

Bernal 23/03/07



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**INFLUENCIA DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE
RACIONES ALTAS EN FIBRA SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS
EN ENGORDA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICO VETERINARIO
ZOOTECNISTA**

**PRESENTA
ADRIANA GARCÍA RUIZ**

**ASESORA
DRA. MA. GUADALUPE BERNAL SANTOS**

SANTIAGO DE QUERÉTARO, QRO. MARZO DE 2007.

RESUMEN

El experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Querétaro Campus Amazcala, en el cual se emplearon 40 gazapos de raza cruzada de tipo comercial, con predominancia de la raza Nueva Zelanda, con un peso promedio inicial para las hembras de 1.353 kg y para los machos de 1.479 kg, alojados por pares del mismo sexo en 20 jaulas de alambre en un espacio techado y protegido del viento, con bebederos automáticos y comederos de tolva. Los animales fueron distribuidos entre los dos tratamientos a evaluar de acuerdo a un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 2, siendo los factores sexo (hembra y macho) y dos tipos de alimento (comercial vs. experimental extrudido). Los tratamientos que se evaluaron fueron: 1) alimento comercial (control) y 2) alimento experimental extrudido. La composición del alimento comercial fue desconocida, pero el alimento experimental fue a base de heno de alfalfa molido (40%), salvado de trigo (37%), maíz molido (18%) y melaza (5%). La composición química del alimento comercial y del experimental extrudido fue de 17.3% y 15.1 % de PC, 27.4 y 25.9% de FDN, y de 15.0 y 13.0% de FDA, respectivamente. Al inicio del experimento los animales se pesaron y posteriormente cada semana durante los 42 días que duró el experimento. Los primeros siete días fueron para adaptación a la dieta, durante los cuales se ajustó el alimento diariamente para permitir un 10% de rechazo. Se midió diariamente el alimento ofrecido y el rechazado para estimar el consumo diario de alimento. Al finalizar el período experimental, los animales se pesaron y fueron sacrificados por desnucamiento a nivel de la articulación atlanto-occipital, seguido por degüello, remoción de la piel, eviscerado, y corte de los miembros pélvicos y torácicos. Las variables de respuesta evaluadas fueron: peso final, ganancia diaria de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y rendimiento en canal. Se empleó el peso inicial de los animales como covariable. No se encontraron diferencias ($P > 0.5$) en peso final, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca, ni conversión alimenticia entre los tratamientos. Ninguna de las variables de respuesta fue diferente estadísticamente entre hembras y machos, ni entre los dos tratamientos evaluados ($P > 0.5$). Solo se encontraron diferencias ($P < 0.07$) entre los tratamientos en cuanto al rendimiento en canal, independientemente del sexo de los animales, siendo mayores los rendimientos de los animales recibiendo el alimento experimental. Estos mayores rendimientos, aunados al bajo costo por kilogramo de la ración, resulta en un menor costo promedio por kilogramo de peso aumentado en los animales consumiendo el alimento experimental extrudido.

DEDICATORIA

A mis padres, quienes me han otorgado la confianza y apoyo durante toda mi vida, y quienes han hecho posible que me haya formado como profesionalista.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Querétaro, a la Licenciatura de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y a los profesores que me instruyeron a lo largo de la carrera.

A la Dra. Bernal, por su paciencia y apoyo durante el desarrollo de la tesis, además de por su amistad y confianza brindada a lo largo de la Licenciatura.

A mis asesores de Tesis (Dra Tercia, Araceli, Mary Guerrero y al Dr. Héctor), por su paciencia y conocimientos que me brindaron.

A mis amigos y compañeros de generación, en especial a Erika, Nadxieli, Dulce y Jesús Trujillo, quienes me apoyaron en todo momento, y a quienes agradezco su amistad.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
Resumen	II
Dedicatoria	III
Agradecimientos	IV
Contenido	V
Índice de Cuadros	VI
Introducción	1
Revisión de literatura	4
1.- Morfofisiología del digestivo del conejo	4
2.- Flora digestiva de los conejos	6
3.- Modificadores de la flora intestinal	7
4.- Necesidades nutricionales de los conejos	8
4.1 Proteína	10
4.2 Energía	11
4.3 Fibra	11
4.4 Vitaminas y Minerales	12
5.- Enfermedades más comunes en el tracto digestivo	10
6.- Características del alimento	10
7.- Tratamiento de los alimentos	10
Objetivo	12
Hipótesis	12

Metodología	13
Resultados y discusión	16
Conclusiones	20
Literatura citada	21

ÍNDICE DE CUADROS

	<u>Página</u>
Cuadro 1. Composición química de las heces de conejo	6
Cuadro 2. Composición porcentual y química de las raciones experimentales para conejos en engorda (% en base seca)	14
Cuadro 3. Especificaciones del proceso de extrusión del alimento experimental	14
Cuadro 4. Respuesta productiva de conejos hembras y machos a una ración comercial y a otra experimental extrudida.	17

INTRODUCCIÓN

Durante cientos de años los conejos se han alimentado casi exclusivamente con hierbas y subproductos agrícolas, recibiendo una limitada ración de granos. Esta forma de alimentación de los conejos no podía resultar más económica, ya que el campesino nada tenía que adquirir, puesto que aprovechaba los productos de la propia granja. De esta manera el beneficio que podían dar los conejos era reducido y el productor se conformaba únicamente con obtener de sus animales la carne que precisaba para su propio consumo. Sin embargo, si se pretende un mayor rendimiento de carne, deberá comprenderse que este sistema de alimentación no es suficiente, teniéndose que suministrar al animal una alimentación de calidad que cubra con sus necesidades nutricionales y que reditúe económicamente. Actualmente en el mundo, la cunicultura se desarrolla a través de diferentes sistemas de producción: 1) producción semi-intensiva; 2) producción intensiva; y 3) cunicultura recreativa (González, 2004).

1) Producción semi-intensiva. Es la modalidad más utilizada en el mundo por la flexibilidad que presenta al aprovechar las bondades que la naturaleza le dio a la especie; es decir, la ovulación inducida, la cecotrofia o coprofagia y su prolificidad.

2) Producción intensiva. Se implementa la alta tecnificación y optimización de las condiciones y recursos de producción en todos sus aspectos; este sistema ha tenido mucho auge a partir de la década de los 90.

3) Cunicultura recreativa. Aunque no es un sistema de producción propiamente dicho, es una modalidad donde los cunicultores aficionados a la crianza de animales de razas puras, preferentemente exóticas o raras, utilizan a la cunicultura para exposiciones y concursos a diferentes niveles, así como para la producción, crianza y venta como mascota.

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) la producción mundial de conejo fue creciendo paulatinamente desde fines de la década de los 90, alcanzando en el 2004 una producción de 1'121,456 toneladas. De esta producción, China es el principal productor aportando un 41% de la producción mundial, seguido de Italia con un 20%, España (10%) y Francia (8%), mientras que los principales importadores son Alemania, Francia y los Países Bajos (34% de las importaciones mundiales). En México se estima que la producción de carne de conejo también ha tenido un incremento, aunque el consumo *per cápita* se estima alrededor de los 400 gramos (FAO, 2004).

En los últimos años, los rendimientos de carne de animales criados en condiciones intensivas, han aumentado de manera significativa como consecuencia de mejoras en la genética, manejo y alimentación.

Se sabe que el conejo es un herbívoro que presenta particularidades importantes en el aparato digestivo con respecto a otras especies domésticas. En los primeros días de vida el estómago del conejo tiene un desarrollo proporcionalmente mayor que el ciego debido a su condición de lactante. Sin embargo, a partir del inicio del consumo de alimento sólido el ciego se desarrolla rápidamente. En las primeras semanas los microorganismos predominantes en el aparato digestivo son bacterias anaerobias estrictas. A partir de los 15 días se desarrolla la flora cecal, se estabilizan las bacterias amilolíticas y aumentan las celulolíticas, reduciéndose los colibacilos. Poco a poco, la flora saprofitas va colonizando el intestino del conejo, pero es a partir del inicio de la ingestión del alimento sólido cuando se va a implantar la flora cecal capaz de romper las fibras y de aprovechar la celulosa. El desarrollo de esta flora coincide con el desarrollo progresivo de la capacidad digestiva y de producción de enzimas del gazapo, lo que va a condicionar el desarrollo de la población cecal. El aumento de bacterias celulolíticas y amilolíticas va a depender de que estos nutrientes estén presentes en el ciego, no apareciendo en cantidades significativas en animales alimentados exclusivamente con leche. Antes del destete el gazapo pasa de una alimentación láctea, rica en grasas, proteínas y azúcares muy digestibles, a ingerir alimentos sólidos ricos en fibra, almidón y proteína de origen vegetal. Estos componentes van a estimular el desarrollo de la producción de amilasas y proteasas (Carrizo, 2003).

Una característica peculiar del proceso digestivo del conejo, es que presenta dos digestiones estomacales del alimento, la primera se realiza cuando se ingiere el alimento por primera vez, pasando posteriormente al intestino delgado hasta llegar al ciego, donde se realiza una fermentación de los alimentos (digestión bacteriana) similar a la de los rumiantes; la segunda es la cecotrofia, que es cuando el conejo ingiere el material de la primera digestión directamente del ano, iniciándose así una nueva digestión estomacal y absorbiéndose los nutrientes que en la primera no fueron absorbidos. Este material pasa al intestino grueso, sin pasar a fermentarse en el ciego, terminando así la digestión de los alimentos. Por estas razones, la composición de los alimentos que se usan para alimentar a los conejos tiene más similitudes con la de rumiantes que con los de otras especies monogástricas, ya que pueden aprovechar los ingredientes fibrosos como los forrajes verdes o los esquilmos agrícolas (Friedrich, 2001).

El forraje es muy importante para el aparato digestivo de los conejos, porque el movimiento es por empuje y no por contracción como el de otros mamíferos. Esto quiere decir que mientras el animal va comiendo, va empujando el resto de la comida y va digiriendo el alimento, por lo que los conejos comen durante todo el día y en pequeñas cantidades. Los forrajes voluminosos son muy importantes para la salud del animal, pero se tiene que poner cuidado en los componentes de la dieta de acuerdo a la etapa productiva del animal (Camacho, 2001). Algunos estudios indican que en la dieta de conejos productores de carne se requiere un 16% de proteína (Friedrich, 2001). El National Research Council (NRC, 1977) de E.U.A. recomienda para gazapos en crecimiento, raciones que contengan un 16% de proteína cruda.

En los años 80's, se llevaron a cabo varios estudios que demostraron la preferencia de los conejos por alimentos en forma de gránulos compactos de forma cilíndrica (pelets), aumentándose hasta en un 50% más el consumo y por lo tanto, un mayor crecimiento. Las recomendaciones para la elaboración de los pelets para conejo son: un diámetro de 3 a 4.5 mm, una longitud de 2 a 5 veces el diámetro, textura firme, dureza entre 7 y 13 kg de resistencia y una molienda previa de los ingredientes, buscando que un 25% de las partículas sean mayor a 0.3 mm de largo, ya que el tamaño de las partículas afecta la velocidad de tránsito de los alimentos en el ciego (Decoux, 2002).

En Querétaro y en la mayoría de los estados donde se produce carne de conejo de manera intensiva, la alimentación se lleva a cabo a base de concentrados comerciales, cuyo costo fluctúa entre los \$2.80 y 3.20 el kilo, lo cual deja muy poco margen de ganancia para los productores, ya que el kilo de carne lo venden hasta en \$47.50. Existen algunos productores que alimentan sus conejos a base de alfalfa verde solamente, pero el tiempo que tardan en llevar a los animales al peso de sacrificio se duplica (Muñoz et al., 2002).

Una alternativa es la de balancear raciones que cubran las necesidades nutritivas de los animales conforme a lo estipulado en las tablas NRC (1977), teniendo que ser ofrecidas las raciones en forma de comprimidos o pelets. En el mercado, existen equipos comerciales para producir pelets, los cuales aplican calor, presión y requieren del uso de aglutinantes mezclados con los demás ingredientes de la ración. Estos equipos son caros, fluctuando su costo entre \$200,000 y \$44,000 dólares (Muñoz et al., 2002). Recientemente, el Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ, A.C.) desarrolló un extrusor, el cual permite comprimir (extrudir) forrajes de todo tipo, reduciendo el volumen de los mismos hasta una tercera parte, produciéndose pelets de diferentes tamaños, con lo cual se puede producir el comprimido adecuado para la alimentación de los conejos, teniendo este equipo un costo aproximado de \$18,000 dólares (Muñoz et al., 2002).

En el presente trabajo, se evaluó el comportamiento productivo de conejos alimentados con un alimento comercial y un alimento experimental con un alto contenido de fibra y comprimido en forma de pelets con el extrusor experimental del CIATEQ.

REVISIÓN DE LITERATURA

1. Morfofisiología del aparato digestivo del conejo.

La fisiología digestiva del conejo se ha comparado con la de los rumiantes; como idea inicial, puede ser orientadora, pero sus características con la práctica de la cecotrofia, hacen de él un animal único.

Una característica que diferencia al conejo de las demás especies, es que el desarrollo del sistema digestivo es muy rápido. En prácticamente 45 a 50 días un gazapo pasa a tener un sistema digestivo de monogástrico (cuando es lactante) a un sistema digestivo fermentativo cecal. El tránsito de la dieta a la vez varía exclusivamente de ser totalmente láctea a sólida más agua. Cuando el lactante comienza la ingesta de alimento (día 20 aproximadamente), su ciego va desarrollándose de modo rápido hasta la edad de aproximadamente 50 días, el cual podemos afirmar que el conejo posee un sistema digestivo adulto. Se considera que en un conejo adulto, el tránsito de los alimentos varía de 9 a 30 horas, con un promedio de 19 horas.

No sólo se trata del desarrollo normal del tracto digestivo, sino que además los cambios en los niveles de enzimas son drásticas y dependientes de la composición del sustrato (alimento) que se haya administrado (Marco y Frumholtz, 2004; Friedich, 2001).

A continuación se presentará información relativa a las características anatómicas y fisiológicas del conejo que le permiten aprovechar una amplia variedad de alimentos, entre las cuales se encuentran:

1) El proceso digestivo del conejo comienza cuando el alimento sólido es ingerido y dividido en pequeñas fracciones por la acción de la masticación, el cual se mezcla con la secreción salival, lo que permite un mejor paso del bolo alimenticio a través del esófago hasta llegar al estómago. La secreción de las glándulas salivales es muy importante, ya que tiene propiedades de lubricación y especialmente, las glándulas parótidas que secretan la enzima ptialina, que tiene la capacidad de solubilizar el almidón (Bensley, 1946).

2) El estómago del conejo es semejante a una bolsa de finas paredes. En un conejo adulto, es del 33 al 34 % del volumen total digestivo y su pH puede variar de 1 a 5, dependiendo de su sitio de determinación (fundus, cardias o píloro), la presencia o ausencia de cecotrofos o heces blandas, el tiempo de ingestión del alimento y la edad del animal. En esta porción del tracto digestivo, los alimentos que son ingeridos por primera vez permanecen de 3 a 6 horas. El fundus con un pH más elevado (3.5) posee una zona fibrolítica (aprovecha una parte fibra como fuente de nutrimentos); el cardias, que tiene el pH más bajo, que es de 1 a 2.5, y la zona pilórica, ya cerca de su salida al intestino delgado cuyo pH es menor de 1.2; esta zona posee actividad de hidrólisis de proteínas además de colaborar como barrera séptica ya que pocos microorganismos que presumiblemente provengan de la ingesta son capaces de soportar un pH tan ácido (Marco y Frumholtz, 2004; De Blas y Wiseman, 1998). El alimento al llegar al estómago estimula la producción de una secreción gástrica que contiene pepsina y renina,

las cuales ejercen una acción disolvente de la fracción de proteína y cuando el conejo ingiere leche, tiene una acción coaguladora (Costa, 1998).

3) El intestino delgado mide aproximadamente 3 metros de longitud, se encuentra dividido en tres porciones que son duodeno, yeyuno e ileon, y tiene un pH cerca de 7. Esta es una zona de tránsito rápido de los alimentos, se considera que el paso de los alimentos en el yeyuno es de 10 a 20 min. y en el ileon de 30 a 60 min. En el intestino delgado es donde se lleva a cabo la secreción del hígado, conocida como bilis, que contiene sales, las cuales junto con la secreción pancreática ejercen una acción sobre las grasas y neutralizan la acidez de la secreción gástrica. La secreción pancreática contiene una variedad de enzimas que degradan proteínas, carbohidratos y rompen las grasas en ácidos grasos y glicerol. Las glándulas microscópicas que se encuentran en la pared intestinal, también secretan enzimas capaces de complementar la acción de las enzimas antes mencionadas (Marco y Frumholtz, 2004; De Blas y Wiseman, 1998).

4) El intestino grueso, se divide en tres partes: ciego, colon y recto. El ciego, se caracteriza por tener una pared muscular delgada y un pH ligeramente ácido (5.6 – 6.2) y su capacidad es del 49% del total del tracto digestivo; en esta porción del tracto digestivo los alimentos permanece de 4 a 9 horas y es cuando el conejo realiza la verdadera digestión de los alimentos, ya que es una zona fermentativa (fermentación acética) del tracto digestivo con una gran carga de bacterias benignas (bifidos bacteroides) que permiten el aprovechamiento de la fibra como fuente de energía y es donde se sintetiza la proteína digestible y aminoácidos esenciales. Posee ciclos periódicos de vaciado y llenado, lo cual hace que los periodos de ingesta y ayuno del conejo estén bien determinados. La segunda porción del intestino grueso es el colon, el cual puede ser dividido en dos porciones: el colon proximal que es aproximadamente 35 cm. de largo y el colon distal que mide de 80 a 100 cm. El colon proximal a la vez es dividido en tres segmentos: el primer segmento posee tres tenias con la formación de una austra entre ellas, mientras que el segundo segmento tiene una sola tenia, y el tercer segmento no tiene austras ni tenias pero es muy inervado (Bensley, 1946; De Blas y Wiseman, 1998; Marco y Frumholtz, 2004).

La absorción de los nutrimentos, que es el objetivo final del proceso digestivo, se lleva a cabo por una pequeña porción del intestino delgado e intestino grueso que se realiza a través de los vasos sanguíneos y linfáticos que se encuentran en la pared intestinal (Marco y Frumholtz, 2004).

Cecotrofia. Este proceso no ocurre como respuesta a una deficiencia nutricional, sino que se representa como una estrategia de aprovechamiento de los alimentos que no fueron absorbidos en la primera digestión. La cecotrofia, empieza aproximadamente a las tres semanas de edad, cuando el conejo consume comida sólida. Este proceso digestivo consiste en la diferenciación de dos tipos de heces: heces blandas o cecotrofos y heces duras.

Los cecotrofos o heces blandas consisten en pequeños pelets de 5 mm de diámetro que son ricos en proteínas y aminoácidos esenciales como lisina y treonina, minerales y vitaminas B y K. Al ser secretadas las heces blandas, el conejo tiene la capacidad de reconocerlas, aunque el mecanismo aún no está bien establecido; Gallouin (1985) menciona que la diferenciación de las heces se debe

al olor especial de los cecotrofos y a la existencia de mecanorreceptores en el recto. El tránsito de los cecotrofos durante el tracto digestivo es de 0 a 13 horas dependiendo del tipo de dieta, ingestión de alimento y tasa de paso.

Las heces resultantes de la primera ingestión no son expulsadas al exterior, sino que el conejo las toma directamente del ano y las somete a un segundo proceso digestivo sin paso por el ciego, pero en esta fase es donde se aprovecha la sobreproducción alimenticia producida en el primer paso digestivo que incluye la acción cecal. Cuando los cecotrofos son ingeridos pasan intactos hasta el fundus del estómago, donde permanecen de 3 a 6 horas, para que el ácido láctico que se secreta en el estómago provoque la fermentación que llevan a cabo las bacterias de los cecotrofos. Las membranas mucosas que rodean los cecotrofos, permanecen intactas al menos 6 horas tras la ingestión, lo que proporciona tiempo suficiente para que tenga lugar la fermentación en el interior de los cecotrofos. Después, éstos tienen un rápido tránsito por el intestino delgado, y no pasan por el ciego, ya que sólo los nutrientes disueltos y partículas menores de 0.3mm entran el ciego, mientras que partículas mayores formarán directamente heces duras (De Blas y Wiseman, 1998; Costa, 1998).

La composición de los tipos de heces pueden variar dependiendo de la alimentación como se puede apreciar en el Cuadro 1 (Bokori, 1985, en Costa, 1998).

CUADRO 1. Composición química de las heces de conejo

%	Heces duras	Cecotrofos
Materia seca	57.2	38.6
Minerales	13.2	15.2
Fibra cruda	30.0	17.8
Proteína cruda	15.4	25.7

Desde las primeras horas de la tarde y durante la noche se produce la excreción de las heces duras y se realiza un importante consumo de alimento y desde las primeras horas de luz en la mañana y hasta las primeras horas de la tarde los animales apenas consumen alimento y se produce la excreción de los cecotrofos (Costa, 1998).

2. Flora digestiva de conejos.

La flora digestiva del conejo se puede clasificar en tres tipos bien diferenciados: la flora acidófila del estómago, la flora del intestino delgado y la flora cecal. En el estómago se mantiene una población de bacterias acidófilas capaces de actuar tanto sobre los alimentos, como los cecotrofos. En este caso actúan favoreciendo la digestión y provocando la destrucción de las bacterias presentes en los mismos, de manera que son aprovechadas como fuentes de proteínas por el animal (Carrizo, 2003).

La flora presente en el intestino delgado es similar a la de los otros monogástricos y está formada por bacterias aerobias y anaerobias, con presencia

de *Coliformes*, *Lactobacilos* y otras *Enterobacterias*. Esta flora saprofita en condiciones normales vive en las criptas de las vellosidades intestinales, aprovechan los nutrimentos del alimento. La flora cecal es muy compleja, esta formada fundamentalmente por bacterias anaerobias (*Bacteroides*, *Bifidobacterias*, *Streptococos*, *Enterobacterias*, y *Clostridios*) (De Blas y Wiseman, 1998; Carrizo, 2003).

Esta flora tiene una función positiva para el animal hospedador, por que las bacterias celulolíticas rompen la fibra produciendo ácidos grasos volátiles (AGV), utilizando la proteína no digerida para formar proteína microbiana, produciendo además en su metabolismo vitaminas liposolubles e hidrosolubles. Como resultado de la actividad fermentativa de la microflora, del total de ácidos grasos volátiles producidos, del 60 al 80% es ácido acético, del 8 al 20% es ácido butírico y del 3 al 10% es ácido propiónico aunque esto puede variar por diferentes factores como es la dieta o edad del animal (De Blas y Wiseman, 1998) Estos nutrimentos serán posteriormente asimilados por el conejo a través de la digestión de los cecotrofos.

3. Modificadores de la flora intestinal

Existen diversos productos que pueden causar la desaparición o la implantación en el tubo digestivo de diferentes tipos de microorganismos. Entre esos productos se encuentran aditivos alimenticios como los antibióticos, los prebióticos y los probióticos, con los cuales se pretende aumentar el aprovechamiento de los nutrimentos del alimento.

Antibióticos.

El uso de dosis bajas de determinados antibióticos, permite controlar las poblaciones de algunas bacterias, especialmente de las Gram positivas, de forma que consumen menos nutrimentos y están más disponibles para el animal. El resultado es una mejora de la eficiencia alimenticia y reducción del índice de conversión. El uso de antibióticos a dosis altas y con tratamientos prolongados puede dar lugar a fuertes desequilibrios de la flora intestinal, eliminando algunas especies de bacterias y provocando que otras bacterias y hongos proliferen (Carrizo, 2003).

Probióticos.

Es el cultivo o mezcla de más de un microorganismo vivo, principalmente bacterias (*Lactobacilos*), esporas (*Bacilos*) o levaduras no patógenas, viables, estabilizadas, con capacidad de reproducción y adhesión al tracto gastrointestinal. (Beltrán, 2002). Esta es una estrategia para controlar la flora patógena en el intestino en la exclusión competitiva. La exclusión competitiva se basa en ocupar el espacio disponible en el intestino con bacterias favorables de manera que impidan el crecimiento de bacterias no deseables (Carrizo, 2003).

Prebióticos

Son sustancias indigestibles para los animales pero no para determinados microorganismos benéficos. El uso de éstas sustancias, normalmente carbohidratos complejos, favorece el desarrollo de *Lactobacilos* que son capaces

de desplazar las bacterias indeseables y ocupar su lugar en el intestino (Beltrán, 2002; Carrizo, 2003).

4. Necesidades nutricionales de los conejos.

Las necesidades nutricionales son las cantidades mínimas de nutrientes que deben estar presentes en la dieta para que los conejos puedan desarrollarse y producirse normalmente (Friedrich, 2001). Se tienen que cuidar el contenido de proteína, fibra y energía de la ración que permitan una producción eficiente sin detrimento de la salud del animal.

4.1 Proteína

Las necesidades de proteínas de los conejos varía dependiendo de la edad y estado fisiológico y deben expresarse en relación a la energía de la dieta, ya que ésta es altamente variable y condiciona el consumo y la productividad de los animales (De Blas y Gutiérrez, 2002). Para los conejos de engorda se recomienda un 16 % de proteína cruda (PC) (Marco y Frumholtz, 2004; Friedrich, 2001).

4.2 Energía

La energía necesaria para que el conejo realice sus funciones vitales, como son la formación de calor, el crecimiento, etc., es proporcionada fundamentalmente por los carbohidratos y las grasas. La energía se puede expresar como % de TND (total de nutrientes digestibles) (Marco y Frumholtz, 2004). Para los conejos de engorda se recomienda un 63% de TND en la dieta, sin importar el sexo del animal (Friedrich, 2001).

4.3 Fibra

Las necesidades en fibra de los conejos obligan a considerar un intervalo óptimo cuando llega el momento de formular los piensos para esta especie animal. El contenido en fibra de las materias primas puede determinarse por distintos métodos analíticos (fibra bruta, fibras ácido y neutro detergentes, contenido en paredes celulares insolubles, etc.) pero realmente no existe uno que permita definir de forma precisa las necesidades de los conejos ya que, dentro de los constituyentes de las paredes celulares de los vegetales, algún componente puede escapar en las diferentes determinaciones analíticas.

Parece ser que la determinación del nivel de FND, es el mejor estimador del contenido en paredes celulares, susceptibles de fermentar en el ciego y asegurar un correcto funcionamiento del mismo, considerándose niveles óptimos entre un 31,5 y 33,5% de FDN aunque cabe mencionar que en su contra está el que no recoge el nivel de pectinas (muy importantes en algunas materias primas) y que no refleja el grado de digestibilidad de la fibra, por lo que sería de interés complementario con el contenido en lignina. Por otro lado, la información disponible en lo que se refiere a niveles de FND en materias primas es relativamente menor que la que se encuentra para otro tipo de determinaciones, como puede ser la fibra bruta (Carabaño et al, 1997).

La fibra de los ingredientes utilizados en la alimentación animal tienen diferentes características tanto químicas como de fermentación. Por ejemplo, el heno de alfalfa es la fuente de fibra más utilizada en España para la alimentación

de conejos, representando en promedio alrededor del 25% del alimento para conejas reproductoras. El heno de alfalfa es altamente palatable y aporta tanto fibra cruda como fibra digestible, lo que favorece un rápido tránsito digestivo y una eficaz digestión microbiana en el ciego. Sin embargo, el uso de alfalfa no esta exento de problemas. Su precio puede ser muy elevado en años secos, la variabilidad de su composición química es elevada. La sustitución de heno de alfalfa por otras fuentes de fibra debe hacerse con precaución. Un exceso de ingredientes ricos en fibra digestible (pulpa de cítricos, pulpa de remolacha, cascarilla de soya) da lugar a una mayor eficacia digestiva pero también a una acumulación de digesta en el ciego que reduce el consumo y los rendimientos productivos (De Blas y Gutiérrez, 1998). Por otro lado, un exceso de fibra cruda e indigestible (paja de cereales, cascarilla o salvado de trigo o cebada) favorece el tránsito digestivo pero simultáneamente supone un descenso de la digestibilidad y de la fermentación microbiana cecal. (Carabaño, 1995; Marco y Frumholtz, 2004).

El tamaño de la partícula es otra característica importante de la dieta para conejos por sus efectos sobre la velocidad de tránsito y la digestión microbiana. Un exceso de partículas finas, cualquiera que sea la composición de la fibra, da lugar a una acumulación de digesta en el ciego y una disminución del reciclado de coprófagas, del consumo de alimentos y de los rendimientos productivos. Como consecuencia, se ha propuesto que se establezca una proporción máxima de un 20% de partículas finas (< 0,3 mm) en la dieta. (De Blas y Gutiérrez, 1998, Costa, 1998).

A pesar de que se sabe que la fibra cruda no es un buen estimador para calcular los requerimientos de fibra en los conejos, De Blas y Gutiérrez (1998) recomiendan una cantidad de fibra cruda (FC) en la dieta entre el 12 al 15%, ya que si se aumenta o disminuye, puede provocar problemas digestivos).

4.4. Vitaminas y minerales

Participan en el metabolismo del animal en cantidades muy pequeñas pero su deficiencia en la dieta produce trastornos serios y en algunos casos la muerte.

La deficiencia de vitamina A produce crecimiento retardado, ceguera nocturna, opacidad de la córnea, desprendimiento de la piel en escamas gruesas y las conejas paren menor número de gazapos vivos.

Una deficiencia de vitaminas del complejo B causa crecimiento retardado y anomalías de la reproducción.

La deficiencia de la vitamina D es común en los animales jóvenes. Los síntomas son: raquitismo, huesos mal formados, dientes mal calcificados y crecimiento retardado.

La carencia de la vitamina E produce distrofia muscular y trastornos en los órganos del aparato reproductor.

Una deficiencia de la vitamina K produce abortos y/o el nacimiento de un gran número de gazapos muertos (Friedrich, 2001).

Los minerales tienen muchas funciones dentro del organismo animal. La presencia de minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre en la dieta es importante para el desarrollo normal del conejo. La mayoría

de los minerales que necesita el conejo son proporcionados de manera natural por ingredientes que se utilizan para preparar la ración alimenticia (Friedrich, 2001).

5. Enfermedades más comunes en el tracto digestivo.

En la actualidad, las enfermedades infecciosas del sistema digestivo representan el 71% del total de las enfermedades que afectan al conejo.

El papel que puede jugar la nutrición en este campo se centra en regular la cantidad de sustrato que promueva el crecimiento de una microflora que favorezca cualquier mecanismo de exclusión competitiva o que inhiba directamente el crecimiento de patógenos. Para ello sería necesario conocer el flujo de nutrientes en las áreas de mayor población microbiana (final de intestino delgado y ciego), caracterizar la microbiota saprofita o beneficiosa y la patógena, así como caracterizar los mecanismos de exclusión competitiva entre poblaciones patógenas y no patógenas,

Los mecanismos por los que una especie no patógena predomine sobre otra patógena (exclusión competitiva) son complejos. De acuerdo con Hampson y et al, (2001) consultado por De Blas y Gutiérrez (1998) hay diversas rutas por las que se puede producir esta competencia, como pueden ser las diferencias de crecimiento a partir de un sustrato específico, las diferencias en la eficacia de colonización de la mucosa, o la producción de sustancias inhibitorias del desarrollo patógenos (ácidos grasos de cadena corta, sales biliares reconjugadas y bactericidas).

Las estrategias a desarrollar desde el punto de vista de la nutrición han ido encaminadas a evitar daños de la estructura de la mucosa y a favorecer los mecanismos de reparación de estos daños suministrando los nutrientes necesarios. Unas características de barrera de las mucosas adecuadas, no sólo mejoran la respuesta inmune, sino también su eficacia digestiva y de absorción, disminuyendo los flujos de los nutrientes al ciego que pueden favorecer el crecimiento de patógenos (Carabaño et al., 2005; Carrizo, 2003).

6. Características físicas del alimento.

Como la nutrición es uno de los factores en los cuales se debe poner más cuidado en la producción de conejos, se han estudiado diversas características con las que debe contar el alimento. Decoux, 2002 sugiere las siguientes características que se deben tomar en cuenta en el gránulo o pelet: diámetro de 25 a 4 mm; longitud de 7 a 8 mm y dureza menor a 9 J/kg.

7. Tratamiento de los alimentos

De acuerdo a Yu et al. (2002) los tratamientos a los cuales son sometidos algunos alimentos para un mejor aprovechamiento o presentación, pueden cambiar las características nutricionales de los mismos, lo que puede proporcionar ventajas o desventajas al utilizar algunos de los tratamientos.

Entre los tratamientos más usuales de acuerdo a Yu et al. (2002), se encuentran los siguientes:

- Tostado en seco. Este tratamiento se realiza a base de calor seco, que se transfiere a través de conducción, convección y radiación. Los niveles de humedad de los alimentos deben ser ajustados antes del tratamiento. Durante este tratamiento, la temperatura puede pasar los 200°C y el tiempo es ilimitado, pudiendo tardar horas, dependiendo de la materia prima o producto.
- Micronizado. Es el calentamiento interno de las semillas por medio de rayos infrarrojos, donde la temperatura es de 125 a 135°C con un tiempo de exposición de 40 a 90 segundos. Los rayos infrarrojos causan la vibración de las moléculas del material, un calentamiento interno, y la pérdida de humedad.
- Tostado presurizado. Se realiza mediante la combinación de calentamiento y presión. Durante este proceso la temperatura y el tiempo de aplicación es muy variable.
- Extrusión. Consiste en el calentamiento por fricción, presión, humedad, y rompimiento, seguido por la expansión del alimento al salir, lo que puede cambiar las propiedades de los alimentos, e incluso en el rumen. El tiempo de extrudido varía de 30 a 50 segundos, con rangos de temperatura de 80 a 200°C.
- Tratamiento de expansión. Es un proceso similar a la extrusión, sin embargo, el mecanismo por el cual se ejerce presión es a base de un cono hidráulico. Las presiones varían entre 3800 a 4000 kPa. El tiempo del tratamiento es de 5 a 15 segundos y la temperatura de 80 a 140°C.
- Peletización o granulado. Es un proceso de compresión del alimento, previamente tratado, haciéndolo pasar a través de una matriz. El tratamiento previo del alimento puede ser por la adición de agua o vapor, en relación a la cantidad de fricción entre las partículas del alimento. El pre-acondicionamiento de los alimentos se realiza a una temperatura de 65 a 90°C.

OBJETIVO

Comparar el comportamiento productivo de conejos en engorda con un alimento Comercial y un alimento extrudido.

HIPÓTESIS

Los conejos alimentados con una dieta comprimida con el extrusor experimental, tendrán un mejor comportamiento productivo que los conejos alimentados con un alimento comercial.

METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro en el Campus Amazcala, en el Municipio de El Marqués, Querétaro, donde además se preparó la ración experimental. La extrusión del alimento (fabricación de pelets) se llevó a cabo en el CIATEQ A.C., localizado en el Parque Industrial Bernardo Quintana, Municipio de El Marqués, Querétaro.

Para la prueba de comportamiento se emplearon 40 gazapos, 20 hembras y 20 machos cruzas de razas comerciales, predominando la raza Nueva Zelanda, destetados a los 30 días de edad y con un peso inicial promedio aproximado de 1.353 kg para las hembras y para los machos de 1.479 kg, los cuales fueron alojados por pares en jaulas de alambre acerado con comedero de lámina y bebedero automático. Los animales fueron distribuidos entre los tratamientos con la ración comercial y la ración extrudida (20 gazapos por tratamiento) de acuerdo a un diseño completamente al azar.

La prueba tuvo una duración de 42 días, de los cuales los primeros siete días fueron de adaptación a los tratamientos.

Los animales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada 7 días durante 5 semanas. Diariamente se pesó el alimento ofrecido y el rechazado para determinar el consumo voluntario diario del alimento, permitiéndose un 10% de rechazo.

Los tratamientos que se evaluaron fueron:

- 1) Alimento comercial
- 2) Alimento experimental extrudido.

La ración experimental fue formulada con heno de alfalfa molido, salvado de trigo, maíz molido y melaza de caña de azúcar, la cual se balanceó para que tuviera el mismo contenido de proteína cruda que reportaba la ración comercial (16% PC). En el Cuadro 2, aparece la composición porcentual y química de ambos alimentos.

Al final del experimento, los animales fueron sacrificados por desnucamiento seguido por degüello. Se eliminaron piel, vísceras, patas y cabeza para posteriormente pesarlos y determinar el rendimiento en canal. En la canal se incluyeron los riñones, hígado y cabeza. El rendimiento en canal se calculó dividiendo el peso de la canal entre el peso vivo del animal expresado como porcentaje (canal caliente).

Cuadro 2. Composición porcentual y química de las raciones experimentales para conejos en engorda (% en base seca).

Ingrediente	Alimento comercial (control) ¹	Alimento experimental extrudido
	---%---	
Heno de alfalfa molido		40
Salvado de trigo		37
Maíz molido		18
Melaza		5
Total	100	100
	---%---	
Análisis químico ²		
Materia seca	94.7	94.8
Proteína cruda	17.3	15.1
Fibra detergente neutro	27.4	25.9
Fibra detergente ácido	15.0	13.0
Costo por kg, \$	3.23	1.71

¹ Por ser un alimento comercial se desconoció la composición porcentual, pero conforme a la etiqueta contenía cereales molidos, pastas oleaginosas, subproductos de cereales, alimenticios agrícolas e industriales, alfalfa deshidratada, melaza y otros, con un 16% de PC.

² Materia seca y proteína cruda (AOAC, 1990); fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (Robertson y Van Soest, 1981).

La ración experimental fue preparada en un carro mezclador con capacidad de dos toneladas y posteriormente fue extrudida con el extrusor fabricado por el CIATEQ, con las especificaciones que se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Especificaciones del proceso de extrusión del alimento experimental¹

Parámetro	Valor promedio
Humedad	10%
Temperatura	100 °C
Tamaño de las partículas	¼ de pulgada
Densidad	331.93 kg/m ³
Consumo específico de energía	100.91 J/g

¹ Muñoz et al. (2002).

Análisis químicos

Se obtuvieron muestras de cada una de las raciones experimentales, las cuales se secaron en una estufa de aire forzado a 55°C y posteriormente molidas en un molino Wyley con criba de 2 mm. A estas muestras se les determinó su contenido de Materia Seca (MS) y Proteína Cruda (PC) (AOAC, 1990), de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido (Robertson y Van Soest, 1981).

Los análisis químicos de los alimentos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, en el Campus Juriquilla.

Análisis estadísticos

Se empleó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 2 x 2, siendo los factores el sexo de los animales (hembra y macho) y los tipos de alimento (comercial vs. experimental), siendo los resultados sometidos a un análisis de varianza para dicho diseño de acuerdo al siguiente modelo matemático (Cochran y Cox, 1990):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = variables de respuesta

μ = la media de la población

α_i = efecto principal (factor sexo) ($i=1, 2$)

β_j = efecto principal (factor ración experimental) ($j=1, 2$)

$\alpha\beta_{ij}$ = interacción factor sexo x factor ración experimental

ϵ_{ijk} = error experimental

En el modelo se incluyó también el peso inicial de los animales como covariable. Donde existieron diferencias entre las variables evaluadas, las medias se compararon empleando el método de Duncan (Steel y Torrie, 1960). Se emplearon los procedimientos PROC ANOVA y DUNCAN del paquete estadístico SAS (SAS, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presenta la composición química de las raciones empleadas en el estudio, donde se puede apreciar que aunque el contenido de materia seca fue similar entre los dos alimentos (94.7 vs. 94.8%) el contenido de proteína cruda, de fibra detergente neutro y de fibra detergente ácido fueron mayores en el alimento comercial (17.3% PC, 15% FDN, 27.4% FDA) que en el alimento experimental extrudido (15.1% PC, 13% FDN, 25.9 % FDA).

Se sabe que cuando los alimentos se someten temperaturas mayores a 55 °C, se puede alterar su composición química, sobre todo con respecto a las proteínas y a los carbohidratos. Las proteínas se pueden desnaturalizar a partir de los 60°C y los carbohidratos se pueden unir a ciertas moléculas de proteína y formar productos que son indigestibles (Reacción de Maillard). En el presente estudio, durante el proceso de extrusión los ingredientes de la dieta experimental estuvieron expuestos a una temperatura de hasta 100°C, por lo que era de esperarse que la ración molida perdiera humedad y se alteraran las concentraciones de las fracciones de fibra de la misma; sin embargo, no se realizaron análisis químicos del alimento antes de ser extrudido.

A pesar de no contar con una comparación directa en los resultados de los análisis químicos antes y después del extrudido, un indicador de que no hubieron daños importantes en su calidad nutritiva, es el hecho de que los pesos finales de los animales no fueron diferentes que los animales consumiendo el alimento comercial.

Al inicio del experimento, el alimento experimental no fue bien aceptado por los animales, ya que el tamaño del pelet era muy largo, lo tiraban y había mucho desperdicio. Por esta razón el alimento fue cortado manualmente hasta que alcanzara un tamaño similar al del pelet del alimento comercial. De esta manera los animales aceptaron el alimento y se redujo considerablemente el desperdicio. Esta apreciación dio como resultado que el CIATEQ posteriormente adaptara al extrusor un sistema de cuchillas para regular el tamaño del alimento extrudido, pero ese alimento ya no fue incluido en el presente estudio. Como se aprecia en el Cuadro 4, los consumos fueron similares entre los tratamientos (0.120 vs. 0.115 Kg./d, respectivamente para el alimento comercial y el experimental).

No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) en peso final, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca ni conversión alimenticia, entre los tratamientos ni entre machos y hembras (Cuadro 4).

Independientemente del sexo de los animales, el promedio de peso final para el alimento comercial y el extrudido fue de 2.40 ± 0.28 vs. 2.31 ± 0.23 Kg., de ganancia diaria de peso de 0.028 ± 0.009 vs. 0.024 ± 0.008 , y las conversiones alimenticias de 4.77 ± 1.63 vs. 5.24 ± 2.07 respectivamente (Cuadro 4).

Las ganancias diarias de peso obtenidas en el presente trabajo, en promedio, fueron ligeramente menores a las que presentan Maertens y Villamide (1998) de 49 a 40 g/d con gazapos de 44 a 72 días de edad, respectivamente. Asimismo, las conversiones alimenticias que ellos presentan de 3.1 son mejores que las obtenidas por los animales del presente estudio 4.77 y 5.24 kg alimento por kg de

peso vivo aumentado, independientemente del tratamiento y del sexo de los animales. Sin embargo, esos autores no indican el tipo de ración que recibieron los animales ni el sexo de los mismos.

En un estudio donde se evaluó el alimento Conejina EF (García, 2006) se obtuvieron ganancias diarias de peso de 0.020 kg, las cuales fueron menores a las que se obtuvieron en el presente estudio, que fueron de 0.028 ± 0.009 y 0.024 ± 0.008 kg. para el alimento comercial y extrudido respectivamente. Sin embargo las conversiones alimenticias fueron mejores (3.07 kg. de alimento consumido por kg de peso ganado) en el estudio realizado por García (2006).

Una observación notable, fue que los animales alimentados con la dieta experimental, sin importar el sexo, tenían un menor contenido de grasa subcutánea y perirenal que los animales que consumieron la dieta comercial, lo cual probablemente se puede atribuir a una menor cantidad de energía en la dieta experimental. Ouhayoun, 1996 citado por De Blas y Wiseman (1998) menciona que animales alimentados con dietas altas en calorías (bajas en FDA), pueden conducir a un aumento en la deposición de lípidos en la canal de los animales. Lo anterior, podría explicar el mejor rendimiento en canal que presentan los animales que consumieron la dieta experimental, independientemente de su sexo, que fue donde se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.07$) entre los tratamientos, siendo mayores los rendimientos de los animales que fueron alimentados con la ración experimental (65.47 ± 3.27 vs. 67.98 ± 2.79).

Cuadro 4. Respuesta productiva de conejos hembras y machos a una ración comercial y a otra experimental extrudida.

Parámetro	Hembras		Machos	
	Comercial	Experimental	Comercial	Experimental
Peso inicial, kg.	$1.36 \pm .2$	$1.34 \pm .2$	$1.46 \pm .1$	$1.49 \pm .2$
Peso final, kg.	$2.43 \pm .3$	$2.20 \pm .3$	$2.38 \pm .3$	$2.36 \pm .2$
Ganancia diaria de peso, kg./d	$0.031 \pm .01$	$0.024 \pm .01$	$0.025 \pm .01$	$0.026 \pm .01$
Consumo de MS, kg./d	$0.122 \pm .01$	$0.122 \pm .01$	$0.118 \pm .01$	$0.114 \pm .02$
Conversión alimenticia	$4.17 \pm .76$	5.52 ± 2.0	5.09 ± 1.9	5.12 ± 2.1
Rendimiento en canal, %	$64.7^b \pm 1.5$	$68.8^a \pm 3.3$	$65.6^b \pm 3.6$	$67.7^a \pm 2.7$
Costo promedio por kg. aumentado ¹ , \$	16.44	9.44	16.44	8.76

^{a,b} Medias (\pm desviación estándar) con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P < 0.07$) entre tratamientos. No hubo diferencia entre sexos ($P > .1$)

¹ Costo del Kg. de alimento multiplicado por la conversión alimenticia

*Precio de venta en pie \$20/kg
 ✓ canal con cabeza \$50.-*

*Rend
58%*

En el presente estudio, la concentración de FDN fue mayor en el alimento comercial (27.4%) que en el experimental (25.9%), pero los rendimientos en canal fueron superiores en este último, lo cual concuerda con lo explicado por Machin et al. (1980) citado por Blas y Wiseman (1998) quienes encontraron que conejos en engorda alimentados a base de dietas con alto contenido en fibra cruda tienden a modificar algunas características en su desarrollo, decrece su tasa de crecimiento y por lo tanto el rendimiento en canal es menor. Estos autores también mencionan que animales alimentados con raciones altas en fibra cruda (8.7 a 26.5%) tienden a desarrollar más su esqueleto, el tejido adiposo de la canal es reducido, los contenidos de agua y proteína en la canal son mayores y el contenido de lípidos es menor; con base a sus resultados es difícil poder hacer una comparación directa por lo amplio del valor de la fibra de sus raciones; sin embargo, las características de las canales no concuerdan con los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que se observó que los animales alimentados con el alimento experimental extrudido tenían una menor cantidad de grasa subcutánea y perirenal que los conejos alimentados con la dieta comercial. Por su parte, Ouhayoun (1996), citado por Blas y Wiseman (1998) menciona que un incremento significativo en la concentración de fibra cruda en la dieta no tiene un efecto negativo en el rendimiento en canal, a pesar de que la fibra es considerada como un factor limitante en el consumo del alimento. Por lo tanto, con base en los resultados del presente estudio, es difícil poder hacer una recomendación en cuanto al nivel óptimo de fibra que debiera contener el alimento para conejos en engorda.

Como se mencionó anteriormente, niveles de FC menores al 12% pueden producir diarreas en conejos de todas las edades, lo recomendado es del 12 al 15% y niveles mayores al 15% también pueden producir diarreas y trastornos digestivos (Costa, 1998). En el NRC (1977) se recomiendan raciones con un porcentaje de FC de 15%, que fueron los valores que sirvieron de base para la formulación de la ración experimental (25.9% de FDN).

En el presente trabajo se observó un mayor rendimiento en canal en los conejos que recibieron el alimento experimental, lo cual aunado al bajo costo por kilogramo de la ración (\$1.71 vs. \$3.32, experimental vs. comercial, respectivamente) resulta en un costo promedio por kilogramo ganado menor en los animales consumiendo el alimento experimental.

Es importante aclarar que el alimento experimental que se evaluó fue una ración diseñada para animales en engorda, sin medicar y que para poderse emplear en la alimentación de hembras reproductoras tendrá que ser evaluada antes de poderse recomendar. Con base a los requerimientos nutricionales establecidos en las tablas de requerimientos para conejos publicadas por el NRC (1977), el contenido de proteína cruda de la ración experimental de 15.1% es menor que el 16% que estipulan para animales en crecimiento, pero cubriría el 15% que estipula para animales en gestación y no el 17% para animales en lactancia. Por lo tanto, no puede hacerse uso de la ración experimental evaluada en el presente estudio de manera general para los conejos en todas sus etapas fisiológicas, en virtud de que si la coneja está lactando con sus gazapos requiere de un alimento más rico en todos los nutrimentos, pero si se desteta y no está gestante esta ración si cubriría el requerimiento del 15% de proteína cruda que estipula el NRC (1977) para animales en mantenimiento.

Cabe mencionar que durante la elaboración del presente trabajo de investigación, se tuvieron diferentes obstáculos para desarrollar el mismo. Por ejemplo, fue difícil conseguir información específica sobre nutrición de conejos de engorda, ya que la mayoría de la literatura está enfocada a la importancia de la cunicultura en general, sistemas de producción y diversos temas que enfatizan la cunicultura como una nueva área de oportunidad. Asimismo, en México no se tiene un control exacto de la producción cunícola ni del consumo *per cápita* de carne de conejo. Esta información será muy valiosa en un futuro próximo, porque la carne de conejo es baja en colesterol y tiene un alto contenido de proteína (Cruz, 2003), características que harán que el consumo de esta carne aumente considerablemente. De ser así, se tendrán que ofrecer alternativas de alimentación de conejos económica y eficiente que permitan hacer de la cunicultura una empresa rentable, ya que como se sabe, el alimento representa alrededor de un 70% del costo de producción cualquier empresa pecuaria.

CONCLUSIONES

Con la investigación realizada, se puede decir que es factible alimentar a conejos en engorda con el alimento experimental que se diseñó en el presente trabajo, ya que durante la investigación no se encontraron alteraciones o deficiencias en los animales alimentados con la dieta experimental y aunque no se observaron diferencias en conversión alimenticia, ni en ganancia diaria de peso entre ambos tratamientos, si se encontró un mejor rendimiento en canal en los animales alimentados con la ración experimental, lo cual proporciona una ventaja en la utilización de este alimento más económico.

Otra ventaja que proporcionaría el utilizar el alimento experimental, es que el costo de la alimentación disminuye hasta en un 45% en relación al alimento comercial, lo que puede ser benéfico para los productores de carne de conejo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC, Arlington, VA.
- Bensley, B.A. 1946. Practical Anatomy of the rabbit. Philadelphia. 7a Edición. Toronto. pp. 89 – 103; 210 – 228.
- Beltrán L. 2002. Medidas aplicadas en los alimentos para disminuir las diarreas en los Conejos. Manejo Sanitario. Cunicultura . 287(2). pp. 6 – 10.
- Camacho, E. 2001. Nutrición en cunicultura. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Disponible en: www.engormix.com. Consultado en Mayo de 2006.
- Carabaño R., Rebollar P., Gómez-Conde M., Chamorro S., García J. y De Blas C. 2005. Nuevas tendencias en la alimentación de los Conejos. Fundación Española para el Desarrollo de Nutrición Animal (FEDNA). XXI Curso de Especialización FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.html. Consultado en Mayo de 2006.
- Carabaño R. 1995. Valor Nutritivo de los cereales en Conejos. Fundación Española para el Desarrollo de Nutrición Animal (FEDNA). XI Curso DE Especialización FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en: www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.htm. Consultado en Junio de 2006.
- Carabaño R., De Blas C, García J., Nicodemus N., Pérez A. 1997. Necesidades de Fibra en Conejos. Fundación Española para el Desarrollo de Nutrición Animal (FEDNA). XIII Curso de Especialización FEDNA. Universidad Politécnica de Madrid, Dpto. de Producción Animal. Disponible en: www.etsia.upm.es/fedna/mainpageok.htm. Consultado en Noviembre de 2006.
- Carrizo, J. M. 2003. Equilibrio en la flora intestinal del conejo. Cunicultura, Nutrición. España: 323(3). Madrid. pp. 12 – 18.
- Cochran, W. G. y Cox G. M., 1990. Diseños experimentales. 2ª ed. Editorial Trillas, S.A. de C.V. México.
- Cruz, J. 2003. Producción de Carne de Conejo. Cunicultura, Nutrición. España: 112 (2). Madrid. pp. 21 – 24.
- Costa B. P. 1998. Alimentación, cecotrofia y funcionamiento del aparato digestivo. Curso de perfeccionamiento a la cunicultura industrial, Editorial: Extrona. Barcelona. pp. 253 – 266.
- De Blas C. and Wiseman J. 1998. The Nutrition of the Rabbit. CAB International Publishing International. New York. pp. 1 – 17; 177 – 196.
- De Blas B. y Gutiérrez S. 2002. Alimentación de conejas reproductoras. Cunicultura. Departamento de producción animal. Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: [www.cunicultura/ indiceCU2002.cfm](http://www.cunicultura/indiceCU2002.cfm). Consultado en Junio de 2006.

- Decoux, M. 2002. Fabricación de alimentos para conejos. Agribrands Europe. España: 189(4). Barcelona. Disponible en: info-empresas.net/Agribrands_Europe_Espana_Sa_emp-62884. Consultado en Junio de 2006.
- Friedrich, N. K. 2001. Crianza de Conejos. Centro de Estudios Agropecuarios. Editorial Iberoamericana. México. pp.: 65-77.
- FAO, 2004 Foro de producción cunícola y el desarrollo actual. (Disponible en www.fao.org) Consultado en Marzo de 2006.
- Gallouin, 2002. Alimentación de conejos en explotaciones intensivas para carne. Madrid, España. 237 y 238.
- García F. 2006. Tesis Evaluación del desempeño productivo y reproductivo en conejas y la engorda de sus crías alimentadas con tres fórmulas diferentes de un balanceado comercial. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.
- González M. R. 2004. Nutrición y Alimentación del conejo. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Área Interdisciplinaria de Ciencias Agropecuarias. La Paz, Baja California Sur, México.
- Maertens F. y Villamide J. 1998. Cunicultura, Supera el millón de toneladas la producción cunícola a nivel mundial 1-6. Consultado en: <http://www.cuautitlan2.unam.mx/comunidad/2003/num5/uc1.5.http>. Consultado en Octubre de 2006.
- Marco, M. y Frumholtz, P. 2004, Laboratory Anatomy of the rabbit. Fisiología y requerimientos nutricionales en conejos. Cargill Animal Nutrition, 241 (3). Disponible en : Consultado en Junio de 2006
- Muñoz H.G., González M., y Yáñez, P. 2002. Reporte Final del Proyecto SIHGO-2002 "Diseño, Fabricación y Pruebas de una Máquina de Elaboración de Alimento Animal a Partir de Residuos Agrícolas y Agroindustriales". Clave 20000205007. CIATEQ, A.C., Querétaro.
- NRC. National Research Council. 1977. Nutrient Requirements of Rabbits. 2ª ed. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- Robertson, J.B. and Van Soest P.J. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. En: The analysis of dietary fiber in food. W.T. James and O.Theander, eds. Markel Dekker, Inc. N.Y. pp 123-158.
- SAS. 1998. SAS User's Guide: Statistics, Version 7ª ed. SAS Inst. Inc., Cary, NC
- Steel, R.G.D. and Torrie J.H. 1960. Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York, N.Y.
- Yu P., Goelema J., Leury B., Tamminga S., Egan A.2002. An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using the DVE/OEB model: a review. Animal Feed Science and Technology. 99 (2002) 141–176. Disponible en: www.elsevier.com/locate/anifeedsci. Consultado en: Enero de 2006.



