



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y
DE LA SALUD ANIMAL**

**EFFECTO DE LA COMPLEMENTACIÓN CON
GERMINADO DE CEBADA EN DIETAS CON CANOLA
SOBRE LAS VARIABLES PRODUCTIVAS Y EL PH
CECAL EN CONEJOS NUEVA ZELANDA EN ETAPA DE
ENGORDE**

T E S I S

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS**

P R E S E N T A

MIGUEL ANGEL MORALES ARIAS

TUTOR: ERNESTO ÁVILA GONZÁLEZ

**COMITÉ TUTORAL:
FERNANDO PÉREZ GIL ROMO
ARTURO PRO MARTÍNEZ**

MÉXICO D.F.

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

A mis padres Socorro y Joaquín:

Gracias por su apoyo incondicional y por su paciencia. Los quiero mucho. Este logro también es de ustedes por que se han esforzado por darme lo mejor.

A Luly:

Por ser la luz que me guió de nuevo al camino de las aspiraciones, y al mismo tiempo, ser el motor principal que me motiva a seguir adelante en vísperas de conseguir mis objetivos, entre ellos formar una familia.

A Lorena:

Por el gran amor que me brindaste en vida y que no dudo me sigas brindando allá en cielo, junto a Dios.

A mis hermanos Cristina, Juan y Daniel:

Por ser parte fundamental de mi vida, por su apoyo moral y ser un ejemplo para mí.

A mis sobrinos Johann, Jesús, Giovanna, Alexander, Gabriela y él o la que está por llegar:

Por dar alegría a mi vida en todo momento y permitir que parte de mi esencia y espíritu quede sembrada en su corazón y pensamientos.

AGRADECIMIENTOS

A mi tutor principal, Dr. Ernesto Ávila González:

Por el apoyo ofrecido para poder realizar mis estudios de Maestría, por sus enseñanzas y paciencia para la culminación de este trabajo.

A los Drs. Fernando Pérez Gil Romo y Arturo Pro Martínez:

Que como miembros de mi Comité Tutorial, fueron piezas fundamentales en la estructuración y realización de este proyecto.

A los Drs. Francisco Castrejón Pineda y Carlos Gutiérrez Olvera:

Por sus comentarios y aportaciones que enriquecieron este trabajo.

A la MVZ. Marisela Juárez Acevedo:

Por motivarme a realizar mis estudios de Maestría y seguir adelante en la lucha por promover la producción y el consumo de carne de conejo.

A todo el personal del CEIEPA:

Por las facilidades prestadas para la realización de este trabajo, en especial a la MVZ. Hilda Jandete por su disponibilidad y accesibilidad en todo momento.

A Marisa Vázquez y Betzabé Tapia:

Por que sin su apoyo, hubiese sido mas difícil lograr mi objetivo, de todo corazón mi agradecimiento por su colaboración y por hacer del trabajo laborioso y pesado una tarea mucho mas amena.

A Malta Cleyton:

Por su valiosa colaboración en la elaboración del alimento peletizado. En especial al Ing. José Beltrán López.

A Degussa AG México:

Por las facilidades prestadas para la determinación de aminoácidos de las dietas empleadas en este trabajo, así como del germinado y la semilla de cebada. Un agradecimiento especial al Dr. Manuel Álvarez.

C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN	V
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	12
HIPÓTESIS	13
OBJETIVOS	13
MATERIAL Y MÉTODOS	14
RESULTADOS	22
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	32
LITERATURA CITADA	33
CUADROS	40
APÉNDICE A	57
APÉNDICE B	58

RESUMEN

MORALES ARIAS, MIGUEL ANGEL. Efecto de la complementación con germinado de cebada en dietas con Canola, sobre las variables productivas y el pH cecal en conejos Nueva Zelanda en etapa de engorde. El presente trabajo tuvo por objeto evaluar las variables productivas y el rendimiento en conejos de engorda, a través de la inclusión de pasta de Canola en la dieta y la complementación con germinado de cebada *ad libitum*. Se realizaron 2 experimentos, en el primero se emplearon 240 conejos (machos y hembras) Nueva Zelanda de 35 días de edad, distribuidos al azar en 4 tratamientos (0, 3, 6 y 9% de inclusión de pasta de Canola) con 20 repeticiones de 3 conejos cada uno. En el Experimento 2, se utilizaron 108 conejos (machos y hembras) Nueva Zelanda de 35 días de edad, distribuidos al azar en 4 tratamientos: dietas con 0 (AC) y 9% (C) de inclusión de pasta de Canola sin complementación de germinado y con germinado (AC+G y C+G), con 27 repeticiones de 1 conejo cada una. Se utilizó germinado de cebada de 5 días de crecimiento, el cual se proporcionó inmediatamente después de cosecharlo. No se observó diferencia estadísticas ($P>0.05$) en el Experimento 1, en el comportamiento productivo a la inclusión de 0, 3, 6 y 9% de pasta de Canola; en el Experimento 2 sólo se observó diferencia ($P<0.05$) en el consumo en base seca, siendo mejor para los tratamientos AC+G y C+G. Una inclusión de hasta el 9% de pasta de Canola no afectó las variables productivas en conejos Nueva Zelanda en etapa de engorda y la complementación, con germinado de cebada es una alternativa más económica para la alimentación de conejos de engorda en granjas familiares o semitecnificadas, pudiendo reducir entre un 26 y 31% los costos por alimentación sin alterar las variables productivas y el funcionamiento cecal, durante la etapa de engorde.

PALABRAS CLAVE: CONEJOS, GERMINADO DE CEBADA, CANOLA.

INTRODUCCIÓN

MARCO SITUACIONAL

De acuerdo a datos obtenidos por la FAO (Food and Agriculture Organization), la producción mundial de canales de conejo estimada es de 1'614,000 toneladas, siendo Italia el mayor productor de conejo con 300,000, seguido por Francia y Ucrania con 150,000 cada uno, China y España con 120,000 y Rusia con 100, 000.^{1,2} La situación de la cunicultura en México hasta antes de la enfermedad hemorrágica viral en 1988 era muy discreta, ya que sólo se producía 0.06 Kg / habitante,³ y según datos del VII censo Agrícola-Ganadero de 1991 existían 673,145 cabezas siendo los mayores productores los Estados de Hidalgo con el 18.66%, Estado de México con 14.16% y Puebla con 10.03%.⁴ En la actualidad se estima que la producción nacional de carne de conejo oscila entre las 15 mil toneladas con un consumo per cápita de 182 g por habitante, una población de 1'018,000 vientres, aproximadamente 11.6 hembras por cada 1000 habitantes² y las razas más utilizadas son la Nueva Zelanda Blanco, Chinchilla y el llamado criollo.¹

En la actualidad el país requiere que se produzca proteína de origen animal a bajo costo, en poco espacio y en el menor tiempo, obteniendo un mayor rendimiento, por tal motivo, es necesario buscar nuevas alternativas para la obtención de proteína de origen animal retomando aquellas especies que no son consideradas dentro de la ganadería nacional.³ Debido a su tamaño pequeño y su fácil manejo, el conejo se considera una especie de alto rendimiento capaz de ser explotada en sistemas de tipo familiar hasta el industrial.⁵ Otra ventaja de esta especie es que puede mantenerse con alimentos que no compiten con la alimentación del hombre, lo que representa un gran beneficio y una alternativa para países en vías de desarrollo donde se podrían aprovechar diferentes forrajes, hojas de árboles frutales y leguminosas, gramíneas

forrajeras y ensilados entre otros, los cuales utiliza eficientemente para la producción de proteína.⁶

Con estos antecedentes, se planteó el presente estudio a fin de estudiar a la Canola como fuente de proteína en la dieta de gazapos en crecimiento y el empleo de germinado de cebada como sustituto del concentrado.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Comportamiento alimenticio del conejo

El conejo es una especie herbívora selectiva del alimento, por lo que al consumir forrajes prefieren las partes más tiernas y succulentas, aunque también llegan a consumir alimentos groseros. Suelen masticar intensamente el alimento, pudiendo llegar a 120 movimientos mandibulares cuando se trata de forrajes. Los periodos de ingestión primarios suelen ser durante la madrugada, mostrando preferencia por los alimentos dulces, aunque suelen soportar bien el sabor amargo en la dieta, prefiriendo los alimentos granulados que los presentados en forma de harina.^{7,8,9} Durante el engorde los conejos alimentados *ad libitum*, pueden realizar entre 25 a 30 comidas al día, de preferencia durante la tarde y noche; si la cantidad de alimento que se distribuye es limitada, el animal se adapta a esa situación y consume el alimento mientras está disponible, tardando de 3 a 5 días para poderse adaptar. Cuando se les proporcionan diferentes alimentos, escogen los que son más de su agrado, sin importar que no le puedan ofrecer la cantidad de nutrientes necesarios.⁸

1.2 Anatomía y fisiología digestiva

Las características del tracto digestivo, son el principal factor que influye sobre las necesidades alimentarias y los tipos de alimentos que pueden utilizarse para una correcta nutrición de los animales.⁶

1.2.1 Estómago

El primer órgano importante del tracto digestivo del conejo es el estómago, que estructuralmente se divide en dos partes: El saco cardial y el antro pilórico; el primero con paredes muy finas y el segundo de paredes un poco más gruesas, ambas poseen una capa muscular muy delgada.¹⁰ Por lo general el estómago siempre está

lleno y su pH varía de acuerdo con la edad; en los adultos oscila entre 1 y 2 mientras que en gazapos es de 5 a 6.5, descendiendo posteriormente a 1 y 3 después del destete conforme incrementa su consumo de alimento.¹¹ Las secreciones del estómago son el ácido clorhídrico, pepsina y mucina. El estómago actúa como un órgano de almacenamiento que regula el paso de los alimentos al intestino delgado,^{6,10,12} además de que debido a su acidez y a la acción de la pepsina, en este órgano se produce hidrólisis de la proteína.^{6,13}

1.2.2 Intestino delgado

El intestino delgado es el principal lugar de digestión y absorción de proteínas y carbohidratos; está constituido por 3 áreas funcionales: duodeno, yeyuno e íleon.^{3,6} El duodeno es la porción de mayor longitud, posee una gran capacidad de movimiento y a través de una intensa agitación mezcla la ingesta primero con bilis y después con jugo pancreático neutralizando el material ácido procedente del estómago. A poca distancia del píloro desemboca el conducto biliar y 30 o 35 cm más adelante el conducto pancreático.^{3,6,14} El páncreas se sitúa en un asa del duodeno, es difuso y su función es la de secretar enzimas digestivas que intervienen en la digestión de carbohidratos, proteínas y grasas, así como sustancias amortiguadoras alcalinas. El yeyuno es el lugar principal de digestión y absorción, la pared del intestino está cubierta por vellosidades que están formadas por células epiteliales o enterocitos que a su vez presentan pequeñas proyecciones en la superficie denominadas microvellosidades.⁶ El íleon posee una pared mucho más delgada y desemboca en el intestino grueso en la unión ileocecólica, la cual sirve como válvula dirigiendo selectivamente el curso del alimento hacia el ciego o hacia el colon según su consistencia y naturaleza.³

1.2.3 Intestino grueso

El intestino grueso realiza importantes funciones digestivas debido a la fermentación en el ciego, la excreción selectiva de la fibra y la reingestión del contenido cecal mejor conocido como cecotrofia. El volumen del ciego y el colon incrementa linealmente hasta llegar a ser el compartimiento digestivo más grande a partir de las 5 o 6 semanas de vida, abarcando el 40% de su tracto digestivo.^{6,15} La función principal del ciego es la fermentación y producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco a partir de azúcares simples y aminoácidos.^{1,6,10,14,16} En una dieta tradicional a base de maíz y alfalfa, el ácido acético es el principal ácido graso volátil producido por la microflora, seguido por mayor proporción de butírico que de propiónico.¹⁷ En uno de sus extremos termina en un saco ciego llamado apéndice, que funciona como órgano linfoide participando en la resistencia a las enfermedades, además de que segrega líquido alcalino rico en iones bicarbonato que puede tamponar AGV que se producen durante la fermentación.^{3,16,18} El ciego está en constante movimiento mezclando el contenido mediante rápidas contracciones hacia adelante y hacia atrás.⁶ El siguiente segmento intestinal es el colon que a su vez está constituido por 3 segmentos: El triple haustrado conformado por 3 hileras de saculaciones o haustros separadas por 3 taenias o cintas; el segmento simple haustrado que posee solo una hilera de saculaciones y una gran taenia simple; al último segmento se le conoce como *fusus coli*, es un sector muy corto que solo mide algunos milímetros y que se encuentra entre el colon proximal y el distal. Por su parte el colon distal carece de saculaciones. El colon tiene 2 funciones importantes; la separación de partículas de acuerdo a su tamaño y la liberación de los 2 tipos de heces producidas (heces duras y heces blandas).³ Al existir un flujo constante de material entre el ciego y el colon proximal, los movimientos peristálticos hacen avanzar los productos de la digestión por el colon.^{6,17} Las partículas de fibra mayores de 300 µm por ser de menor densidad, tienden acumularse en el centro, en

tanto que las partículas pequeñas menores a 300 μm al igual que los líquidos suelen acumularse en los bordes y mediante contracciones o movimientos antiperistálticos de las haustras o saculaciones del colon, hacen retroceder dicho material hasta el ciego donde tiene lugar la fermentación, en el caso de la fibra esta es eliminada rápidamente.^{3,6,10,16,18} Todo este proceso requiere de energía, la cual se obtiene a partir de la absorción de los AGV producidos en el ciego, principalmente el butírico seguido por el propiónico.^{6,17} El contenido que recibe el colon de parte del ciego normalmente es seco, espeso y pastoso; debido a esto, para que se lleve a cabo la separación de partículas de acuerdo a su densidad, el colon secreta grandes cantidades de líquido hacia su luz con el propósito de diluir dicho contenido.^{3,6}

1.3 Actividad microbiana en el tracto digestivo del conejo

Contrariamente a lo que sucede en el cerdo y con la rata, hasta el final de la primera semana de vida la parte anterior del tubo digestivo del gazapo es casi estéril: durante las 2 primeras semanas de vida la flora del estómago se haya ausente en el 75% de los animales y la del intestino delgado es muy escasa.¹⁵ Esta situación puede imputarse a la acción bacteriostática de los ácidos grasos C8 (cáprico) y C10 (caprílico), los cuales comprenden entre el 45-50% de los ácidos grasos de la leche de la coneja y son liberados por la lipasa gástrica.¹⁹ Los trabajos donde se describe la microbiota del tracto intestinal del conejo, indican que esta se desarrolla fundamentalmente en el ciego (10^{10} - 10^{12} bacterias por / g de digesta), colon proximal (10^7 bacterias/g de digesta) e íleon terminal (10^5 bacterias /g de digesta).²⁰ De entre las más de 200 especies descritas, el género *Bacteroides* (anaeróbios estrictos no esporulados Gram negativos), junto con el género *Clostridium* (anaeróbios esporulados Gram negativos) parecen ser los más predominantes en el ciego de animales adultos sanos, estos últimos son de 100 a 1000 veces menos numerosos que los

Bacteroides. Otros géneros importantes son *Bifidobacterium*, *Streptococcus* y *Enterobacter*, además de *Endosporum* y *Acuformis*. En algunos trabajos, se ha demostrado que el género *Lactobacillus* no parece presentarse en forma natural en el ciego de conejos sanos, aunque si se ha detectado la presencia de Lactobacterias.^{15,21} Sin embargo cuando se suministran *Lactobacillus* en la dieta, estos son capaces de atravesar la barrera del estómago y colonizar determinados nichos y modificar el tipo de especies predominantes de *Clostridium* y *Bacteroides*.²² Las bacterias involucradas en la fibrolisis se establecen después de los 15 días de edad, cuando alimento sólido o sustrato fibroso entra al ciego. Entre algunas de las especies encargadas de la fibrolisis identificadas en el ciego, se encuentran: *Eubacterium cellulosolvens*, *Bacteroides spp* (bacterias celulolíticas) *Bacteroides ruminicola*, *Butyrivibrio fibrisolvens* (bacterias pectinolíticas y xilanolíticas), estas últimas alrededor de los 42 días de edad, se establecen con una mayor densidad que las bacterias celulolíticas (10^8 a 10^{10} vs 10^5 a 10^6).¹⁵

1.4 Producción de heces duras y heces blandas

La producción de las heces duras, tiene lugar en las haustras (saculaciones) independientes del colon, mediante contracciones por segmentos que agrupan los productos de la digestión en gránulos fecales, al mismo tiempo las haustras hacen retroceder el agua hacia el ciego; por lo que hay una separación física del agua evitando la absorción para la producción de heces duras; son de forma redonda y miden entre 0.6 y 0.9 cm de diámetro.³ Las heces blandas están conformadas por contenido cecal y a diferencia de las heces duras, presentan un mayor contenido en proteína, minerales, agua y menor contenido en fibra. Están rodeados por una capa mucilaginoso segregada por las células secretoras de mucina del colon y se presentan en forma de racimos, su color varía de acuerdo al tipo de alimento que ingieren, por lo general son de

color verde oscuro.^{3,6,14} Al parecer, el *fusus coli* actúa como un marcapasos que controla las contracciones para la excreción de los dos tipos de heces.⁶

1.4 Cecotrofia

La cecotrofia es la ingestión del contenido cecal en forma de heces blandas llamadas también cecotrofos, las cuales se excretan aproximadamente 8 horas después de haber consumido alimento.^{3,6} La llegada de los cecotrofos a la región anal, provoca una respuesta neural que determina que el conejo lama la zona anal y los consume sin masticarlos, para después sufrir una fermentación en el estómago durante un periodo de 6 a 8 horas.¹⁸ La capa de mucina sirve como una barrera protectora que evita la digestión en el estómago y prolonga la fermentación favoreciendo a las amilasas y enzimas glucolíticas enriqueciendo y mejorando la disponibilidad de su contenido.⁶ Al romperse la capa de mucina por acción del ácido clorhídrico, el contenido del cecotrofo quedará expuesto a la acción de las secreciones gástricas e intestinales para su digestión.^{3,10} El material aprovechable será absorbido a nivel de yeyuno, y el restante seguirá su curso hasta llegar a la válvula ileocecocólica que mandará el material al colon sin pasar por el ciego, para que finalmente sea eliminado en forma de heces duras.³

El proceso de cecotrofia, le permite al conejo aprovechar dietas con alto contenido fibroso, ya que su estrategia digestiva consiste en extraer y aprovechar al máximo la proteína y los carbohidratos fácilmente fermentables de los forrajes, excretando rápidamente la fibra sin gastar recursos en digerirla.^{6,10,13}

1.5 Germinados hidropónicos

El forraje verde hidropónico (FVH), es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales tales como avena, maíz, cebada, trigo, arroz o sorgo, que se realiza durante un periodo de 9 a 15

días, captando la energía solar y asimilando minerales de la solución nutritiva.²³ Para su producción se emplean bandejas o charolas de asbesto, cemento, lámina galvanizada, vidrio, fibra de vidrio, plástico o de madera cubiertas de polietileno, con una altura de 2 a 5 cm colocadas sobre un bastidor de madera o metal ya sea en forma vertical u horizontal.²³ Al momento de la cosecha alcanza entre 15 a 20 cm de altura, siendo la parte aérea formada por el tallo y las hojas verdes, así como la semilla y la raíz, los que consume el animal.²⁴ Por su aspecto, color, sabor y textura, se le considera como un alimento de gran palatabilidad, que favorece la asimilación de otros alimentos por parte del animal.²³

Desde el punto de vista nutricional, según Ortega,²⁵ brinda una buena combinación de nutrientes con 16.86% de proteína cruda, 12.61% de fibra cruda y 3.13 Mcal EM/kg. Se ha utilizado como alimento en vacas, obteniendo un aumento en la producción lechera, así como en la grasa butírica,²⁶ también se ha empleado en la alimentación de terneros, sustituyendo hasta un 50% el consumo de concentrado sin alterar la ganancia de peso y reduciendo los costos de producción.²⁷ En un estudio realizado en corderos, también se obtuvieron mejores ganancias de peso al consumir alimento concentrado *ad libitum* e incluir un mínimo de 300 g de FVH al día.²⁸ En yeguas y conejas se ha notado un aumento en la fertilidad.^{23,26} En conejos de engorda se ha utilizado para sustituir el consumo de concentrado, obteniendo un nivel de sustitución del 10%, sin afectar los parámetros productivos, pero a un costo productivo menor;²⁹ en conejos Angora, alcanzando niveles de consumo de 180-300 g al día, se ha mejorado la cantidad y calidad del pelo a un menor costo de producción.³⁰

Entre las ventajas que proporciona la producción de FVH, está la posibilidad de cubrir la necesidad de tener productos verdes

durante todo el año y que puede cultivarse en un área pequeña en comparación con los campos destinados para la alimentación animal. Desde el punto de vista nutricional, brinda una buena combinación de nutrientes, sin embargo una de las objeciones para su uso, es el rechazo inicial que ciertos animales le tienen, aunque una vez acostumbrados a este alimento en su forma, aspecto, color y sabor, aceptan el mismo sin ningún problema, además existe el riesgo de producir problemas de timpanismo si se proporciona demasiado húmedo.²³

1.6 Canola

Se conoce con el nombre de pasta de Canola al subproducto obtenido después de la extracción del aceite proveniente de semilla oleaginosa de la colza o nabo (*Brassica napus* y *Brassica campestris/napa*) que se desarrolló mediante técnicas estándar de mejoramiento, con el fin de obtener niveles menores de ácido erúsico (<2%) en la porción aceitosa y bajos niveles de glucosinolatos (<30µmol/g).^{31,32} Algunos países, en particular en Europa, usan el término "colza doble cero" (baja en ácido erúsico y baja en glucosinolatos) para designar a la semilla, el aceite y la pasta de "calidad canola".³³

La semilla de canola es pequeña y redonda, 1-2 mm de diámetro. Contiene aproximadamente de 42 a 43% de aceite, que se extrae para usarse como aceite vegetal comestible e industrial de primera calidad. La restante pasta de Canola, es la que se usa ampliamente como fuente de proteínas en los alimentos balanceados para animales.³³

Anteriormente un inconveniente de su uso como ingrediente de dietas para animales, era su alta concentración de glucosinolatos, los cuales afectan principalmente la función tiroidea; así como, degeneración grave en el hígado, además, de proporcionarle un mal

sabor al alimento para la mayoría de los animales, esto último limitaba su inclusión en los alimentos balanceados a niveles muy bajos aproximadamente del 5%. Actualmente gracias a la fitogenética la pasta de Canola obtenida baja en ácido erúsico y glucosinolatos, permite mayores niveles de inclusión en las dietas comparadas a las que se utilizaban años atrás, con la pasta de colza y por esta razón, la pasta de Canola se usa comúnmente en los alimentos balanceados para animales en todo el mundo.³³ A nivel Mundial representa, el segundo ingrediente proteico que más se comercializa, después de la pasta de soya.

Los principales productores y usuarios de la pasta de Canola y colza son Australia, Canadá, China, la Unión Europea y la India. Actualmente Canadá, tiene una producción relativamente estable de aproximadamente 7 millones de toneladas de semilla de Canola al año (un rango de 6 a 9 millones de toneladas). Aproximadamente la mitad de la semilla se exporta y la otra mitad se procesa en Canadá.³³

En lo que respecta a su valor nutrimental, la pasta de Canola presenta alrededor de 35% de proteína, con un buen perfil de aminoácidos, aunque es mas baja en lisina, pero tiene niveles más elevados de metionina y cistina en comparación con la pasta de soya. En los que respecta a los niveles de carbohidratos y fibra, presenta 8% de azúcares, 5.2% de almidón, 4.6% de celulosa, 2.3% de oligosacáridos, 12% de fibra cruda, 17.2% de fibra detergente ácido, y 21.2% de fibra detergente neutro.^{32,34}

JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta que los alimentos verdes por ser ricos en proteína, minerales y vitaminas son muy apetecidos por los conejos, que los digieren con facilidad,³⁵ y que en México la mayoría de las explotaciones cunícolas son de tipo familiar; el empleo de germinado de cebada puede ser una alternativa para reducir el consumo de concentrado y mejorar la asimilación de nutrientes, aprovechando eficientemente el alimento. Al mismo tiempo desde el punto de vista de la industria de alimentos balanceados, el uso de pasta de Canola como fuente de proteína puede ser una alternativa para reducir los costos de la dieta, sin afectar las variables productivas.

HIPÓTESIS

La inclusión de Canola en una dieta balanceada y el empleo de germinado de cebada como complemento de la dieta de conejos, no afecta las variables productivas y mantiene un buen funcionamiento cecal.

OBJETIVOS

Evaluar las variables productivas en dietas con diferentes niveles de inclusión de canola.

Evaluar el efecto de complementación de germinado de cebada en una dieta con canola, en las variables productivas y el pH cecal en conejos de engorda.

Determinar la composición nutricional de las dietas y del germinado de cebada.

Determinar la ganancia de peso.

Determinar el consumo de alimento.

Calcular la conversión alimenticia.

Determinar el rendimiento en canal y el peso del tracto digestivo.

Medir el pH a nivel de ciego (apéndice y treceava asa cecal) y colon distal.

Calcular el costo por concepto de alimentación.

Calcular el costo por concepto de alimentación para producir un Kg de ganancia de peso.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio constó de 2 experimentos que se llevaron a cabo en el área de Cunicultura del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.Av) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se encuentra ubicada en Santiago Zapotitlán, delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2,250 m.s.n.m., entre los paralelos 19° y 17' de latitud norte y los meridianos 99° 00' 30" longitud oeste, bajo condiciones de clima templado subhúmedo y con una precipitación pluvial media anual de 747 mm. El mes más frío es enero y mayo el más caluroso. La temperatura media anual es de 16 °C.³⁶

Experimento 1

En este experimento, se evaluó el efecto de diferentes niveles de inclusión (0, 3, 6 y 9%) de pasta de Canola en una dieta balanceada para conejos en engorda sobre las variables productivas.

Animales

Se emplearon 240 conejos mixtos de la raza Nueva Zelanda Blanco de 35 ± 2 días de edad, los cuales permanecieron con su madre desde el nacimiento hasta los 30 días de edad y fueron trasladados al área de destete, para ser distribuidos al azar (3 conejos por jaula) en sus respectivos tratamientos y darles un periodo de adaptación de 5 días a la dieta que se les proporcionó durante el periodo de experimentación. Al día 35 de edad se pesaron para obtener el peso inicial promedio por jaula.

Alojamiento

Los conejos fueron alojados en una caseta con ambiente natural, en jaulas tipo americano con medidas de 90cm de largo x 60cm de ancho

x 40 cm de alto, equipadas con comedero de tolva de lámina galvanizada, con capacidad de 2 Kg de alimento y bebedero automático de chupón, distribuidas bajo el sistema lineal o "Flat-Deck".³

Tratamientos

Las dietas evaluadas y su composición (Cuadro 1) fueron:

T1, dieta testigo con 0% de inclusión de pasta de Canola,

T2, dieta con 3% de inclusión de pasta de Canola;

T3, dieta con 6% de inclusión de pasta de Canola y

T4, con 9% de inclusión de pasta de Canola.

Las dietas empleadas fueron tipo comercial, peletizadas, isocalóricas, isoproteicas e isofibrosas, su composición determinada y calculada se muestran en el Cuadro 2.

Variables a analizar y toma de datos

El experimento tuvo una duración de 35 días, en los cuales semanalmente se midió; consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso.

El consumo de alimento se obtuvo pesando lo ofrecido y el sobrante por jaula obteniendo la diferencia entre ambos. La ganancia diaria de peso, se calculó mediante la diferencia de dos pesadas consecutivas de los animales de cada jaula, dividida entre el número de días transcurridos entre cada pesaje (siete días). Los conejos se pesaron al principio del experimento y posteriormente cada semana. La conversión alimenticia, se calculó dividiendo el consumo total de alimento entre la ganancia de peso.

Diseño experimental

Para el presente estudio, se empleó un diseño completamente aleatorizado, considerando el peso inicial como covariable, con

cuatro tratamientos (dietas) y 20 réplicas de 3 conejos cada una por tratamiento. Se consideró la jaula con 3 conejos como la unidad experimental.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Model) y Least squares means (Lsmeans) para determinar las diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, mediante el paquete estadístico SAS para Windows, teniendo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i \beta (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media poblacional.

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento

X_{ij} = valor de la variable concomitante en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento.

β = coeficiente de la regresión lineal de Y_{ij} sobre X_{ij}

E_{ij} = Error aleatorio experimental.

Experimento 2

En este experimento, se evaluó el efecto de complementación de germinado de cebada en una dieta con canola en las variables productivas y el pH cecal.

Localización

Se llevó a cabo en las mismas instalaciones y bajo las mismas condiciones de clima que en el Experimento 1.

Animales

Para este estudio se emplearon 108 conejos de la raza Nueva Zelanda Blanco de 35 ± 2 días de edad, divididos en 5 bloques, con 5 repeticiones por tratamiento y 1 bloque con 2 repeticiones por

tratamiento. Se consideró el tiempo como factor de bloqueo y cada conejo como unidad experimental. Los conejos permanecieron con su madre desde el nacimiento hasta los 28 días de edad y fueron trasladados al área de destete para ser distribuidos al azar en sus respectivos tratamientos y darles un periodo de adaptación de 7 días a la dieta, que se les proporcionó durante el periodo de experimentación. Al día 35 de edad se pesaron para obtener el peso inicial.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados en este estudio fueron:

AC, dieta tipo comercial sin pasta de Canola y sin germinado

AC+G, dieta tipo comercial sin pasta de Canola complementada con germinado de cebada;

C, dieta con inclusión del 9% de pasta de Canola, sin germinado;

C+G, dieta con inclusión de 9% de pasta de Canola complementada con germinado de cebada.

Se realizaron los siguientes análisis: químico proximal, la determinación de fibra detergente ácido, fibra detergente neutro y de aminoácidos de las dietas empleadas (Cuadro 2), así como del germinado y de la semilla de cebada (Cuadro 3).

Producción del germinado

El germinado de cebada, se produjo en el laboratorio mediante la técnica de hidroponia sin sustrato, proporcionando dos riegos al día exclusivamente con agua; un riego por la mañana y otro por la noche. No se controlaron variables de temperatura, humedad, y luz. Se utilizaron charolas de plástico de 45 cm de largo X 34.5 cm de ancho X 4.5 cm de alto, sembrando 1 kg de semilla húmeda por charola, dando un periodo de crecimiento de 5 días. Antes de la siembra, la semilla fue sumergida en un recipiente con agua para retirar todo el material flotante (paja y semilla muerta),

posteriormente se lavó con agua, hasta quedar perfectamente limpia para después ser sumergida en una solución de hipoclorito al 2% (20 ml de hipoclorito de sodio por cada litro de agua) durante 15 minutos, al término de este tiempo, se volvió a lavar perfectamente para quitar residuos de hipoclorito; después de esto, la semilla se sumergió en agua durante 24 h con un recambio de agua a las 12 h.³⁷ Finalmente se dejó escurrir la semilla, para cubrirse con un papel periódico y encima una cubierta de plástico color negro durante 1 día para acelerar la germinación, la semilla se sembró en las charolas cuando presentó 2 pequeños brotes de raíz. El germinado, se proporcionó *ad libitum* inmediatamente después de la cosecha.

Las variables productivas a medir fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia en base seca, rendimiento en canal, además del costo de producción por concepto de alimentación y el pH del apéndice cecal, de la treceava asa cecal así como del colón distal.

Variables a analizar y toma de datos

El experimento tuvo una duración de 35 días, en los cuales semanalmente se midió; consumo de alimento, conversión alimenticia y ganancia de peso.

El consumo de alimento se obtuvo diariamente pesando lo ofrecido y el sobrante por jaula, la ganancia de peso se midió haciendo pesajes cada semana y la conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia de peso. Finalmente al día 35 de experimentación (70 ± 2 días de edad), se pesaron los animales y mediante la técnica de desarticulación cervical y desangrado por la yugular,¹⁰ se sacrificaron todos los conejos, sin someterlos a un ayuno previo. Después de retirar la piel y las vísceras, se pesaron las canales, que incluían cabeza e

hígado. El rendimiento en canal, se obtuvo dividiendo el peso de la canal entre el peso final y multiplicando el resultado por 100.^{5,7}

Para la medición del pH del ciego y colon, inmediatamente después de retirar y pesar el tracto digestivo, se obtuvo 1 g de muestra de contenido de la treceava asa cecal, del apéndice cecal, de colón distal; cada muestra se diluyó en 9 ml de agua destilada y se dejó reposar durante 20 minutos para posteriormente, por medio de un potenciómetro, obtener la lectura de pH de cada muestra.

El costo por concepto de alimentación, se obtuvo multiplicando la cantidad total de alimento consumido por el precio unitario del mismo. Para obtener el costo por alimentación necesario para producir un Kg de ganancia de peso en cada tratamiento, se consideró la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Precio del alimento (Kg)} \times \text{Consumo de alimento (Kg)}}{\text{Ganancia de peso (Kg)}}$$

En el caso de los tratamientos complementados con germinado (AC+G y C+G), para cada ingrediente (concentrado y germinado) se multiplicó por separado la cantidad consumida por el precio de cada uno, los resultados se sumaron y posteriormente se dividieron por la ganancia de peso.

Diseño del experimento

Para este estudio se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizado con arreglo factorial 2x2, donde el factor 1 correspondió al tipo de dieta y el factor 2 al germinado de cebada. Se realizaron 27 repeticiones por tratamiento donde un conejo fue la unidad experimental. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + P_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta

μ = Media poblacional

P_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_j = Efecto del i-ésimo nivel del factor a 1,2

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor b 1,2

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efecto del término de interacción del i-ésimo nivel del factor a y el j-ésimo nivel del factor b

E_{ij} = Error aleatorio experimental

Para analizar los datos de rendimiento en canal, peso del tracto digestivo y peso de la piel, se utilizó un diseño completamente aleatorizado, considerando el peso final como covariable, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i \beta (X_{ij} - \bar{X}_{..}) + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media poblacional.

t_i = efecto del i-esimo tratamiento

X_{ij} = valor de la variable concomitante en la j-esima repetición del i-esimo tratamiento.

β = coeficiente de la regresión lineal de Y_{ij} sobre X_{ij}

E_{ij} = Error aleatorio experimental.

En el caso del pH cecal, del apéndice cecal y del colon, se utilizó un diseño completamente aleatorizado de 4 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento, asignando como tratamiento las dietas mencionadas anteriormente y como repetición a cada conejo elegido aleatoriamente, con el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media poblacional.

t_i = efecto del i-esimo tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio experimental.

El porcentaje de mortalidad para su análisis fue transformado a la proporción arco seno raíz cuadrada de la proporción.

Análisis estadístico

El análisis estadístico, se realizó utilizando el procedimiento GLM (General Linear Model) y Least squares means (Lsmeans) para determinar las diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos, mediante el paquete estadístico SAS para Windows.

RESULTADOS

Experimento 1

Los resultados obtenidos durante los 35 días de experimentación se muestran en el Cuadro 4, donde se observa que en todas las variables productivas no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo a través del tiempo de experimentación en ganancia de peso semanal (Cuadro 5) y diaria (Cuadro 6), se observó diferencia estadística ($p < 0.05$) en la primer semana de experimentación, siendo mejor para el tratamiento con 6% de Canola con respecto a los demás tratamientos; en la segunda semana la mejor ganancia semanal y diaria se obtuvo con 9% de Canola. En las otras semanas no se detectó diferencia ($p > 0.05$). Para el consumo de alimento por semana (Cuadro 7), sólo se presentó diferencia estadística ($P < 0.05$) durante la tercera semana, siendo iguales los tratamientos de 3% y 9% de pasta de Canola y este último diferente del consumo registrado en los tratamientos 0 y 6% de canola. En lo que respecta a la conversión alimenticia semanal, en las semanas 1, 2 y 3 (Cuadro 8), se observó diferencia significativa entre tratamientos ($p < 0.05$), similar con 0, 3 y 9% de Canola para la primer semana; en la segunda semana 6 y 9% fueron iguales, siendo este último mejor con respecto a los tratamientos 0 y 3%; para la tercer semana los tratamientos 0, 3 y 9% fueron iguales, siendo este último diferente al tratamiento con 3 y 6% de Canola; los que presentaron mejor conversión en la tercer semana fueron los tratamientos con 3 y 6% de Canola. Posteriormente (semanas 4 y 5) no hubo diferencia ($P > 0.05$) en la conversión alimenticia.

Considerando que la pasta de Canola resultó una opción biológica y económica como fuente de proteína, la dieta seleccionada a utilizar en el Experimento 2 fue la que incluyó 9% de pasta de Canola.

Experimento 2.

Los resultados obtenidos en las variables productivas después de 35 días de experimentación se presentan en el Cuadro 9.

En consumo de alimento en base seca, se detectó diferencia estadística ($P < 0.05$), obteniendo el menor consumo los tratamientos C+G, AC+G y AC, éste último también fue igual al tratamiento C. En las demás variables productivas no se detectó diferencia estadística ($P > 0.05$). En lo que respecta al pH cecal, en el Cuadro 10 se muestra que no hubo diferencia entre tratamientos ($P > 0.05$). En el Cuadro 11, se observa que en peso y rendimiento en canal no se detectaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$). Sin embargo, en el peso del tracto digestivo, se observó diferencia estadística ($P < 0.05$) entre tratamientos, obteniendo el menor peso (400 g) el tratamiento C.

Durante el transcurso del experimento, como se aprecia en el Cuadro 12, el consumo de alimento semanal en base seca, presentó diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$) de la semana 1 a la semana 4, donde se nota que los tratamientos con complementación de germinado tuvieron menor consumo de alimento en base seca; en la semana 5 no se presentó diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$). En lo que respecta a la ganancia de peso semanal, en el Cuadro 13, se observa que en las semanas 1, 3 y 5 se presentaron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$), obteniendo la mejor ganancia en las semanas 1 (313 g) y 3 (331 g) el tratamiento C, mientras que en la semana 5 la mejor ganancia la presentó el tratamiento C+G con 306 g. En las semanas 2 y 4, no hubo diferencia estadística entre tratamientos ($P > 0.05$). La conversión alimenticia en base seca (Cuadro 14), mostró diferencia estadística ($P < 0.05$) en las semanas 1, 4 y 5, siendo favorable en la semana 1 para los tratamientos AC, C y C+G; mientras que en las semanas 2 y 5, la mejor conversión alimenticia se obtuvo con los

tratamiento AC+G y C+G. En las semanas 2 y 3, no se presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos ($P>0.05$).

DISCUSIÓN

Experimento 1

Los resultados obtenidos en el presente estudio empleando dietas con diferentes niveles de Canola y en los cuales no se encontró diferencia entre tratamientos en las variables productivas, indica que el empleo de hasta un 9% de pasta de Canola o colza doble cero baja en glucosinolatos permitió el buen crecimiento de los conejos y no interfirió en el consumo de alimento; ya que se ha demostrado que la disminución de glucosinolatos reduce el mal sabor del alimento y al mismo tiempo un posible rechazo por los animales.

Resultados similares a los de este experimento en ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento, fueron obtenidos por Colin y Lebas (1976),³⁸ empleando diferentes niveles de inclusión de pasta de canola (6 y 12%). En otros estudios realizados por Lebas y Colin (1977),³⁹ tampoco obtuvieron diferencias en las variables antes mencionadas, además de que no encontraron ningún efecto patológico sobre la función de la glándula tiroideas y del hígado. Throckmorton *et al.* (1980)⁴⁰ al sustituir parcial y totalmente la pasta de soya por pasta de Canola en dietas para conejos en crecimiento, no encontraron diferencia estadística para la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Para la industria del alimentos balanceados, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, la pasta de Canola puede ser una opción económica como fuente de proteína en la dieta y en combinación con otros ingredientes como la pasta de girasol podría sustituir totalmente la inclusión de pasta de soya, cuando el costo de esta última sea muy elevado.

Por estas razones, la dieta seleccionada a utilizar en el Experimento 2 fue la que incluyó 9% de canola.

Experimento 2

Desde hace algunas décadas, alimentos verdes o frescos se han utilizado en la alimentación del conejo como una alternativa para disminuir costos de producción, sin detrimento en las variables productivas. En el presente estudio, no se encontró ningún efecto adverso sobre la ganancia de peso en los conejos complementados con germinado de cebada, explicado tal vez, por el contenido en energía del germinado (Cuadro 3), aunado al alto consumo del mismo, lo cual permitió que los tratamientos AC+G y C+G consumieran niveles altos de energía y bajos en fibra como se muestra en el Cuadro 15 y de acuerdo a resultados obtenidos por Abould-Ela *et al.* (1996)⁴¹ esta proporción alta en energía y baja en fibra, mejora la digestibilidad y el valor nutritivo del alimento, por lo que recomiendan niveles de fibra cruda del 10 al 17%, sin que se afecte el crecimiento de los gazapos. Otro factor importante en la ganancia de peso fue el contenido de proteína en la dieta, en el Cuadro 15, se observa que el nivel de proteína consumida en los tratamientos AC+G y C+G fue menor con respecto a los tratamientos sin complementación con germinado de cebada, tal vez esta disminución en el consumo de proteína fue compensada por el alto consumo de energía que favoreció su digestibilidad. Maertens *et al.* (1997)⁴² trabajando con gazapos en engorda, observaron que se puede reducir el contenido de proteína en la dieta de un 17 a un 15% de proteína sin afectar el crecimiento.

Pote *et al.* (1980)⁴³ no encontraron diferencia significativa en ganancia de peso al proporcionar alimento peletizado y una mezcla de forrajes frescos *ad libitum*; resultados similares obtuvieron Mosquera y Quintero (1999)⁴⁴ al reemplazar parcialmente alimento

concentrado por hojas de morera, al igual que Ruiz-Feria y Lukefahr (1998)⁴⁵ al proporcionar *Dolichos lablab* (alfalfa tropical del sur de Texas) *ad libitum* y 75 g de alimento concentrado. Sin embargo en los estudios realizados por Mosquera y Quintero (1999)⁴⁴ y Ruiz-Feria y Lukefahr (1998)⁴⁵ al disminuir el consumo a menos de 75 g al día de alimento balanceado, la ganancia de peso fue menor con respecto a sus tratamientos testigo, debido a una disminución en la cantidad de energía ingerida y a la alta humedad de los forrajes proporcionados.

Aboul-Ela *et al.* (2000)⁴⁶ al proporcionar dietas de iniciación y finalización con altos niveles de energía (3038 y 2988 Kcal ED/kg respectivamente) y bajos en fibra (7.87 y 10.46%) no encontraron diferencia en la ganancia de peso en el periodo de finalización (7-12 semanas), en comparación con dietas de iniciación y finalización con niveles de energía (2559 Kcal ED/kg) y fibra (14.35%) recomendados por el NRC para conejos de 1977.⁴⁷

En consumo de alimento, los resultados obtenidos en este experimento, muestran en el Cuadro 16, que el consumo de alimento peletizado se redujo en los tratamientos con germinado, así mismo se observó una disminución significativa en el consumo de materia seca en los tratamientos con adición de germinado (Cuadro 9), probablemente debido a una mayor ingestión de energía, ya que el consumo de alimento aumenta al descender el contenido energético de la ración, de tal modo que la cantidad de alimento ingerido sea suficiente para cubrir las necesidades energéticas.⁶ Mosquera y Quintero, (1999)⁴⁴ encontraron un menor consumo de materia seca en conejos suplementados con hojas de Morera *ad libitum* y 75 g de alimento balanceado. Pote *et al.* (1980)⁴³ también señalaron una disminución en el consumo de alimento peletizado del 37% al proporcionar una mezcla de forrajes *ad libitum*. Otro factor importante a considerar es el tiempo de retención del alimento, el

cuál de acuerdo a estudios realizados por Bellier y Gidenne, (1996)⁴⁸ la disminución en el nivel de fibra en la dieta, provoca una disminución en el consumo de alimento, debido a un aumento en el tiempo de retención, lo cual impide que el conejo pueda consumir una mayor cantidad de alimento; y al igual que los estudios realizados por Abould-Ela *et al.* (1996)⁴¹ la digestibilidad del alimento mejora con niveles bajos de fibra cruda (10.52%) en la dieta. En el Cuadro 15, se puede ver que el consumo de fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) para los tratamientos AC+G y C+G fueron inferiores a los otros tratamientos, lo cual podría suponer que el tiempo de retención de la ingesta en los tratamientos con adición de germinado fue mayor y esto a su vez impidió un mayor consumo de alimento.

Fraga *et al.* (1991)⁴⁹ al ofrecer dietas con distintos niveles de fibra detergente ácido (20.2 vs 15.3%) y fibra detergente neutro (29.3 vs 25.8%) informaron que el tiempo medio de retención de la ingesta aumentaba (9.33 vs 21.30 h) al disminuir los niveles de ambas fracciones de fibra.

En lo que respecta a la conversión alimenticia en base seca (Cuadro 14), no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, lo cual coincide con los trabajos realizados por Mosquera y Quintero; (1999)⁴⁴ Ruiz-Feria y Lukefahr (1998)⁴⁵ y Maertens *et al.*, (1997)⁴² estos últimos utilizando diferentes niveles de proteína en la dieta.

Dietas bajas en proteína durante la etapa posterior al destete, se han relacionado con una disminución en el rendimiento en canal como consecuencia de un menor desarrollo muscular durante la primera etapa de engorda, induciendo a una ganancia compensatoria durante el último periodo de engorda.⁵⁰ En los resultados obtenidos

en el presente estudio, el nivel de proteína consumida (Cuadro 16), con los tratamientos ofrecidos, fue menor en los tratamientos AC+G y C+G (15.03 y 14.75%) y no se observó diferencia en el rendimiento y peso de la canal (Cuadro 11), con respecto a los otros tratamientos que tuvieron un consumo de 18% de proteína. Aboul-Ela et al.(1996)⁴¹ señalan que cuando una dieta sobrepasa los niveles recomendados de 14 y 17% de fibra cruda para dietas de iniciación y finalización respectivamente, el rendimiento en canal se ve reducido, aunado a que dietas altas en fibra por lo general son bajas en energía, por lo que el consumo disminuye y tanto el crecimiento como el rendimiento en canal es muy parecido a los resultados obtenidos al utilizar una alimentación restringida.⁵⁰ En el presente estudio, ninguna dieta sobrepasó los niveles de fibra mencionados anteriormente, y en el caso de las dietas complementadas con germinado, el nivel de energía sobrepasó los requerimientos de conejos en engorda. La diferencia observada en el peso del tracto digestivo, podría estar relacionada con el menor consumo de fibra cruda y FDA en el tratamiento AC+G, ya que esto involucra un mayor tiempo de retención del alimento y al mismo tiempo un mayor peso del ciego y estómago,⁵¹ pero sin llegar a causar un efecto sobre el rendimiento en canal.

Maertens et al.(1997)⁴² no encontraron diferencia en el peso de la canal y el rendimiento en canal en conejos alimentados con diferentes niveles de proteína en la dieta. Bernandini et al.(1995)⁵² tampoco encontraron diferencia en el rendimiento en canal al comparar dietas con diferentes niveles de energía (2490 vs 2354 Kcal ED/kg) y FDA (17.38 vs 18.93) en dietas para conejos de engorda. Castelló y Gurri,(1992)⁵³ encontraron un mejor rendimiento en canal en conejos alimentados *ad libitum* con un nivel más alto de energía (2550 vs 2400 Kcal ED/kg).

Los valores de pH cecal obtenidos en este trabajo (Cuadro 13), se encuentran dentro de los valores medio (6.28) y máximo (6.83) observados en diversos estudios relacionados a la función cecal realizados en el INRA y publicados por García *et al.*(2002)⁵⁴ Resultados similares fueron observados por Raharjo *et al.*(1990)⁵⁵ y Gutiérrez (2003)⁵⁶ y ligeramente más altos a los obtenidos por Hernández,(2001)⁵⁷ estos dos últimos también coinciden en valores de pH para apéndice cecal y colon distal, nuevamente siendo ligeramente más altos que los comparados con Hernández. El pH determinado en el apéndice cecal fue más alcalino comparado al pH de la porción media del ciego (treceava asa cecal) y del colon distal, debido a la secreción rica en iones bicarbonato que se lleva a cabo en el apéndice cecal.^{16,18}

En lo que respecta a la mortalidad, todos los conejos que murieron presentaron problemas de diarrea aguda, timpanismo, con presentación de petequias en la mucosa del intestino grueso. La presencia de diarreas se ha asociado con el tipo de dieta que consumen los conejos ya sea por su proporción energía:proteína⁵⁸ o por niveles bajos (15%) de FDN⁵⁹ y su efecto sobre la fermentación cecal con un incremento en la proliferación de flora patógena, principalmente *Escherichia coli* y *Clostridium spp* ,⁶⁰ además de la presencia de altos niveles de almidón a nivel cecal.⁶ En el Cuadro 16, se observa que no hubo diferencia estadística entre tratamientos, lo cual podría indicar que el consumo de germinado no es un factor determinante para la presentación de diarreas, y que probablemente la mortalidad esté relacionada principalmente por el pH cecal que se encuentra más cercano a la neutralidad (Cuadro 13), lo cual favorece la proliferación de *E. coli*, aunado a una entrada mayor de proteína al ciego en las dietas AC y C. En el caso de las dietas AC+G y C+G, la mortalidad podría estar relacionada a una disminución en el tiempo medio de retención de la ingesta, debido al menor consumo de FDA, lo cual evita un

recambio mas rápido del contenido cecal y por lo tanto mayor tiempo de replicación de las bacterias tanto benéficas como patógenas dentro del ciego.

La alimentación representa entre el 55 al 75% de los costos de producción,^{14,61} de ahí la importancia de buscar alternativas que minimicen dicho costo. En el Cuadro 17, se observa como en los tratamientos AC+G y C+G, se redujo el consumo de alimento peletizado en un 44.37% y 49.61% respectivamente en relación al consumo de sus respectivas dietas pero sin complementación con germinado; también se observa que con la dieta C+G se obtuvo el menor costo por concepto de alimentación y por kg de ganancia de peso el costo más bajo, debido a un mayor consumo de germinado de cebada, el cual al tener un costo por kg menor que el concentrado, redujo el costo por alimentación en un 26.78% y 31.84% para AC+G y C+G con respecto a los tratamientos AC y C. En cuanto a la reducción del costo por kg de ganancia de peso producido para las dietas con germinado, se obtuvo un costo 23.23% y 30.35% menor para AC+G y C+G, con respecto a los otros 2 tratamientos. De acuerdo a los datos anteriores, se observa que en el costo de producción de un Kg de ganancia de peso y en el costo por alimentación, los tratamientos con complementación de germinado mantienen el costo mas bajo. Estos resultados coinciden con los mencionados anteriormente donde se utilizaron forrajes hidropónicos en corderos, conejos de engorda y de pelo, además de vacas lecheras y terneros, obteniendo buenos resultados a un costo de producción menor.^{26,27,28,29,30}

CONCLUSIONES

La complementación de alimento peletizado con o sin 9% de inclusión de canola, con germinado de cebada puede ser una alternativa más económica en la alimentación de conejos de engorda en granjas familiares o semi-tecnificadas, pudiendo reducir entre un 26 y 31% los costos por alimentación sin alterar las variables productivas ni afectar el funcionamiento cecal. Aunado a lo anterior, la inclusión de hasta 9% de pasta de Canola como fuente de proteína en dietas balanceadas para conejos, no afectó las variables productivas en conejos Nueva Zelanda en etapa de engorda.

Cuadro 1. Composición de las dietas utilizadas para conejos en crecimiento.

Ingrediente %	Canola			
	0%	3%	6%	9%
Alfalfa	22	22	22	22
Salvado	21	21	21	21
Sorgo	20	20	20	20
Cascarilla de soya	10	10	10	10
Pasta de Canola	0	3	6	9
Pasta de Soya	2.5	1.7	0.9	0
Pasta de Girasol	14.5	12.3	10.1	8
Pulido de arroz	4	4	4	4
Melaza	2.5	2.5	2.5	2.5
Aceite de soya	1	1	1	1
Ortofosfato	1	1	1	1
Secuestrante	0.5	0.5	0.5	0.5
Sal	0.45	0.45	0.45	0.45
Saborizante	0.1	0.1	0.1	0.1
Coccidiostato †	0.1	0.1	0.1	0.1
Vitaminas*	0.1	0.1	0.1	0.1
Minerales*	0.1	0.1	0.1	0.1
Cloruro de colina	0.05	0.05	0.05	0.05
DL-Metionina	0.05	0.05	0.05	0.05
Carbonato de Ca	0.25	0.25	0.25	0.25
L-Lisina HCl	0.25	0.25	0.25	0.25

* premezclas empleadas en el CEIEPAv mg/kg: Vit A 3.6; Vit D₃ 0.025; Vit E 50; Vit K 2; Biotina 0.1; Tiamina 2; Riboflavina 4; Piridoxina 2; Cianocobalamina 0.1; Niacina 40; Acido pantoténico 12; Acido fólico 2; Cloruro de colina 300; Fe 100; Cu 20; Mn 5°; Zn 100; Se 0.1;

† Robenidina 66 mg/kg

Cuadro 2. composición determinada y calculada del alimento con diferentes inclusiones de Canola (92% materia seca).

	0% canola	3% canola	6% canola	9% canola
Materia seca* %	92.62	92.65	92.67	92.99
Proteína cruda %*	16.69	16.59	16.39	16.92
Fibra cruda %*	14.10	14.14	14.32	14.92
Cenizas %*	11.43	11.46	11.65	11.69
Extracto libre de nitrógeno %*	43.66	43.85	45.14	43.98
Extracto etéreo %*	6.73	6.60	5.16	5.47
Energía digestible Kcal/kg[†]	2486	2481	2453	2429
Lisina %[‡]	0.68	0.68	0.70	0.70
Met + cis %[‡]	0.58	0.58	0.59	0.60
Treonina %[‡]	0.59	0.59	0.59	0.60

Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal, FMVZ; UNAM.

[†]Calculada de acuerdo a la fórmula citada por Fekete y Gippert.⁶²

[‡]Calculados de acuerdo al contenido de cada ingrediente.

Cuadro 3. Análisis Químico Proximal del germinado de cebada expresados en base seca.

	Germinado de cebada	Semilla de cebada
Materia seca	41.06	92.55
%		
Proteína cruda %	10.10	9.45
Fibra cruda %	7.35	6.66
Cenizas %	2.68	3.13
Extracto libre de nitrógeno %	75.52	76.58
Extracto etéreo %	4.34	4.18
Energía digestible Kcal/kg⁺	3626	3584
Lisina %⁺	0.49	0.37
Met + cis %⁺	0.35	0.35
Treonina %⁺	0.35	0.31

Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal, FMVZ; UNAM.

* Calculada de acuerdo a la fórmula citada por Fekete y Gippert.⁽⁶²⁾

⁺ Experimental station chemical laboratories, University of Missouri-Columbia.

Cuadro 4. Resumen de resultados del efecto de inclusión de Canola (0, 3, 6, 9%) sobre las variables productivas en conejos Nueva Zelanda (Exp 1).

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Ganancia total de	Ganancia diaria de	Consumo de	Conversión alimenticia
	g	g	peso g	peso g	alimento	g
0 % canola	848±34 ^a	2185±51 ^a	1319±30 ^a	37.71±0.88 ^a	4025±124 ^a	3.042±0.068 ^a
3 % canola	834±25 ^a	2189±32 ^a	1318±31 ^a	37.66±0.89 ^a	3969±62 ^a	3.002±0.052 ^a
6 % canola	881±31 ^a	2207±28 ^a	1301±29 ^a	37.19±0.85 ^a	3877±77 ^a	2.943±0.070 ^a
9 % canola	944±29 ^a	2255±49 ^a	1350±32 ^a	38.58±0.92 ^a	4054±97 ^a	3.024±0.054 ^a

a, Letras iguales en la misma columna indican que no hay diferencia (P>0.05) entre tratamientos.

Cuadro 5. Ganancia de peso semanal de conejos alimentados con dietas de 0, 3, 6, y 9% de inclusión de Canola (Exp 1).

	0 %	3 %	6 %	9 %
Semana 1	302 ± 9.2 ^a	290 ± 6.5 ^a	253 ± 9.8 ^b	304 ± 8.1 ^a
Semana 2	274 ± 9.6 ^{ab}	262 ± 8.3 ^a	263 ± 8.0 ^a	294 ± 10.4 ^b
Semana 3	259 ± 8.0 ^a	273 ± 6.0 ^a	283 ± 9.9 ^a	265 ± 9.4 ^a
Semana 4	242 ± 8.3 ^a	226 ± 8.1 ^a	243 ± 16.7 ^a	246 ± 7.3 ^a
Semana 5	241 ± 6.9 ^a	243 ± 6.6 ^a	241 ± 13.4 ^a	244 ± 10.1 ^a

a,b, Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 6. Efecto de la Canola (0, 3, 6, 9%) sobre la ganancia diaria de peso por semana en conejos Nueva Zelanda (Exp 1).

	0 %	3 %	6 %	9 %
Semana 1	43 ± 1.3 ^a	41 ± 0.9 ^a	36 ± 1.4 ^b	43 ± 1.1 ^a
Semana 2	39 ± 1.3 ^{ab}	37 ± 1.1 ^a	37 ± 1.1 ^a	42 ± 1.5 ^b
Semana 3	37 ± 1.1 ^a	39 ± 0.8 ^a	40 ± 1.4 ^a	37 ± 1.3 ^a
Semana 4	34 ± 1.1 ^a	32 ± 1.1 ^a	34 ± 2.3 ^a	34 ± 1.0 ^a
Semana 5	34 ± 0.9 ^a	34 ± 0.9 ^a	34 ± 1.9 ^a	34 ± 1.4 ^a

a,b, Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 7. Consumo de alimento semanal en conejos Nueva Zelanda con la inclusión de diferentes niveles de canola (0, 3, 6, 9%) (Exp 1).

	0 %	3 %	6 %	9 %
Semana 1	680 ± 35 ^a	675 ± 20 ^a	632 ± 21 ^a	670 ± 28 ^a
Semana 2	767 ± 22 ^a	725 ± 15 ^a	730 ± 13 ^a	738 ± 22 ^a
Semana 3	692 ± 25 ^a	701 ± 15 ^{ab}	682 ± 12 ^a	737 ± 20 ^b
Semana 4	933 ± 25 ^a	905 ± 23 ^a	888 ± 21 ^a	919 ± 26 ^a
Semana 5	950 ± 32 ^a	961 ± 20 ^a	943 ± 23 ^a	989 ± 28 ^a

a,b, Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia estadística significativa (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 8. Efecto de los niveles de Canola (0, 3, 6, 9%) sobre la conversión alimenticia semanal en conejos Nueva Zelanda (Exp 1).

	0 %	3 %	6 %	9 %
Semana 1	2.229±0.086 ^a	2.337±0.073 ^a	2.520±0.071 ^b	2.204±0.094 ^a
Semana 2	2.834±0.068 ^a	2.82±0.065 ^a	2.650±0.077 ^{ab}	2.595±0.069 ^b
Semana 3	2.676±0.077 ^{ac}	2.579±0.059 ^{ab}	2.447±0.076 ^b	2.810±0.084 ^c
Semana 4	3.894±0.120 ^a	4.033±0.098 ^a	3.973±0.275 ^a	3.736±0.083 ^a
Semana 5	3.986±0.153 ^a	3.977±0.110 ^a	4.256±0.386 ^a	4.173±0.196 ^a

a,b, Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 9. Efecto de la complementación de alimento balanceado con germinado de cebada sobre las variables productivas en conejos Nueva Zelanda (Exp 2).

Tratamiento	Peso inicial g	Peso final g	Ganancia total de peso g	Ganancia diaria de peso g	Consumo de alimento en base seca g	Conversión alimenticia en base seca
AC	946±23 ^a	2291±37 ^a	1445±27 ^a	41.29±0.77 ^a	3828±106 ^{ab}	2.697±0.058 ^a
C	945±25 ^a	2367±42 ^a	1469±31 ^a	41.99±0.88 ^a	4109±122 ^b	2.795±0.058 ^a
AC + G	909±27 ^a	2373±64 ^a	1377±45 ^a	39.36±1.28 ^a	3735±97 ^a	2.699±0.061 ^a
C + G	923±15 ^a	2419±40 ^a	1444±32 ^a	41.27±0.93 ^a	3810±81 ^a	2.653±0.061 ^a

a,b Letras distintas en la misma columna indican diferencia estadística (P<0.05) entre tratamientos.

Cuadro 10. Efecto de la complementación ad libitum con germinado de cebada sobre el pH a nivel de ciego, apéndice cecal y colon distal, en conejos Nueva Zelanda (Exp 2).

Tratamiento	pH ciego	pH apéndice cecal	pH colon distal
AC	6.63 ± 0.08 ^a	7.11 ± 0.05 ^a	6.49 ± 0.10 ^a
C	6.64 ± 0.06 ^a	7.05 ± 0.07 ^a	6.59 ± 0.13 ^a
AC + C	6.56 ± 0.04 ^a	6.64 ± 0.06 ^a	6.90 ± 0.09 ^a
C + G	6.80 ± 0.05 ^a	7.14 ± 0.04 ^a	6.63 ± 0.11 ^a

a, letras iguales en la misma columna indican que no hubo diferencia (P>0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada; C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 11. Rendimiento de la canal, peso de la canal y del tracto digestivo, en conejos Nueva Zelanda, complementados *ad libitum* con germinado de cebada (Exp 2).

Tratamiento	Peso de la canal g	Rendimiento en canal %	Peso del tracto digestivo g
AC	1404 ± 26 ^a	59.00 ± 0.31 ^a	415 ± 9 ^{ab}
C	1405 ± 28 ^a	57.52 ± 1.51 ^a	400 ± 12 ^b
AC + G	1406 ± 36 ^a	58.87 ± 0.38 ^a	425 ± 14 ^a
C + G	1407 ± 19 ^a	59.26 ± 0.61 ^a	417 ± 9 ^{ab}

a,b Letras diferentes en la misma columna indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada;

C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 12. Efecto de la complementación ad libitum con germinado de cebada en el consumo de alimento en base seca semanal y total en conejos Nueva Zelanda durante la etapa de engorda (Exp 2).

	AC	C	AC + G	C + G
Semana 1	524 ± 35 ^a	631 ± 32 ^b	576 ± 29 ^a	594 ± 22 ^{ab}
Semana 2	718 ± 24 ^{ab}	748 ± 24 ^b	661 ± 25 ^a	706 ± 24 ^{ab}
Semana 3	846 ± 26 ^{ac}	894 ± 32 ^c	706 ± 27 ^b	796 ± 26 ^a
Semana 4	897 ± 26 ^b	898 ± 24 ^b	810 ± 30 ^a	819 ± 17 ^b
Semana 5	911 ± 45 ^a	938 ± 36 ^a	933 ± 46 ^a	894 ± 27 ^a
Total	3898 ± 106 ^{ab}	4109 ± 122 ^b	3735 ± 97 ^a	3810 ± 81 ^a

a,b,c Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada; C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 13. Ganancia de peso semanal y total en conejos Nueva Zelanda complementados *ad libitum* con germinado de cebada (Exp 2).

	AC	C	AC + G	C + G
Semana 1	296 ± 12 ^{ab}	313 ± 13 ^b	273 ± 15 ^a	276 ± 12 ^{ab}
Semana 2	296 ± 16 ^a	303 ± 21 ^a	271 ± 17 ^a	298 ± 11 ^a
Semana 3	316 ± 21 ^{ab}	331 ± 14 ^b	279 ± 13 ^a	288 ± 8 ^a
Semana 4	281 ± 16 ^a	259 ± 12 ^a	282 ± 11 ^a	276 ± 7 ^a
Semana 5	254 ± 14 ^a	261 ± 9 ^a	270 ± 11 ^{ab}	306 ± 21 ^b
Total	1445 ± 27 ^a	1469 ± 31 ^a	1377 ± 45 ^a	1444 ± 32 ^a

a,b Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada; C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 14. Efecto del germinado de cebada en la conversión alimenticia en base seca semanal y total en conejos Nueva Zelanda durante la etapa de engorda (Exp 2).

	AC	C	AC + G	C + G
Semana 1	1.834±0.161 ^b	2.005±0.128 ^{ab}	2.233±0.165 ^a	2.204±0.091 ^{ab}
Semana 2	2.584±0.246 ^a	2.712±0.199 ^a	2.597±0.150 ^a	2.420±0.113 ^a
Semana 3	2.908±0.252 ^a	2.747±0.099 ^a	2.599±0.128 ^a	2.790±0.095 ^a
Semana 4	3.390±0.216 ^{bc}	3.583±0.176 ^c	2.905±0.107 ^a	2.987±0.061 ^{ab}
Semana 5	3.794±0.266 ^a	3.647±0.168 ^a	3.572±0.239 ^{ab}	3.069±0.134 ^b
Total	2.697±0.058 ^a	2.795±0.058 ^a	2.699±0.061 ^a	2.653±0.061 ^a

a,b Letras diferentes en el mismo renglón indican diferencia (P<0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada; C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 15. Consumo en base seca de nutrientes calculado por tratamiento (Exp 2).

Tratamiento	Proteína cruda %	Fibra cruda %	FDA %	FDN %	Energía Mcal ED/kg
AC	18.02	15.22	17.36	32.13	2.49
C	18.20	16.04	17.93	33.34	2.48
AC+G	15.03	12.24	15.76	29.40	2.95
C+G	14.75	12.34	15.85	29.75	3.00

FDA = Fibra detergente ácido; FDN = Fibra detergente neutro.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada;
C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de
pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 16. Porcentaje de mortalidad en conejos complementados con germinado de cebada (Exp 2).

Tratamiento	Porcentaje de mortalidad
AC	16.66 ± 6.85 ^a
C	10.00 ± 5.54 ^a
AC+G	16.66 ± 6.85 ^a
C+G	6.66 ± 4.62 ^a

a, letras iguales en la misma columna indican que no hubo diferencia (P>0.05) entre tratamientos.

AC = alimento tipo comercial; AC+G = alimento comercial mas germinado de cebada; C = alimento con 9% de inclusión de pasta de Canola; C+G = alimento con 9% de pasta de Canola más germinado de cebada.

Cuadro 17. Costos por concepto de alimentación y costo por Kg de ganancia de peso producido al utilizar germinado de cebada como complemento en conejos Nueva Zelanda de engorda (Exp 2).

Tratamiento	Consumo de alimento peletizado Kg	Consumo de germinado fresco de cebada Kg	Costo promedio de alimentación por conejo \$[†]	Costo por Kg de ganancia de peso producido \$[†]
AC	4.320	0	15.12	10.46
C	4.497	0	15.73	10.70
AC + G	2.403	3.509	11.07	8.03
C + G	2.266	3.683	10.72	7.42

^{*} El costo del alimento peletizado es de 3.50 pesos mexicanos por kilogramo (precio año 2006)

[†] El costo de producción del germinado es de 0.76 pesos por kilogramo. (calculado 2006)

El costo por kilogramo de cebada fue de 2.50 pesos mexicanos.

Apéndice A

Cálculo de energía del alimento peletizado, germinado de cebada y semilla de cebada, mediante la fórmula de Fekete y Gippert (1986).⁶²

$$Y_1 = 4253 - 32.6 X_1 - 114.4 X_2$$

Dónde:

X_1 = % de fibra cruda

X_2 = % de cenizas

Ejemplo: Germinado de cebada

$$Y_1 = [4253 - \{32.6 (7.35)\}] - 114.4 (2.68)$$

$$Y_1 = [4253 - 239.61] - 306.592$$

$$Y_1 = [4013.39 - 306.592]$$

$$Y_1 = 3706.$$

Dieta	% fibra cruda	% de cenizas	Kcal ED/ kg
0 %	14.10	11.43	2486
3 %	14.14	11.46	2481
6 %	14.32	11.65	2453
9 %	14.92	11.69	2429
Germinado	7.35	2.68	3706
Semilla	6.66	3.13	3678

Apéndice B

Consumo de alimento peletizado y germinado de cebada por semana en base húmeda.

	AC	C	AC + G	C + G
Semana 1				
Pellets	646	795	546	512
Germinado	0	0	463	382
Semana 2				
Pellets	775	796	347	358
Germinado	0	0	656	723
Semana 3				
Pellets	930	941	422	440
Germinado	0	0	695	824
Semana 4				
Pellets	963	954	478	443
Germinado	0	0	790	818
Semana 5				
Pellets	1006	1011	610	513
Germinado	0	0	905	936
Total				
Pellets	4320	4497	2403	2266
Germinado	0	0	3509	3683

LITERATURA CITADA

1. McNitt JI, Patton NM, Cheeke PR, Lukefahr SD. Rabbit Production. 8^a ed. EUA: Interstate Publishers, 2000.
2. Colin M, Lebas F. Rabbit meat production in the world. A proposal for every country. Proceedings of 6th world rabbit congress, Toulouse, France 1996, vol 3 323-330
3. Martínez CMA. Cunicultura. 2^a ed. México: UNAM-FMVZ, 2004.
4. Instituto nacional de Estadística Geografía e Informática. VII Censo Agrícola-Ganadero. Resultados definitivos tomo II. México (DF) INEGI, 1991.
5. Colombo T, Zago LG. El conejo. España: De Vecchi, 1998.
6. Cheeke PR. Alimentación y Nutrición del Conejo. España: Acribia, 1995.
7. Álvarez J. La Comercialización de los productos Cunicolas, en: Buxade C. Zootecnia tomo X: España. Mundi-Prensa, 1996: 117-134.
8. Lebas F. Alimentación Práctica en el Engorde. Cunicultura. 1992; 17: 86-91.
9. Méndez J, Villamide MJ. Manejo de la Alimentación en: De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2^a ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 133-151.
10. Carabaño R, Piquer J. The Digestive System of the Rabbit en: De Blas C, Wiseman J. The Nutrition of the Rabbit. USA. CABI Publishing, 1998: 1-16.
11. Zomborszky-kovács M. Gyarmati T. Párizs T. Szendrő Z. Kametler L. Tóth Á. Some physiological properties of the digestive tract in traditionally reared and exclusively milk-fed young rabbits. Proceedings of the 7th world rabbit congress; Valencia, 2000 vol. C, pp.499-506.
12. Winkelmann J, Lammers HJ. Enfermedades de los Conejos. España: Acribia. 1997.

13. Fraga MJ. Protein Digestion en: De Blas C and Wiseman J.: The Nutrition of the Rabbit. USA. CABI publishing, 1998: 39-54.
14. Roca FL. Tratado de Cunicultura 1. España: Tecnograf S.A,1980.
15. Gidenne T, Fortun-Lamothe L. Feeding strategy for young rabbits around weaning: a review of digestive capacity and nutritional needs. Animal Science 2002; 75:169-184.
16. Gidenne T. Fisiología Digestiva Cecal y Factores que la Influencian. Cunicultura 1996; 21:256-268.
17. Irlbeck NA. How to feed the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) gastrointestinal tract. J. Anim. Sci. 2001; 79 Suppl E: 343-346.
18. Gidenne T. Caeco-coli Digestion in the Growing Rabbit: Impact of Nutritional Factors and Related Disturbances. Livestock Production Science 1997; 51: 73-78.
19. Canas Rodriguez A, Smith HW. The identification of the antimicrobial factors of the stomach content of sucking rabbits. Biochemical Journal 1996; 100: 79-82.
20. Padilha MTS, Licois D, Gidenne T, Carre B, Coudert P, Lebas F. Caecal microflora and fermentation Pattern in exclusively milk-fed young rabbits. Proceedings of the 6th World Rabbit Congress, Toulouse 1996, 247-251.
21. Penney RL, Folk GE, Galask RP, Petzold CR. The microflora of the alimentary tract of rabbits in relation to ph, diet, and cold. J. Appl. Rabbit Res. 1986; 9:152-156.
22. Gidenne T, Jul N, Segura M, Michalet-Doreau B. Microbial activity in the caecum of the rabbit around weaning: impact of dietary fibre deficiency and of intake level. Animal Feed Science and Technology 2002; 99:107-118.
23. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Manual técnico. Forraje verde hidropónico. Chile (Santiago): FAO, 2001.

24. Samperio RG. Hidroponía Básica. México: Editorial Diana, 1997.
25. Ortega OFJ. Evaluación nutricional en laboratorio de forraje verde hidropónico de cebada (tesis de licenciatura). Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1990.
26. Arano C. Forraje verde Hidropónico y otras técnicas de cultivos sin tierra. Buenos Aires: Editado por el mismo autor, 1998.
27. Pérez LN. Efecto de la sustitución del concentrado por forraje obtenido en condiciones de hidroponía en una crianza artificial de terneros. Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, 1987.
28. Morales OAF. Forraje hidropónico y su utilización en la alimentación de corderos precozmente destetados. Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, 1987.
29. Morales AMA. Efecto de la suplementación con forraje verde hidropónico de cebada sobre los parámetros productivos en conejos Nueva Zelanda. Distrito Federal, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 2003.
30. Bravo RMR. Niveles de avena hidropónica en la alimentación de conejos Angora. Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, 1988.
31. (29)Bell JM. Nutrients and toxicants rapeseed meal: a review J. Anim. Sci. 1984; 58:996-1010.
32. Bell JM. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. Can J. Anim. Sci 1993; 73:679-697.
33. Dickling D. pasta de canola. Guía para la industria del pienso. 3ª ed. Manitoba (Canada) Canola Council of Canada, 2001.

34. Bell, JM and Keith MO. A survey of variation in the chemical composition of commercial canola meal produced in Western Canadian crushing plants. *Can. J. Anim. Sci.* 1991; 71:469-480.
35. Herrera CA. Evaluación Agronómica de Germinados Hidropónicos de Avena y sus concentraciones de 6-Metoxibenzoxazolinona. (Tesis de licenciatura), texcoco (Edo. de México) México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
36. García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª ed. México: SIGSA. 1987.
37. Hidalgo MLR. Producción de forraje en condiciones de hidroponía I. Evaluaciones preliminares en avena y triticale. Chillan, Chile: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de Concepción, 1985.
38. Colin M, Lebas F. Utilization of rapeseed oil meal, horsebeans and peas in the diets of growing rabbits. *Proc. of first World Rabbit Congress, communication 24, Dijon, France, 1976, p 24-1 - 24-4.*
39. Lebas F, Colin M. Utilisation du tourteau de colza dans l'alimentation du lapin en croissance influence du dépelliculage. *Ann. Zootech.* 1977; 26 (I):93-97.
40. Throckmorton JC, Cheeke PR, Patton NM. Tower rapeseed meal as a protein source for weanling rabbits. *Can. J. Anim. Sci.* 1980; 60:1027-1028.
41. Aboul-Ela S, Abdel-Rahman GA, Ali FA, Khamis HS, Abd El-Galil HKh. Practical recommendation on minimum and maximum fiber levels in rabbits diets. *Proceedings of the 6th World Rabbit Congress. Vol 1. Toulouse, Francia. 1996, p 67-72.*
42. Maertens L, Luzi F, De Groote G. Effect of dietary protein and amino acids on the performance, carcass composition and N-excretion of growing rabbits. *Ann Zootech* 1997; 46:255-268.

43. Pote LM, Cheeke PR, Patton NM. Use greens as a supplement to a pelleted diet for growing rabbits. *Journal of applied rabbit research*. 1980; 3(4):15-20.
44. Mosquera NA, Quintero VE. Reemplazo parcial del concentrado comercial por hojas de morera en la alimentación de conejos. *Acta Agronómica* 1999; 49(3/4):53-55.
45. Ruiz-Feria CA, Lukefahr SD. Rabbit growth and feeding performance in South Texas. Evaluation of *Dolichos lablab* and *Opuntia stricta* as local forages and effects of fur clipping. *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 1998; 92(1):5-19.
46. Aboul-Ela S, Abd El-Galil K, Ali FA. Effect of dietary fiber on energy levels on performance of post-weaning rabbits. *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress. Nutrition and Digestive Physiology. Valencia, España 2000.*
47. The National Research Council. *Nutrient requirements of Rabbits*. 2a ed. USA. 1977
48. Bellier R, Gidenne T. consequences of reduced fibre intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. *British Journal of Nutrition* 1996; 75:353-363.
49. Fraga MJ, Pérez de Ayala P, Carabaño C, De Blas JC. Effect of type of fiber on the rate of passage and on the contribution of soft feces to nutrient intake of finishing rabbits. *J. Anim. Sci.* 1991; 69:1566-1574.
50. Xiccato G. Feeding and meat quality in rabbits : a review. *World Rabbit Science*. 1999; 7(2):75-86.
51. García G, Gálvez JF, De Blas JC. Substitution of barley grain by sugar-beet pulp in diets for finishing rabbits. 2. effect on growth performance. *J. Appl. Rabbit Res.* 1992;15:1017-1024.

52. Bernardini BM, Castellini C, Lattaioli P. Effect of sire strain, feeding, age and sex on rabbit carcass. *World Rabbit Science*. 1995; 3(1):9-14.
53. Castelló JA, Gurri A. Effects of the energy levels in the feed and the feeding program on performance of growing rabbits. *J. Appl. Rabbit Res*. 1992; 15:958-964.
54. García J, Gidenne T, Falcao-E-Cunha L, De Blas JC. Identification of the main factors that influence caecal fermentation traits in growing rabbits. *Anim. Res*. 2002; 51:165-173.
55. Raharjo YC, Cheeke PR, Patton NM. Effect on cecotrophy on the nutrient digestibility of alfalfa and black locust leaves. *J. Appl. Rabbit Res*. 1990; 13:56-61.
56. Gutiérrez OC. Evaluación de *Clostridium sordellii* y *Peptostreptococcus tetradius* como inóculos alimenticios para conejos en engorda (tesis doctoral). Texcoco (Estado de México) México: Colegio de Postgraduados, 2003.
57. Hernández SD, Cobos PMA. Digestibilidad *in vitro*, población de bacterias celulolíticas y totales del apéndice cecal, ciego y colon del conejo. *Téc. Pecu. Méx*. 2001;39(3):229-236.
58. Gidenne T, Lapanouse A, Fortun-Lamothe L. Feeding strategy for the early weaned rabbit: interest of a high energy and protein starter diet on growth and health status. *Proceeding of the 8th World Rabbit Congress. Feeding and nutrition, 2004 sep 7-10; Puebla. México 2004*, p 853-860.
59. Nicodemus N, Pérez-Alba L, Carabaño R, De Blas C, Badiola I, et al. Effect of level of fiber and level of ground of fiber sources on digestion and ileal and caecal characterization of microbiota of early weaned rabbits. *Proceeding of the 8th World Rabbit Congress. Feeding and nutrition, 2004 sep 7-10; Puebla. México 2004*, p 928-929.
60. Soler MP, Blas E, Cano JL, Pascual JJ, Cervera C, Fernández-carmona J. Effect of digestible fiber/starch ratio and animal

fat level in diets around weaning on mortality rate of rabbits. Proceeding of the 8th World Rabbit Congress. Feeding and nutrition, 2004 sep 7-10; Puebla. México 2004, p 996-1001.

- 61.** Templeton GS. Cría del Conejo Doméstico. México: Continental, 1975.
- 62.** Fekete S, Gippert T. Digestibility and nutritive value of nineteen important rabbit feedstuffs. J. Appl Rabbit Res, (1986) 9 103-108.

Apéndice B

Consumo de alimento peletizado y germinado de cebada por semana en base húmeda.

	AC	C	AC + G	C + G
Semana 1				
Pellets	646	795	546	512
Germinado	0	0	463	382
Semana 2				
Pellets	775	796	347	358
Germinado	0	0	656	723
Semana 3				
Pellets	930	941	422	440
Germinado	0	0	695	824
Semana 4				
Pellets	963	954	478	443
Germinado	0	0	790	818
Semana 5				
Pellets	1006	1011	610	513
Germinado	0	0	905	936
Total				
Pellets	4320	4497	2403	2266
Germinado	0	0	3509	3683