD= Suma del alimento ofrecido diario

SARD= Suma del alimento rechazado diario

TTE= Días del experimento

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

Fórmula:

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

Donde:

GDP= Ganancia de peso

PS = Peso al sacrificio

PIExp = Peso al inicio del experimento

TTE = Tiempo total del experimento

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

Fórmula:

$$CA = AC/PS$$

Donde:

CA = Conversión alimenticia

AC = Alimento consumido

PS = Peso al sacrificio

Digestibilidad de la dieta se determina por la prueba de cenizas insoluble en ácidos, la cual se realiza sometiendo a ácido clorhídrico a hirviendo una muestra de alimento ofrecido a los conejos de cada uno de los tratamientos, además de una muestra de heces por individuo en experimentación para así obtener cenizas con las cuales se podrá realizar su posterior análisis que arrojará el potencial digestivo del alimento (Tobal, 1999).

Los datos obtenidos en el experimento fueron analizados empleando un diseño completamente al azar con comparación de medias por la prueba Tukey con un nivel de $P > 0.05$.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La adición de una fórmula poli herbal hecha a base las plantas hindúes *Solano xanthocarpum*, *Hedychium spicatum*, *Curcuma longa*, *Piper longum* y *Ocimum sanctum* presentaron el siguiente comportamiento en una prueba *in vivo* en conejos en finalización.

No se observaron efectos significativos ($P>0.05$) en las variables, peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo voluntario (CONS) y conversión alimenticia (Cuadro 11).

Los resultados observados en este ensayo concuerdan con lo reportado por Hernández *et al.*, (2004) y Jamroz *et al.*, (2005), quienes no reportaron cambios en las variables productivas de conejos en finalización adicionadas con compuesto herbal a base de orégano, tal situación puede ser a que los metabolitos presentes en el orégano como el ácido gálico no modificaron las condiciones digestivas y por consecuencia no se reflejan en una mejora en los parámetros productivos.

En el ensayo realizado se puede establecer que no se generaron cambios en el tracto digestivo que se vieran reflejados en las variables productivas.

Cuadro 11. Efectos de fórmula polih herbal en el comportamiento productivo de conejos en engorda

	Fórmula Polih herbal, ppm/kg				EEM	P
	0.0	0.25	0.50	0.75		
Peso inicial (g)	1072	1079	1097	1129	30.00	0.53
Peso final (g)	1985	1836	2007	1941	55.67	0.15
GDP (g/d)	28.53	23.66	28.43	25.35	1.55	0.08
Consumo de MS (g/d)	100.33	91.97	98.85	91.44	3.94	0.25
Conversión alimenticia	3.54	3.93	3.50	3.66	0.13	0.13
Digestibilidad	75.15	70.93	82.27	78.20	3.42	0.03

GDP, ganancia diaria de peso; MS, materia seca; EEM, error estándar de la media; P, Probabilidad ($P<0.05$).

Con respecto a la ganancia diaria de peso se observó una tendencia ($P = 0.08$), con un decremento de aproximadamente 9.53 % con respecto al tratamiento control, el tratamiento con inclusión de 0.25 ppm de la fórmula polih herbal presentó aproximadamente 6.77 % de reducción con respecto al testigo, aunque en el nivel de 0.50 es muy parecido al control, situación que se puede deber a que los compuestos herbales y sus metabolitos pueden ser inestables en condiciones digestivas.

Para el consumo de alimento, tampoco hubo diferencias en los tratamientos, aunque se observa una tendencia a disminuir el consumo del alimento, el tratamiento 0.75 fue 9 unidades porcentuales menos que el tratamiento, Lázara, (2012) reportó resultados similares en cuanto a consumo de alimento al emplear salvia, como promotor de crecimiento a los obtenidos en el presente estudio. 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.

La disminución del consumo de alimento puede deberse a algún sabor asociado al compuesto herbal que disminuye la palatabilidad (Ayala *et al.*, 2011) o bien por modificaciones a nivel de la microbiota gastrointestinal que generó un desequilibrio de ésta (Shon y Hong, 2018).

Se observó un aumento del 9.5% en la digestibilidad del alimento al incluir la fórmula polih herbal en 0.50 ppm/kg.

Existen evidencias de que la fórmula polih herbal, tiene propiedades inmunoestimulantes y contiene compuestos polifenólicos los cuales ayudan a la inhibición de microorganismos patógenos (Ahn *et al.*, 1991) aunque estos efectos no fueron considerados para este experimento.

8. CONCLUSIÓN

El uso de la fórmula polihierbal como un promotor de crecimiento en las dosis administradas no presentó cambios en los parámetros productivos de conejos, por tal motivo la adición de esta fórmula polihierbal no es recomendable para estos animales.

Por lo cual es recomendable realizar más investigación en este y otros productos herbales, analizando variables en calidad de carne.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Abbas, K., Niaz, U., Hussain, T., Saeed, M. A., Javaid, Z., Idrees, A., & Rasool, S. 2014. Antimicrobial activity of fruits of *Solanum nigrum* and *Solanum xanthocarpum*. *Acta Pol Pharm*, 71(3), 415-21.
- Ahn, Y. J., Kawamura, T., Kim, M., Yamamoto, T., & Mitsuoka, T. 1991. Tea polyphenols: selective growth inhibitors of *Clostridium* spp. *Agricultural and Biological Chemistry*, 55(5), 1425-1426.
- Álvarez, J. Medellín, J. 2005. www.conabio.gob.mx. ecologia.unam.mx/ UNAM-SARH 1991. NMNH. ICD. 1996. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Armada, R. 2016. La explotación cunícola en México, una revisión a través del VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. INEGI. México.
- Ayala, L., Nicola, S., Zocarrato, I., Caro, Y., & Gómez, S. 2017. *Salvia* spp. como aditivo promotor de crecimiento en dietas de conejos destetados. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*, 30, 61-64.
- Ayala, L., Silvana, N., Zocarrato, I., & Gómez, S. 2011. Utilización del orégano vulgar (*Origanum vulgare*) como fitobiótico en conejos de ceba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(2), 159-161.
- Barreto, F. 1997. Efectos Antimicrobianos del diente de león (*Taxaxacum officinale*) y el gualanday (*Jacaranda obtusifolia*) sobre *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa* causantes de enfermedades de la piel. Carrera Bacteriología. Facultad Ciencias Básicas. Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo de Pregrado. Bogotá D.C. Pág. 9, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29.
- Barrios, V. 2010. Caracterización toxicológica de las macroalgas marinas *Hypnea* spp y *Sargassum* spp para la futura utilización en la alimentación y la salud animal como humana. REDVET. *Revista Electrónica Veterinaria*. Malaga, España. 8(7), 1-9.
- Bisht, G. S., Awasthi, A. K., & Dhole, T. N. 2006. Antimicrobial activity of *Hedychium spicatum*. *Fitoterapia*, Department of Microbiology. Institute of Medical Sciences, Lucknow, India. 77(3), 240-242.
- Blas Beorlegui, C. D. 1984. Alimentación del conejo. Editorial Mundi Prensa. Madrid.19840000.215 p.

- Bombik, T., Bombik, E., Frankowska, A., Trawińska, B., y Saba, L. 2012. Effect of herbal extracts on some haematological parameters of calves during rearing. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*. University of Life Sciences. 20-950 Lublin, Poland. 56(4). 655-658.
- Brewer, R. N. 2006. Biology of the rabbit. Department of Animal Resources, the University of Chicago. IL. USA.. num. 25 3.pp 25–26,
- Campoy, L. 2018. Maxillary and mandibular alveolar nerve blocks in rabbits. *Clínica veterinaria de pequeños animales*. Revista oficial de AVEPA, Asociación Veterinaria Española de Especialistas en Pequeños Animales. España. 38(2), 71-75
- Carro, M. D., Ranilla, M. J., & Tejido, M. L. 2006. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. *Pequeños Ruminantes, Unión Europea*. 7(3), 26-37
- Castellano, J. 2001. Aspectos básicos en la producción cunícola. Escuela de Arenys de Mar. España. pp. 84-90.
- Castellanos, E., F. 2010. Conejos, Manuales para educación Agropecuaria. Editorial Trillas. SEP. ISBN 978-607-17-0411-5. México. pp.120
- Castro, M. 2005. Uso de aditivos en la alimentación de animales mono gástricos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 39, 2005. Cuba. pp. 451-458.
- Cheeke, R.P. 1995. Alimentación y nutrición del conejo. Ed. Acribia. Zaragoza España. pp. 11-20.
- Colombo, T. Gazo, L.G. 1998. El conejo guía para la cría rentable. Editorial De Vecchi, S. A. Barcelona. España. pp.157
- 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. Editorial dve publishing. Chile. pp. 110
- Comité Nacional Sistema Producto Cunícola. 2016. La integración de los agentes económicos que participan en las diferentes fases del desarrollo cunícola. SAGARPA, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Ciudad de México,

México.<https://www.govserv.org/MX/MexicoCity/497551230395300/Comit%C3%A9-Nacional-Sistema-Producto-Cun%C3%ADcola>. Consultado el 10 de agosto de 2019

- Cozzolino, D. 2000. Nutrición Animal. Serie técnica 110. (No. 636.085 COZc). Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. RESUCONE Industria Gráfica. Montevideo, Uruguay. pp. 16
- De Blas, C. Wiseman, J. 2010. The nutrition of the rabbit. Departamento de Producción Animal Universidad Politécnica Madrid, España. España. pp. 98
- De Blas, J., García, J., Carabaño, R., 2002. Avances en nutrición de Conejos. Revisión a las principales peculiaridades sistema digestivo de los conejos, que son responsables, entre otras causas, de la complejidad de esta producción. In XXVII Symposium de Cunicultura de ADESCU. Boletín de Cunicultura (Vol. 122, pp. 1-9). 27, 83-91.
- De Blas J.C., Mateos G.G. 1998. Feed formulation. The Nutrition of the Rabbit. CABI Publishing. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. Reino Unido. pp. 241-253.
- Domingo D., López – Brea M. 2003. Plantas con actividad antimicrobiana. Revista Española de Quimioterapia. España. 16(4): 385 – 393.
- Domínguez, C., Barrios, G., Pérez, F. 2008. Fisiología digestiva y nutrición en la especie cunícola. Centro de Estudios Biotecnológicos. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas. CP 10400. Cuba. pp.23.
- Espinosa A., E., H. A. Soto C., L. Brunett P., O. E. Terán V., y O. Márquez M. 2011. Impacto socioeconómico de la producción familiar de carne de conejo de la zona sur oriente del Estado de México. La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes, Vol. I, Universidad Autónoma Chapingo. Ciudad de México. México.
- Fortun-Lamothe L., Gidenne T. 2006. Recent Advances in Rabbit Sciences. INRA Toulouse, Station de Recherches Cunicoles. BP 52627, 31326. Castanet-Tolosan, France. pp. 201-210.

- Galvez, J. F. 1985. Importancia de la fisiología digestiva del conejo en la estimación de las necesidades nitrogenadas. *Cunicultura*. Universidad Politécnica de Madrid. España. 10(55), 0079-89.
- García, A. 2010. Alimentación del conejo. *Revista de Producción Animal*. vol.30 no.2 Centro de Estudios de Producción Animal (CEPA). Universidad de Granma. Cuba.
- García Hernández, Y., & García Curbelo, Y. 2015. Uso de aditivos en la alimentación animal. Instituto de Ciencia Animal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. Cuba 49(2).
- Gecele, P. 1986. Fisiología digestiva del conejo adulto. *Monografías de Medicina Veterinaria*, Vol.8(2). Boletín de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. pp.215
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orengo, J. and Megias, M. 2004. Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poult. Sci.* Department of Animal Production, University of Murcia, Campus de Espinardo 30071, Murcia, Spain. 83:169
- INEGI. 2007. *Cunicultura en México*. Estados Unidos Mexicanos Censo Agropecuario. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cagf/2007/tabulados/Tabulado_VIII_CAGyF_75.pdf. Consultado el 10 de Junio de 2019.
- INRA. 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: Porc, Lapin, Volailles. In: Blum J.C. (ed). *Institute de la Recherche Agronomique*. Centre de recherche de Poitou Charentes. Mention d'édition 2. Paris, France.
- Jamroz, T., Wartelecki, M., Houszka and. Kamel C. 2005. Influence of diet type on the inclusion of plant origin active substances on morphological and histochemical characteristics of the stomach and jejunum walls in chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Department of Animal Nutrition and Feed Quality, Agricultural University, ul. Chelmońskiego. 38C, 51-630. Wrocław, Poland. 90(5-6), 255-268.

- Jandete H., Martínez M. y Gálvez C. 2004. Zootecnia Cunícola. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Edición Continental- FMVZ UNAM. México, D.F. pp. 73.
- Jiang, H., Wang, Z., Ma, Y., Qu, Y., Lu, X., Guo, H., Luo, H. 2015. Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, meat quality, fatty acid profile and meat lipid oxidation in lambs in summer conditions. *Small Ruminant Research*, 131. State Key Laboratory of Animal Nutrition. College of Animal Science and Technology, China Agricultural University. 100193. Beijing, PR China. pp. 99-106.
- Jiménez, M. 2011. Estudio económico de la producción de conejo en la zona sur oriente del Estado de México. Tesis de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia UAEM Amecameca Estado de México. México
- Juárez Cevallos, M. L. 2019. Identificación de metabolitos secundarios de *Eichhornia crassipes* (Jacinto de Agua) del Rio Chira, Sullana. Tesis para obtener el título de Químico Farmacéutico. Universidad San Pedro Facultad de Medicina Humana. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. Perú.
- Koščová, J., Nemcová, R., Gancarčíková, S., Jonecová, Z., Bomba, A., Buleca, V. 2006. Effect of two plant extracts and *Lactobacillus fermentum* on colonization of gastrointestinal tract by *Salmonella enterica* var. Düsseldorf in chicks. *Biologia. Germany* 61(6), 775-778. <https://doi.org/10.2478/s11756-006-0156-z>
- Lázara, A. 2012. *Salvia* spp. additive growth promoter in fattening rabbits diets. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Producción Agrícola*. 30, 61-64. La Habana. Cuba. 24
- Lebas, F. 1996. The rabbit husbandry, health and production. FAO Animal Production and health. ISBN 92-5-103441-9. Library Cataloguing in Publication Data. Series nom.21. Rome, Italy. pp. 220
- Lebas, F., Coudert, P., Rouvier, R., & De Rochambeau, H. 1997. The Rabbit: husbandry, health, and production. Rome: Food and Agriculture organization of the United Nations. New revised version. ISBN 92-5-103441-9. I. Title II. Series III, FAO. Rome, Italy.

- Lebas, F.; Gidenne, T.; Pérez J.M. y Licois, D. 1998. The Nutrition of the rabbit. J.C. de Blas y J. Wisseman. Ed. CAB International. Mixed Sources. Division of Animal Sciences University of Nottingham. Nottingham, UK. 197-214 p.
- Lebas, F. Colin, M. 2001. Producción y consumo de carne de conejo en el mundo. Boletín de Cunicultura Español. 149 Vol. XXVI. España.
- Lukefahr, S. D., 1998. Rabbit production in Uganda: Potential versus opportunity. World Rabbit Science, 331-340. (issn: 1257-5011) (eissn: 1989-8886). <https://doi.org/10.4995/wrs.1998.365>.
- Magaña, J. 1993. Apuntes para el posible desarrollo de la cunicultura en México. Boletín de cunicultura. México. num.68. Julio-Agosto. Volumen 16 (Fascículo 4). Revista cunicola EDU. pp.51
- Martínez Galindo, L. A. 2012. Efecto del nivel de colina protegida del rumen en el desempeño y características de la canal de corderos de engorda. Doctoral dissertation. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencia Animal. Universidad Autónoma de Nuevo León. Escobedo, Nuevo León, México.
- Marzo I., & Pere C B. 2006. Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: aditivos y alternativas al uso de antibióticos. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. UPC. Revista española Cabaña. Barcelona, España. <https://www.engormix.com/cunicultura/articulos/nuevas-estrategias-alimentacion-conejo-t26092.htm>. Consultado el 24 de mayo de 2019.
- Marzo, I., Costa-Baltlori, P., & Urdí, L. 2001. Nuevas estrategias en la alimentación del conejo: Aditivos y alternativas al uso de antibióticos. Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología. Universidad Politécnica de Cataluña. España. pp. 68
- Martínez, J. & Sánchez, F. 2007. Mecanismo de acción de los antibióticos. Puntos clave. Agencia de Salud Pública. Barcelona. España. <http://www.jano.es/ficheros/sumarios/1/0/1660/28/1v0n1660a13108119pdf001.pdf>. Consultado el 24 de mayo de 2019.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. 1988. Nutrición animal. No. 636.0852 M336 1995. Ruminant Nutrition at Harper Adams University College. Services LLC. USA. pp.692

- McIntosh, F., M. Williams, P. Losa, R. Wallace, R., J. Beever, D., A. Newbold, C., J. 2003. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied and Environmental Microbiology*. Rowett Research Institute, Bucksburn. Aberdeen AB21 9SB. United Kingdom. 69 (8), 5011-5014.
- Mendoza, B. 2001. Situación de la cunicultura en México. Ciclo internacional de conferencias en cunicultura empresarial. *Revista Lagomorpha* No. 117. UACH. México. pp. 60-68
- Mesa, M. D., Tortosa, R., del Carmen, M., Aguilera García, C. M., Ramírez-Boscá, A., & Gil Hernández, Á. 2000. Efectos farmacológicos y nutricionales de los extractos de *Curcuma longa* L. y de los cucuminoides. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Ramón y Cajal, nº 4. 18071 Granada, España. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/35289>.
- Motta, W. F.; Borges, F. M. & Apocaypse, R. 2006. Fundamentos da nutrição de coelhos. *Memorias del III Congreso de Cunicultura de las América*. Paraná. Brasil. *Int. J. Morphol.*, 28(1):27-31,
- NRC 1977. Nutrient requirements of rabbits. National Academy of Science. 22 Rosewood Drive Danvers. MA 01923. Washington DC, USA. <https://doi.org/10.17226/35>.
- Olivares, P., Gómez, C., Schwentesivs, R., Carrera, C. 2009. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Revista Región y sociedad/ Vol.XXI/ nom.46.2009*. pp 191-207.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2012. Informe Latinoamericano sobre Pobreza y Desigualdad 2011: Zonas rurales concentran 60% de pobreza extrema en México. Abril. 24 No. 12/043. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO Santiago de Chile. pp.112. www.informelatinoamericano.org.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Datos correspondientes al año 2010. Consultado el 10 de Mayo de 2019.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Datos correspondientes al año 2011. Consultado el 11 de Mayo de 2019.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Producción Mundial de Carne de conejo Datos correspondientes al año 2019. Consultado el 1 de Enero de 2020.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Granja familiar cubana promueve la cunicultura. Publicación del año 2014. Consultado el 27 de Mayo de 2019.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAOSTAT). Statistical databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos correspondientes al año 2010. Consultado el 15 de Mayo de 2019. <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAOSTAT). Statistical databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos correspondientes al año 2012. Consultado el 10 de Enero de 2019. <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (FAOSTAT). Statistical databases. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Datos correspondientes al año 2019. Consultado el 12 de Mayo de 2019. <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Ortiz, R. 2010. Bases Fisiológicas para el uso de Antibióticos promotores de crecimiento y preventivo en enfermedades bacterianas intestinales de cerdos y aves. Virbac, N° 22 Departamento de Porcinos. Aguascalientes. México pp 1–8.
- Pacheco G., O. A., & Espinosa A., E. 2013. La Cunicultura Familiar Una Herramienta Para El Desarrollo Territorial: El Caso De La Región Suroriente Del Estado De México. Univerdad Autonoma del Estado de México. México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/64372/MCARN%20Oswaldo%20Andres%20Pacheco%20Gonzalez.pdf?sequence=1>.
- Padilha, M.T.S., D. Kicois, T. Gidenne, B. Carré, P. Coudert Y F. Lebas. 1996. 6th World Rabbit Congress. Toulouse, France. pp. 99-102.

- Parrado, S. 2010. Orégano como promotor de crecimiento en lechones destetados. Estudio preliminar. Universidad de La Salle. Facultad de Medicina Veterinaria. Bogotá, Colombia. p 22.
- Pattanayak, P., Behera, P., Das, D., & Panda, S. K. 2010. *Ocimum sanctum* Linn. A reservoir plant for therapeutic applications: An overview. *Pharmacognosy reviews*, 4(7), 95. National Center for Biotechnology Information. U.S. National Library of Medicine. Rockville Pike, Bethesda. USA. Doi: 10.4103/0973-7847.65323
- Piñol, M. T., & Palazón, J. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Mc Graw Hill Education. UBe. 978-84-475-3230-8. Departamento de Biología Vegetal. Facultad de Biología. Universidad de Barcelona. España. pp. 669.
- Pulido Huertas, S. 2018. Efecto de la adición de fórmula polihierbal sobre respuesta productiva, calidad y oxidación lipídica de carne de conejo. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México. Centro Universitario UAEM Amecameca. Amecameca, Estado de México. México.
- Ravindran, V. 2010. Aditivos en alimentación animal: presente y future. 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.
- Risso, A. L. 2016. Conceptos Básicos de Nutrición en perros y gatos. *Revista del Colegio de Veterinarios de la Provincia de Buenos Aires*. ISSN: 2250-5040. 20; 65. Buenos Aires, Argentina. pp.29-36. <http://hdl.handle.net/11336/53482>
- Rodríguez, H. 1999. Nutrición de los conejos. Colegio de Ciencias Agrarias. Universidad de Puerto Rico. <http://www.uprm.edu/agricultura/sea/publicaciones/Nutriciondelosconejos>. Consultado el 24 de mayo de 2019
- Rodríguez-Alarcón, C.; Pérez, E.; Martín, U.; Rivera, R.; Hernández, A.; Vivo, J.; Beristain, M. & Usón, J. 2010. Morfometría del esófago abdominal y del estómago del conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Aplicaciones a la cirugía laparoscópica. *Int. J. Morphol.*, 28(1):27-31. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000100004>.

- Rodríguez A., G. I. 2012. Competitividad del sistema agroalimentario localizado productor de carne de conejo de la zona sur oriente del estado de México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de México. In 13er. Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria. México. p. 625.
- Romero, C. 2008. La importancia de la cecotrofia en el conejo. Boletín de cunicultura lagomorpha, No.156. Departamento de Protección Animal. E.T.S.I. Agronomos. Universidad Politecnica de Madrid. Madrid, España. pp. 53-56.
- Ruiz, M., Susunaga M. 2000. Actividad antimicrobiana presente en partes aéreas de las especies *Bursera simaoruba* y *Bursera graveolens* (Burseraceas), frente a microorganismos como: *Agrobacterium tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride* y *Botrytis cinerea*. Carrera Microbiología Industrial. Facultad de Ciencias. Departamento Microbiología. Pontificia Universidad Javeriana. Trabajo Pregrado. Bogotá. Pág. 40
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Datos correspondientes al año 2012. Consultado el 15 de Mayo de 2019.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (SIAP). Resumen Nacional de Producción Pecuaria. Datos correspondientes al año 2010. Consultado el 25 de Mayo de 2019. http://infosiap.siap.gob.mx/repoAvance_siap_gb/pecResumen.jsp
- Shon K. S.; Hong W. J.; 2018. Effects of Dietary Animunin Powder? on Growth Performance and Blood Components in Nursery and Growing Pigs Research Gate. Journal of Animal Science and Technology, 46(3), Korea. pp. 325-334.
- Shon, K. S., Kwon, O. S., Min, B. J., Cho, J. H., Chen, Y. J., Kim, I. H., & Kim, H. S. 2004. Effects of Dietary Herb Products (Animunin Powder) on Egg Characteristic, Blood Components, and Nutrient Digestibility in Laying Hens. Korean Journal of Poultry Science. 31(4). Korea. pp. 237-244.
- Simitzis, P. E., Bronis, M., Charismiadou, M. A., Mountzouris, K. C., Deligeorgis, S. G. 2014. Effect of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil supplementation on lamb growth performance and meat quality characteristics. Animal: an international journal of animal bioscience. No.8 Vol.9. Cambridge

University Press. United Kingdom. pp. 1554. DOI:
<https://doi.org/10.1017/S1751731114001335>

Srinivasa Reddy, P., Jamil, K., Madhusudhan, P., Anjani, G., & Das, B. 2001. Antibacterial activity of isolates from *Piper longum* and *Taxus baccata*. *Pharmaceutical biology*, 39(3), Francia. pp. 236-238.
<https://doi.org/10.1076/phbi.39.3.236.5926>

Templeton, G. 2008. Necesidades energéticas de los conejos. *Cría del conejo doméstico*. Trad. José Luis de la Loma. México DF, México. Continental. pp. 15-19.

Tobal, C. F. 1999. Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad. Universidad de la Pampa. Argentina. pp. 94-126.

Torres, C. M. 2004. Investigación en la transformación secundaria de frutos, tubérculos, flores, hojas y tallos de especies pertenecientes a ecosistemas andinos. Informe Técnico. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Subdirección científica. Bogotá, Colombia. pp.. 2-14

Valdéz, U. 2008. Comparación reproductiva y productiva de los seis híbridos obtenidos del cruzamiento de conejos tipo carne (california, french lop y nueva zelandia), en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala. Tesis de licenciatura Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia escuela de Zootecnia. San Carlos, Guatemala.

Velázquez-Cruz, L. A., Hernández-García, P. A., Espinosa-Ayala, E., Mendoza-Martínez, G. D., Díaz-Galván, C., Razo-Ortiz, P. B., & Ponce-Pérez, 2018. Compuestos Poliherbales Inmunoestimulantes En La Fermentación Ruminal Y Producción De Metano In Vitro: Como Una Alternativa Para La Crianza De Becerras. *Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México*. Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Centro Universitario UAEM Amecameca. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México, México. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Ciudad de México. p. 707.

- Wallace, R., J. 2004. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. Proceedings of the Nutrition Society. No.63 Vol.4. Cambridge University Press. Rowett Research Institute, Aberdeen, UK. pp. 621-629. DOI: <https://doi.org/10.1079/PNS2004393>
- Winkelmann, J., Lammers, J. 1996. Enfermedades de los Conejos. Editorial. Acribia, S.A. Zaragoza España. pp. 7-15.
- Zoot, A., Kirchner F. R., Usami C. R., Paulín N. T., López G. E., Solís C. G., Ávalos M. R., 2010. Manuales para Educación Agropecuaria en Conejos. Producción Animal. Editorial Trillas. Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud. México. pp. 112.