

01621  
60

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA  
DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON FORRAJE VERDE  
HIDROPONICO DE CEBADA  
SOBRE LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN  
CONEJOS NUEVA ZELANDA

**T E S I S**

QUE PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**P r e s e n t a :**  
MIGUEL ANGEL MORALES ARIAS

ASESORES:

MVZ MARISELA JUAREZ ACEVEDO  
MVZ MC BENJAMIN FUENTE MARTINEZ  
MVZ MSc ERNESTO AVILA GONZALEZ

MÉXICO D.F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

2003



I



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# PAGINACION

# DISCONTINUA



## DEDICATORIA

- A mis padres Socorro y Joaquín:  
Gracias por darme la vida y brindarme su apoyo en todo momento, sin ustedes nunca hubiera logrado esta meta.
- A mi hermano Juan Gabriel:  
Siempre fuiste el ejemplo a seguir y gracias a ello pude culminar uno de mis sueños.
- A mi hermano Daniel:  
La constancia y la lucha por salir siempre adelante es algo que he aprendido de ti y que ha sido fundamental en mi formación profesional.
- A mi hermana Cristina:  
Lucha por todo lo que creas que es bueno para ti, pero no descartes escuchar los consejos de todos los que te aman.
- A mi hermana postiza Fabiola:  
Por que desde que te conocí, siempre has estado dispuesta a ayudarme y aconsejarme.
- A Teresa, Yvonne y Luly:  
Por que en todo momento han sido una motivación extra que me impulsa a seguir adelante en la lucha por tratar de realizar mis metas.
- A mis sobrinos Johann, Jesús, Alex y Giovanna:  
Por que le dieron mas sentido a mi vida y me enseñaron que puedo ser muy tolerante.
- A las familias Morales Pérez:  
Por todo el apoyo brindado hasta el momento y por hacerme sentir como parte de su familia, gracias.
- A mi amiga Alejandra Garay:  
Por ser una gran amiga y una gran persona, siempre serás como un miembro mas de mi familia.
- A mi amigo Rodrigo Cascante:  
Por brindarme su amistad sincera y ser parte importante de mi formación profesional.
- A la doctora Marisela Juárez:  
Por todo su apoyo durante la realización de este trabajo, por compartirme sus conocimientos y ser parte fundamental tanto en mi desarrollo profesional como personal.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

II

La Dirección General de Bibliotecas de la UNAM difundirá en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Miguel Angel  
Morales Arias

FECHA: 11 - Febrero - 2003

FIRMA: [Firma]

## AGRADECIMIENTOS

A mis asesores

Gracias por su apoyo, enseñanzas y paciencia en la realización de este trabajo.

A los miembros de mi jurado:

Por sus comentarios y aportaciones que enriquecieron este trabajo.

Al personal del CEIEPA:

Por permitir la realización de este trabajo y en especial a don Adrián y Don Esteban por su valiosa colaboración durante el desarrollo de este proyecto.

A Gaby Velázquez:

Por todos sus consejos y el apoyo brindado desde el inicio de este trabajo.

A Karla Ortega y Edgar Hernández:

Por que sin ustedes, quizá nunca hubiera realizado este trabajo, gracias por su apoyo.

A Martha, Sara, Elizabeth, Viviana y Lilliana:

Por su colaboración y ayuda durante la realización de este proyecto.

A todos los académicos y administrativos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que de alguna u otra forma fueron parte de mi formación profesional.

A todos aquellos que no se rinden y luchan a diario por promover la producción y el consumo de la carne de conejo.

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
JUSTIFICACIÓN .....	11
HIPÓTESIS .....	12
OBJETIVO .....	12
MATERIAL Y MÉTODO .....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	16
CONCLUSIONES .....	21
LITERATURA CITADA .....	22
CUADROS .....	25
FIGURAS .....	29

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## RESUMEN

MORALES ARIAS, MIGUEL ANGEL. Efecto de la suplementación con forraje verde hidropónico de cebada sobre los parámetros productivos en conejos Nueva Zelanda (bajo la dirección de MVE Marisela Juárez Acosvedo, MVE MC Benjamín Fuente Martínez, y MVE MSC Ernesto Ávila González).

El presente trabajo tuvo por objeto evaluar los parámetros productivos y el rendimiento en conejos de engorda, a través del reemplazo de alimento concentrado comercial por forraje verde hidropónico de cebada (FVHC) administrado a diferentes porcentajes (0%, 10%, 20% y 30%); para ello se emplearon 64 conejos (machos y hembras) de la raza Nueva Zelanda de 35 días de edad con peso promedio de 917.5g, distribuidos al azar en 4 tratamientos con 4 repeticiones de 4 conejos cada uno. Se utilizó FVHC de 15 días de crecimiento, el cual se proporcionó inmediatamente después de cosecharlo. Los resultados obtenidos en 35 días de experimentación para ganancia de peso fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ), siendo similar el comportamiento en los tratamientos 1 y 2 (0% y 10%), y menor para los tratamientos 3 y 4 (20% y 30%), explicado por el menor consumo de alimento en base seca al incluir FVHC. En rendimiento en canal y conversión alimenticia, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.01$ ). De acuerdo a los resultados se concluye que el nivel de reemplazo de alimento concentrado por FVHC en conejos Nueva Zelanda durante la etapa de engorde del 10%, no tuvo un efecto detrimental sobre los parámetros productivos y el rendimiento en canal. Sin embargo los tratamientos 3 y 4 podrían ser una alternativa para reducir costos por concepto de alimentación, aunque esto involucre un mayor tiempo de engorde.

## 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 métricas, 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<sup>(22)</sup>. La situación de la cunicultura en México hasta antes de la enfermedad hemorrágica viral en 1988 era menos que discreta, ya que sólo se producía 0.06 Kg / habitante<sup>(22)</sup>, y según datos de la SARH en 1981 existían 1 378 210 cabezas siendo los mayores productores los Estados de México con el 26.89%, Chiapas con 23.55% y Durango con el 15.55%<sup>(23)</sup>, en la actualidad se estima que la producción nacional de carne de conejo oscila entre las 20 mil toneladas y que el consumo per cápita es de 150 g por habitante y las razas más utilizadas son la Nueva Zelanda Blanco, Chinchilla y el llamado criollo<sup>(23)</sup>. Esta situación tiene un origen en la ignorancia sobre su potencial y propiedades nutrimentales, en el Cuadro 1 se puede observar que la carne de conejo en relación a la de bovino, ovino, porcino y pollo, es la de mayor contenido en proteína y la más baja en lípidos y sodio; así como a los atavismos de la población con relación al consumo del conejo, aunado a la falta de programas y apoyos económicos del gobierno, además de que en el país no es considerada como una ganadería y no existe actualmente la mínima inuención de instituciones gubernamentales y educativas para el desarrollo de la cunicultura. Todo esto provoca que el consumo del conejo en el país sea un platillo de ocasión, e incluso que gran parte de la población no haya intentado siquiera probarlo. 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

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



buscar nuevas alternativas para la obtención de proteína de origen animal retomando aquellas especies que no son consideradas dentro de la ganadería nacional<sup>(22)</sup>. 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<sup>(10)</sup>. 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 los diferentes forrajes, hojas de árboles frutales y leguminosas, gramíneas forrajeras y ensilados entre otros, los cuales utiliza eficientemente para la producción de proteína<sup>(9)</sup>.

## MARCO CONCEPTUAL

### 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 períodos 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<sup>(1,2,3,24)</sup>. 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 proporciona diferentes alimentos escogen los que son más de su agrado, sin importar que no le puedan ofrecer la cantidad de nutrientes necesarios<sup>(21)</sup>.

### 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<sup>(9)</sup>.

#### 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<sup>(6)</sup>. 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 un gazapo es de 5 a 6.5, descendiendo posteriormente entre 1 y 3 después del destete conforme incrementa su consumo de alimento. 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<sup>(6,9,35)</sup>, además de que debido a su acidez y a la acción de la pepsina, en este órgano se produce cierta hidrólisis de la proteína<sup>(9,14)</sup>.

#### **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 ileon<sup>(9,22)</sup>. 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 mas adelante el conducto pancreático<sup>(9,22,30)</sup>. 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 alcalinas. El yeyuno es lugar principal de digestión y absorción y para ello 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<sup>(9)</sup>. El ileon posee una pared mucho mas delgada y desemboca en el intestino grueso en la unión ileoceccóclica la cual sirve como válvula dirigiendo selectivamente el curso del alimento hacia el ciego o hacia el colon según su consistencia y naturaleza<sup>(22)</sup>.

### 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<sup>(9)</sup>. El ciego del conejo es el compartimiento digestivo de mayor tamaño abarcando el 40% de su tracto digestivo y presenta población microbiana principalmente del tipo de los Bacterioides. Su función principal es la fermentación y producción de ácidos grasos volátiles (AGV) y amoníaco a partir de azúcares simples y aminoácidos<sup>(8,9,16,23,30)</sup>. 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<sup>(16,17,22)</sup>. El ciego está en constante movimiento mezclando el contenido mediante rápidas contracciones hacia adelante y hacia atrás.

El siguiente segmento intestinal es el colon que se divide en 2 porciones: colon proximal y colon distal. El colon proximal a su vez está constituido por 3 segmentos: el triplemente haustrado conformado por 3 hileras de saculaciones o haustras separadas por 3 taenias o cintas; el segmento simple haustrado que posee solo una hilera de saculaciones y una gran taenia simple; a el 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)<sup>(22)</sup>. 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<sup>(9)</sup>.

Las partículas de fibra mayores de 300  $\mu\text{m}$  por ser de menor densidad, tienden acumularse en el centro, en tanto que las partículas pequeñas menores a 300  $\mu\text{m}$  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<sup>(8,9,16,17,22)</sup>. 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 propionato<sup>(9)</sup>. 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<sup>(9,22)</sup>.

#### **Producción de heces duras y heces blandas**

La producción de las heces duras, tiene lugar en las haustras 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<sup>(22)</sup>. 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 formas de racimos, su color varía de acuerdo al tipo de alimento que ingieren, pero por lo general son de color verde

oscuro<sup>(9,20,21)</sup>. Al parecer, el *fusus coli* actúa, como un marcapasos que controla las contracciones para la excreción de los dos tipos de heces<sup>(9)</sup>.

#### 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<sup>(9,22)</sup>. La llegada de los cecotrofos al ano 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<sup>(7)</sup>. 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<sup>(9)</sup>. Al romperse la capa de mucina por acción del ácido clorhídrico, una sustancia bacteriolítica activada por la pepsina ataca las bacterias permitiendo que las enzimas proteolíticas gástricas ataquen su proteína<sup>(9,23)</sup>. El material aprovechable será absorbido a nivel de yeyuno, y el restante seguirá su curso hasta llegar a la válvula ileocecolica que lo llevará hasta el colon sin pasar por el ciego, para que finalmente sea eliminado en forma de heces duras<sup>(22)</sup> (Figura 1).

El proceso 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 recurso en digerirla<sup>(9,9,24)</sup>.

## Hidroponia

La hidroponia es una técnica de producción agrícola de precisión intensiva, se considera como un sistema posible de aplicar en espacios reducidos, en el cual las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos disueltos en agua y sustituyendo el suelo por un sustrato inerte (mineral u orgánico) o por la propia solución nutritiva<sup>(25)</sup>. En México se ha empezado a considerar como una alternativa tecnológica contribuyendo a la producción de plantas de igual o mejor calidad que las cultivadas en suelo. Dentro de las ventajas más importantes de la técnica hidropónica, es la realización de cultivos en espacios sin uso agrícola, y que no depende de temporadas de siembra, ni de estaciones del año<sup>(22)</sup>. Las enfermedades e insectos del suelo son eliminados, puesto que no se encuentran en un medio que les permita vivir y la germinación de hierbas indeseables es imposible<sup>(20)</sup>. Esto la convierte en una excelente alternativa al problema de la producción en zonas áridas o muy frías, en las que la agricultura normal resulta difícil o prácticamente imposible<sup>(22)</sup>.

## Forraje Verde Hidropónico

El forraje verde hidropónico (EVH) 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 los minerales de la solución nutritiva<sup>(6)</sup>. 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<sup>(6,32)</sup>. Al momento de la cosecha habrá alcanzado 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<sup>(14)</sup>. 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<sup>(15)</sup>.

En México, agricultores y productores pecuarios de Puebla, están produciendo forrajes altamente ricos en proteínas, grasa y fibra superiores a las tradicionales gramíneas que se cultivan en grandes hectáreas<sup>(16)</sup>. Se ha utilizado como alimento en vacas obteniendo un aumento en la producción lechera, así como en la grasa butírica<sup>(17)</sup>, también se ha empleado en la alimentación de cerdos, borregos e incluso en yeguas y conejas donde se ha notado un aumento en la fertilidad<sup>(9,12,18)</sup>. Este tipo de forraje puede ser utilizado en todo individuo que se alimente de hierba y en algunos zoológicos se ha utilizado ya desde hace mucho tiempo en jabalís, puerco espines, jirafas y elefantes con resultados positivos<sup>(19)</sup>.

#### Ventajas del Forraje Verde Hidropónico

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 como se aprecia en el Cuadro 2<sup>(20)</sup>. 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, así como el riesgo que existe de producir problemas de timpanismo si se proporciona demasiado húmedo<sup>(2,6)</sup>.



#### JUSTIFICACIÓN

Tomando en cuenta que los alimentos verdes por ser ricos en proteína, minerales y vitaminas son muy apetecidos por los conejos, que estos los digieren con facilidad<sup>(34)</sup>, y que en México la mayoría de las explotaciones cunicolas son de tipo familiar, el empleo de FVH puede ser una alternativa para mejorar la asimilación de nutrientes, aprovechando eficientemente el alimento y al mismo tiempo reduciendo los costos por concepto de alimentación.

## HIPÓTESIS

La sustitución parcial de una dieta basada en concentrado comercial, en diferentes proporciones (0, 10, 20, 30%) por FVHC afecta el comportamiento productivo de conejos en engorda.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar los parámetros productivos y el rendimiento en canal en conejos de engorda suplementados con forraje verde hidropónico de cebada (FVHC).

- 1.1 Determinar la composición nutricional del FVHC y el concentrado comercial.
- 1.2 Determinar la ganancia de peso.
- 1.3 Determinar el consumo de alimento.
- 1.4 Calcular la conversión alimenticia.
- 1.5 Determinar el rendimiento en canal.
- 1.6 Calcular el costo por concepto de alimentación.
- 1.7 Calcular el costo por concepto de alimentación para producir un Kg. de ganancia de peso.

## MATERIAL Y MÉTODO

El experimento se realizó en la sección de Cunicultura del Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola (C.E.I.E.P.A) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, 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 bajo grado de humedad C (wo) (w), 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<sup>(13)</sup>.

Se utilizaron 16 jaulas tipo americano de rejilla de metal triple galvanizado con medidas de 90 x 60 x 40 cm equipadas con 2 comederos tipo tolva de lámina galvanizada y bebedero automático de chupón, distribuidas bajo el sistema "Flat-Deck"<sup>(14,22)</sup>.

Se emplearon 64 conejos de la raza Nueva Zelanda, de 35 días de edad con un peso promedio de 917.5 g; los cuales se distribuyeron al azar en 4 tratamientos de 4 conejos por unidad experimental (2 machos y 2 hembras), con 4 repeticiones. Los tratamientos empleados fueron:

- 1.- 0% de suplementación y 100% de concentrado comercial (testigo).
- 2.- 10% de suplementación de FVHC y 90% de concentrado.
- 3.- 20% de suplementación con FVHC y 80% de alimento concentrado y
- 4.- 30% de suplementación de FVHC y 70% de alimento concentrado.

Para calcular la cantidad de concentrado y de FVHC empleada en cada tratamiento, se tomó como base las recomendaciones establecidas por el Anuario de Cunicultura Española<sup>(14)</sup>. En el Cuadro 3 se presentan las

cantidades ofrecidas por semana de cada ingrediente en cada uno de los tratamientos.

Previo al inicio del experimento se les dió a todos los conejos que iban a recibir FVHC, un periodo de 5 días de adaptación.

El FVHC se produjo en las instalaciones del mismo Centro, mediante la técnica de hidroponía sin sustrato, proporcionando un riego al día con una solución nutritiva que contenía 300 ppm de N, 40 ppm de P y 200 ppm de K<sup>(28)</sup>. No se controlaron variables de temperatura, humedad y luz. Se utilizaron charolas de lámina galvanizada de 45 X 34.5 X 4.5 cm, sembrando 1kg de semilla por charola y dando un periodo de crecimiento de 15 días. El forraje se suministró inmediatamente después de la cosecha, los trozos proporcionados incluían el tapete radicular (raíces y semillas), así como las hojas. Se realizó un análisis químico proximal<sup>(25)</sup> del concentrado y del forraje suministrado para conocer la cantidad de nutrientes de los ingredientes, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 4.

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 días de edad) se pesaron los animales y mediante la técnica de desarticulación cervical y desangramiento por la yugular<sup>(6)</sup> se sacrificaron todos los conejos, no hubo un ayuno previo. Después de retirar la piel y las vísceras, se volvieron a pesar los animales y las canales 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<sup>(25)</sup>. Para obtener el costo por concepto de alimentación, se multiplicó 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<sup>(26)</sup>:

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

En el caso de los tratamientos 2, 3 y 4, para cada ingrediente (concentrado y FVHC) 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 experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con el siguiente modelo estadístico para análisis de resultados.

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, 4. \\ j = 1, 2, 3, 4. \end{array}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta

$u$  = Media general.

$T_i$  = Efecto  $i$ -ésimo tratamiento sobre la variable de respuesta.

$E_{ij}$  = Error experimental.

El análisis estadístico se realizó por medio de un análisis de varianza conforme al diseño empleado y las diferencias entre las medias fueron evaluadas mediante la prueba de Tukey, utilizando el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Nuevo León, versión 2.5<sup>(27)</sup>. La significancia estadística se consideró con  $P < 0.05$  y  $P < 0.01$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en 35 días de experimentación con la suplementación de FVHC en los parámetros productivos y el rendimiento en canal en conejos Nueva Zelanda se pueden observar en el Cuadro 5.

### Ganancia de peso

Se puede apreciar que existieron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos, siendo similares los tratamientos 1 y 2; seguido por el tratamiento 3 y posteriormente el tratamiento 4.

Uno de los factores más importantes para obtener el máximo aumento de peso es el contenido energético de la ración<sup>(9)</sup>. De Blas y Santoma propusieron que el alimento utilizado debe contener 2500 Kcal ED/kg<sup>(13)</sup>, además señalan que por cada gramo de aumento de peso los conejos requieren 9.5 kcal ED/kg. Otro factor que determina una mejor ganancia de peso es la cantidad de proteína bruta de la dieta, las normas del NRC (1977)<sup>(26)</sup> y De Blas y Santoma<sup>(11)</sup>, recomiendan un 16% de proteína bruta, aunque con niveles más elevados entre 17 y 20% puede obtenerse una mayor velocidad de crecimiento. En el Cuadro 6 podemos ver que sólo las dietas 1 y 2 cubrían los requerimientos de energía digestible recomendados, por lo que obtuvieron las mejores ganancias, y aunque estadísticamente no hubo diferencia entre estos tratamientos (Figura 2), numéricamente la dieta 1 obtuvo mejor ganancia, debido a que el nivel de proteína fue mayor con respecto al tratamiento 2. En el caso de los tratamientos 2 y 3, la ganancia fue menor debido a que el aporte de energía estaba por debajo de los niveles recomendados, ya que la energía aportada por el FVHC fue insuficiente para poder sustituir la del concentrado (Cuadro 4) y a medida que incrementaba el nivel de suplementación disminuía el aporte de energía en la dieta (Cuadro 6). Resultados similares fueron

obtenidos por Huang et al.<sup>(14)</sup> al suplementar con *Arachis pintoi* y *Digitaria sp.* a la dieta de conejos.

#### Consumo de alimento

Se aprecia en el Cuadro 5 que el consumo de alimento en base seca se redujo ( $P < 0.01$ ) a medida que aumentaba el nivel de FVHC.

El consumo de alimento en los conejos 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<sup>(15)</sup>, obligando a que el paso del alimento a través del tracto digestivo sea más rápido, esto es favorecido por la rápida salida de las partículas fibrosas y lignificadas en las heces duras, permitiendo un mayor consumo y una mejor utilización de las partículas digeribles del forraje<sup>(17)</sup>. Otra función importante de la fibra en la dieta es la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) a nivel del ciego como producto de la fermentación bacteriana, contribuyendo en parte a cubrir las necesidades energéticas de mantenimiento, como una importante fuente de energía para el metabolismo de los tejidos del intestino grueso favoreciendo la absorción de electrolitos y nutrientes en el colon del conejo<sup>(9)</sup>. Cheeke señala que la producción de ácido butírico disminuye al aumentar el nivel de fibra en la dieta<sup>(9)</sup>, Carabaño y Fraga citan que la proporción de butírico aumenta al disminuir el nivel de fibra en la dieta<sup>(7)</sup>. Este ácido graso inhibe los movimientos peristálticos del intestino aumentando el tiempo de retención del alimento<sup>(9)</sup>, disminuyendo el consumo de alimento y a la vez es considerado como un factor desencadenante de problemas de diarrea. Dietas con niveles de fibra cruda (FC) inferiores al 14% tienen mayor incidencia de diarreas así como un aumento del contenido cecal debido a una disminución de la velocidad de tránsito<sup>(7)</sup>. Por consiguiente la fibra

juega un papel fundamental en la regulación de la velocidad de tránsito del alimento y del contenido cecal según Rossel<sup>(31)</sup>, por lo anterior y comparando los Cuadros 5 y 6, podemos ver que en los tratamientos 2, 3 y 4, a medida de que disminuía la cantidad de energía, aumentaba el de fibra, provocando que el consumo de alimento fuera menor (Figura 3), con una respuesta negativa del animal de mayor consumo para poder cubrir sus necesidades de energía<sup>(31)</sup>, quizás por el alto contenido de humedad.

Aunque en ninguno de los tratamientos se presentaron problemas digestivos, podemos observar en el Cuadro 6, que solamente las dietas al 20 y 30% de suplementación tenían niveles de FC mayores al 14%, por lo que podrían ser una opción para prevenir problemas digestivos.

#### Conversión alimenticia en materia seca

Con respecto a este parámetro, no se observó diferencia estadística entre tratamientos como se ve numéricamente en el Cuadro 5, y gráficamente en la Figura 4. Numéricamente fue mejor para el tratamiento 4 debido a la mayor cantidad de FVHC utilizado en la dieta, que proporcionó menor cantidad de materia seca debido a su alto porcentaje de humedad (Cuadro 4).

#### Rendimiento en canal

El rendimiento en canal varía de acuerdo al tipo de dieta que recibe el animal, ya que al aumentar el contenido de fibra, hay un incremento en el peso del aparato digestivo y de su contenido, disminuyendo el rendimiento<sup>(30,11)</sup>, el cual oscila entre el 55 y el 60%<sup>(11)</sup>. En el Cuadro 5 podemos observar que aunque no hubo diferencia estadística entre tratamientos y que todos están dentro del parámetro sugerido, numéricamente el tratamiento al 0% tuvo un mejor rendimiento (Figura 5),



debido a que sus niveles de fibra eran menores comparados con los demás tratamientos.

#### Costo por concepto de alimentación

Los productos derivados del conejo tales como la carne, piel y pelo, se obtienen mediante el consumo y transformación de los alimentos representando entre el 55 al 70% de los costos de producción<sup>(30,34)</sup>, en lo que concierne a producción de carne este es el más importante<sup>(24)</sup>. En el Cuadro 7 podemos observar que a medida que aumentaba el grado de suplementación el costo por alimentación se reducía por lo que los tratamientos 3 y 4 resultan ser mas económicos en comparación con el 1 y 2. Sin embargo, en el Cuadro 8 podemos observar que al realizar una comparación de las dietas utilizadas entre el costo por alimento y la unidad de producto obtenida, los resultados varían y en este caso los tratamientos 2 y 4, presentan una mejor relación entre el costo por alimentación y la ganancia de peso obtenida y por lo tanto, resulta mas económico producir 1 Kg. de ganancia de peso.

Entre algunas características que aunque no se midieron, pero que se observaron estuvieron: la cantidad de grasa acumulada a nivel del lomo y riñón en cada tratamiento, siendo mayor para las canales al 0% y esta se reducía progresivamente con respecto aumentaba el nivel de suplementación, siendo mas notorio en el tratamiento al 30%, además de que a la palpación se pudo sentir un grado de suavidad mayor en las canales al 20 y 30%. Posiblemente en investigaciones futuras seria bueno analizar estas variables y la influencia que pueda tener el FVHC sobre ellas, así como la posibilidad de poderlo utilizar como inclusión en la dieta, sustituyendo algún ingrediente del pellet o bien en explotaciones de tipo familiar donde la obtención de forraje fresco como la alfalfa es

dificil o en su defecto que pueda venir contaminada por algún agente infeccioso debido al uso de aguas negras para su riego, de esta manera el cunicultor al producir su propio forraje tiene en sus manos el control de la sanidad de su alimento y el de sus animales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### CONCLUSIONES

El nivel de reemplazo de alimento concentrado por FVHC en conejos Nueva Zelanda durante la etapa de engorde del 10%, no tuvo un efecto detrimental sobre los parámetros productivos y el rendimiento en canal. Sin embargo los tratamientos 3 y 4 podrían ser una alternativa para las explotaciones de tipo familiar o semiintensivo aunque esto involucre un mayor tiempo de engorde para alcanzar los parámetros productivos y de rendimiento, pero a menor costo por concepto de alimentación, y con menor riesgo de que se presenten problemas de diarrea.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez J. La Comercialización de los productos Cunicolas en Buxade C. Zootecnia tomo X: España. Mundi-Prensa, 1996: 117-134.
2. Anónimo. Forraje Verde Hidropónico. Sobretiro. La Serenisima 1976; 35: 14-19.
3. Anónimo. La pradera de probeta revoluciona la ganadería. Agro-síntesis. 1981; 12: 20-29.
4. Anuario de la Cunicultura Española. 95/96 Real Escuela de Avicultura.
5. AOAC, Official Methods of Analysis. 15<sup>a</sup> ed. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
6. Aprende fácil. Cultivos hidropónicos No. 9. Colombia: ediciones culturales ver LTDA.
7. Carabaño R, Fraga MJ. Coprofagia en De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2<sup>a</sup> ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 15-27.
8. Carabaño R, Piquer J. The Digestive System of the Rabbit en De Blas C and Wiseman J.: The Nutrition of the Rabbit. USA. CABI Publishing, 1998: 1-16.
9. Cheeke PR. Alimentación y Nutrición del Conejo. 1<sup>a</sup> ed. España: Acribia, 1995.
10. Colombo T, Zago LG. El conejo. 1<sup>a</sup> ed. España: De Vecchi, 1998.
11. De Blas C, Santoma G. Rendimiento en el Periodo de Cebo. En De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2<sup>a</sup> ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 43-51.
12. Douglas JS. Hidroponía como cultivar sin tierra. 1<sup>a</sup> ed. Argentina: El ateneo, 1972.
13. Fraga MJ. Necesidades de Nutrientes en De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2<sup>a</sup> ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 61-74.
14. Fraga MJ. Protein Digestion en De Blas C and Wiseman J.: The Nutrition of the Rabbit. USA. CABI publishing, 1998: 39-54.

15. García E. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 4ª ed. México: SIGSA. 1987.
16. Gidenne T. Fisiología Digestiva Cecal y Factores que la Influencian. Cunicultura 1996; 21: 256-268.
17. Gidenne T. Caeco-coili Digestion in the Growing Rabbit: Impact of Nutritional Factors and Related Disturbances. Livestock Production Science 1997; 51: 73-78.
18. Herrera CA. Evaluación Agronómica de Germinados Hidropónicos de Avena y sus concentraciones de 6-Metoxibenzoxazolinona. (Tesis de licenciatura). (Edo. de México) México: Universidad Autónoma Chapingo, 1996.
19. Huang XS, Zheng ZD, Fang JM, Wu JC, Fu CZ. Nutrition Improvement for Rabbits by Feeding Orchard-Growing Forage on Hilly Red Soils. Journal of Fujian Academy of Agricultural Sciences 1988; 13: 102-107.
20. Huterwal GO. Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra. 1ª ed. Argentina: Albatros, 1989.
21. Lebas F. Alimentación Práctica en el Engorde. Cunicultura. 1992; 17: 86-91.
22. Martínez CMA. Cunicultura. 1ª ed. México: UNAM-FMVZ, 1993.
23. McNitt JI, Patton NM, Cheeke PR, Lukefahr SD. Rabbit Production. 8ª ed. EUA: Interstate Publishers, 2000.
24. Méndez J, Villamide MJ. Manejo de la Alimentación en De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2ª ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 133-151.
25. Miranda VI, Hernández OJ. Hidroponía. 1ª ed. México: UACH, 1999.
26. Nutrient Requirements of Rabbits. 2ª ed. USA: The National Research Council, 1977.
27. Olivares SE. Paquete de Diseños Experimentales FAVANL (programa computacional) Versión 2.5. Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de nuevo León. Marín NL, 1994.

28. Ortega OFJ. Evaluación nutricional en Laboratorio de Forraje Hidropónico de cebada (tesis de licenciatura). México (DF) México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, 1990.
29. Resh HM. Cultivos hidropónicos. 3ª ed. España: Mundi-Prensa, 1992.
30. Roca FL. Tratado de Cunicultura 1. 1ª ed. España: Tecnograf S.A, 1980.
31. Rosell JM. Patología de la Alimentación en De Blas BC. Alimentación del Conejo. 2ª ed. España: Mundi-Prensa, 1989: 153-174.
32. Samperio RG. Hidroponía Básica. 1ª ed. México: Editorial Diana, 1997.
33. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Estadística del subsector pecuario en los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Economía Agrícola. México (DF) SARH, 1981.
34. Templeton GS. Cria del Conejo Doméstico. 1ª ed. México: Continental, 1975.
35. Winkelmann J, Lammers HJ. Enfermedades de los Conejos. España: Acribia. 1997.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

**CUADROS Y FIGURAS**

**Cuadro 1. Composición de la carne de conejo comparada con la de otras especies.**

Especie	Agua g	Proteína bruta g	Lípidos g	Sodio mg
Bovino	49	15.5	35	65
Ovino	53	15	31	75
Porcino	54.5	15	29.5	70
Pollo	67	19.5	12	70
Conejo	70	21	8	40

Fuente: Alvarez<sup>(1)</sup>.

**Cuadro 2. Análisis bromatológico del Forraje Verde Hidropónico de Cebada a 15 días de crecimiento.**

	FVHC
Materia Seca, %	19.65
Proteína Cruda, %	16.86
Extracto Etéreo, %	15.33
Cenizas, %	5.96
Fibra Cruda, %	12.61
Energía digestible Mcal/kg	3.13
Extracto Libre de Nitrógeno, %	49.24
Total de nutrientes digestibles %	86.92

Fuente Ortega (1990)<sup>(1-3)</sup>.

TESIS CON  
FALLA DE CUBIEN

**Cuadro 3. Cantidad de alimento concentrado y Forraje Verde Hidropónico de Cebada administrado diariamente por conejo, durante las 5 semanas de experimentación.**

Semana	T1		T2		T3		T4	
	Concentrado	0% FVHC	Concentrado	10% FVHC	Concentrado	20% FVHC	Concentrado	30% FVHC
1	91.00*	0.00	81.90	9.10	72.80	18.20	63.70	27.30
2	121.00*	0.00	108.90	12.10	96.80	24.20	84.70	36.30
3	146.00*	0.00	131.40	14.60	116.80	29.20	102.20	43.80
4	167.00*	0.00	150.30	16.70	133.60	33.40	116.90	50.10
5	184.00*	0.00	165.60	18.40	147.20	36.80	128.80	55.20

\* Cantidad de concentrado recomendadas por el Anuario de Cunicultura Española 95/96<sup>(4)</sup>.

**Cuadro 4. Análisis Químico Proximal del alimento concentrado y del Forraje Verde Hidropónico de Cebada.**

	Alimento concentrado	FVHC
Materia Seca, %	91.13	16.10
Humedad, %	8.87	83.90
Proteína Cruda, %	15.71	2.18
Extracto Etéreo, %	3.26	0.41
Cenizas, %	11.69	0.72
Fibra Cruda, %	12.31	2.63
Energía digestible Kcal/kg	2510	2420
Extracto Libre de Nitrógeno, %	48.16	10.14

Departamento de Bioquímica y Nutrición Animal, FMVZ; UNAM.  
\* Calculada de acuerdo a la fórmula citada por Cheeke<sup>(5)</sup>.



**Cuadro 5. Efecto de la suplementación con Forraje Verde Hidropónico de Cebada sobre los parámetros productivos en base a materia seca en conejos Nueva Zelanda.**

Tratamiento	Peso final g.	Ganancia de peso g.	Consumo de materia seca g.	Conversión alimenticia ajustada a materia seca	Rendimiento en canal %
0%	2221	1290 <sup>a</sup>	4301 <sup>a</sup>	3.353 <sup>a</sup>	58.62 <sup>a</sup>
10%	2175	1260 <sup>a</sup>	4060 <sup>ab</sup>	3.230 <sup>a</sup>	58.27 <sup>a</sup>
20%	2058	1155 <sup>b</sup>	3769 <sup>bc</sup>	3.264 <sup>a</sup>	58.05 <sup>a</sup>
30%	2013	1091 <sup>c</sup>	3516 <sup>c</sup>	3.223 <sup>a</sup>	57.50 <sup>a</sup>

\*. b. c. Valores con distinta literal en columna son estadísticamente diferentes (P<0.01).

**Cuadro 6. Aporte nutricional de las dietas al 0, 10, 20 y 30% de suplementación con Forraje Verde Hidropónico de Cebada.**

Tratamiento	Mcal ED/kg	Proteína	Fibra
	aportado	aportada (%)	aportada (%)
0 %	2.51	17.30	13.50
10 %	2.50	16.92	13.78
20 %	2.49	16.54	14.06
30 %	2.48	16.16	14.34

**Cuadro 7. Costos por concepto de alimentación al utilizar Forraje Verde Hidropónico de Cebada como suplemento en conejos Nueva Zelanda de engorda.**

Tratamiento	Consumo de concentrado	Consumo de FVHC	Costo por Concentrado <sup>1</sup>	Costo por FVHC <sup>2</sup>	Costo total del alimento
1	4.72	0.00	13.55	0.00	13.55
2	4.36	0.48	12.51	0.24	12.75
3	3.96	0.98	11.37	0.49	11.86
4	3.59	1.49	10.30	0.75	11.05

<sup>1</sup> el costo por Kg. de concentrado fue de \$2.87 pesos.

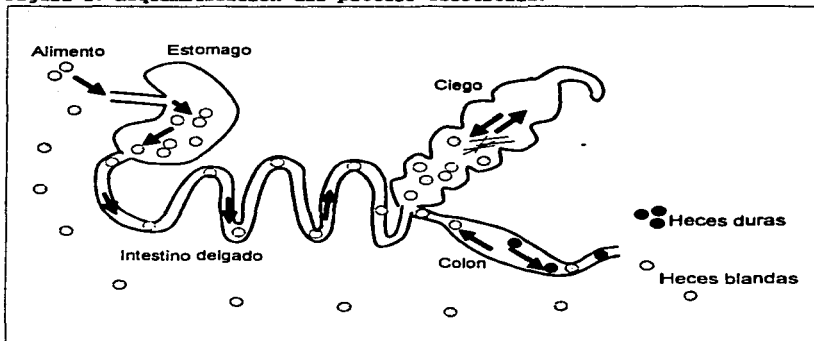
<sup>2</sup> el costo por Kg. de FVHC fue de \$0.25 pesos.

FVHC = Forraje Verde Hidropónico de Cebada.

**Cuadro 8. Comparación del costo por concepto de alimentación para producir 1 Kg de ganancia de peso.**

Costo total	Ganancia de Peso	Costo por Kg de peso producido
13.55	1.29	10.50
12.63	1.26	10.03
11.61	1.16	10.05
10.68	1.09	9.79

Figura 1. Esquematzación del proceso cecotrofia.



En la primera digestión el alimento  $\circ$  ingerido llega a estómago, pasa por el intestino delgado hasta llegar a la válvula ileocecal y después al ciego donde se lleva a cabo la fermentación y el contenido cecal  $\odot$  pasa a colón, la parte fibrosa del alimento es eliminada en forma de heces duras  $\bullet$ , mientras que las heces blandas son ingeridas directamente del ano por el conejo; Pasan nuevamente por estómago, intestino delgado y sin pasar por ciego son eliminadas en forma de heces duras.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

