



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN ENGORDA Y RENDIMIENTO EN CANAL EN CONEJOS NUEVA ZELANDA BLANCO CON ALIMENTOS DE DISTINTO APORTE NUTRICIONAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

FERNÁNDEZ GIJÓN ROSALBA ASTRID

ASESORES: MVZ MC FRANCISCO ALEJANDRO CASTREJÓN PINEDA
MVZ GUADALUPE HILDA JANDETE DIAZ



MÉXICO, D.F.

2011



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 mi familia:

Mi madre, mis hermanos y mi hermana por su apoyo incondicional y por impulsarme a seguir.

A Iván:

Por su apoyo incondicional, su cariño y su comprensión.

A la UNAM:

Por haberme dado la oportunidad de desarrollarme en esta gran institución.

*“Quien vence a otros, es fuerte;
quien se vence a sí mismo, es
poderoso”*

Sun Tzu

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Francisco Castrejón por su apoyo, enseñanza, tiempo y dedicación para poder concluir mi tesis, sobre todo por impulsarme a continuar.

A la Dra. Hilda Jandete por su disponibilidad, confianza y consejos para mi tesis.

Al Dr. Ernesto Ávila por el apoyo y las facilidades brindadas para realizar este trabajo.

A la compañía Malta Cleyton por la donación del alimento para poder llevar a cabo esta tesis.

A todo el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica por las facilidades dadas.

Al Dr. Benjamín Fuente por asesorarme y atenderme en todo momento, muchas gracias.

Al Dr. Janitzio Bautista, a los técnicos Martín Flores y Teresa Martínez por su colaboración en el laboratorio.

A mis sinodales el Dr. Miguel Ángel Martínez, Dra. Yolanda Castañeda y Dr. Agustín Bobadilla quienes me guiaron para mejorar este trabajo.

A los amigos del laboratorio: Jonathan, Valeria y Edgar por su apoyo y amistad, especialmente al MVZ Gustavo Flores por su paciencia, accesibilidad e interés en ayudarme.

Al personal del CEIEPAv, sobre todo al área de cunicultura y a mis compañeros: Marisa, Betza, Kike, Lili 1, Lili 2 y Vero por su ayuda y por hacer el trabajo más ameno.

A mis amigos, con los que he compartido grandes momentos: Elizabeth, Armando, Chava, Toña, Paty, Natalia y Tania muchas gracias por su apoyo, por su compañía, por los buenos consejos y por estar siempre con una palabra de aliento para mí cuando los he necesitado, especialmente a Juan Manuel Pavón por mostrarme los colores de la vida y sobre todo por soportarme.

CONTENIDO

	Página
I. RESUMEN	VIII
II. INTRODUCCIÓN	
III. Revisión de literatura.....	1
3.1. Aspectos nutricionales del conejo	
3.1.1. Aparato digestivo del conejo.....	1
3.1.2. Cecotrofia.....	5
3.1.3. Alimentación del conejo de engorda.....	7
3.2. Necesidades nutricionales durante el período de engorda	
3.2.1. Energía.....	8
3.2.2. Proteína.....	9
3.2.3. Fibra.....	10
3.2.4. Relación fibra:proteína.....	12
3.2.5. Grasas.....	13
3.2.6. Minerales.....	14
IV. JUSTIFICACIÓN.....	15
V. HIPÓTESIS.....	16
VI. OBJETIVOS.....	17

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Localización del estudio.....	18
7.2. Animales y alojamiento.....	18
7.3. Descripción de los tratamientos.....	19
7.4. Manejo alimenticio.....	20
7.5. Variables de respuesta.....	21
7.6. Análisis estadístico.....	22

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Análisis químico proximal y fracciones de fibra.....	23
8.2. Aporte de minerales.....	26
8.3. Variables productivas	
8.3.1. Peso inicial.....	28
8.3.2. Consumo de alimento.....	28
8.3.3. Ganancia de peso.....	29
8.3.4. Conversión alimenticia.....	30
8.3.5. Rendimiento en canal.....	31

IX. CONCLUSIONES.....

33

X. RECOMENDACIONES.....

33

XI. LITERATURA CITADA.....

34

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Composición química promedio de contenido cecal y de las heces blandas y duras.....	38
Cuadro 2. Características del alimento en pellet para conejos.....	38
Cuadro 3. Relación entre proteína y fibra de las raciones para conejos.....	39
Cuadro 4. Composición química en base seca de cuatro alimentos para conejos en finalización.....	39
Cuadro 5. Comparación de los diferentes nutrimentos aportados por el alimento de conejos en engorda con las necesidades según varios autores.....	40
Cuadro 6. Composición mineral de cuatro alimentos comerciales proporcionados a conejos en etapa de engorda.....	40
Cuadro 7. Comparación de los diferentes elementos minerales en el alimento de conejos en engorda con las necesidades según algunos autores.....	41
Cuadro 8. Macro minerales (g kg^{-1} de alimento) para conejos en engorda en cría intensiva recomendados por diversos autores.....	41
Cuadro 9. Micro minerales o elementos traza (mg kg^{-1} dieta) para conejos en engorda en cría intensiva recomendados por diversos autores.....	42

Cuadro 10. Comportamiento productivo de conejos Nueva Zelanda Blanco en engorda con distinto alimento comercial.....	42
Cuadro 11. Valores medios que indica la literatura para ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión del alimento durante el período de engorda del conejo.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Peso inicial.....	44
Anexo 2. Ganancia de peso.....	46
Anexo 3. Consumo de alimento.....	49
Anexo 4. Índice de conversión alimenticia.....	53

I. RESUMEN

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN ENGORDA Y RENDIMIENTO EN CANAL EN CONEJOS NUEVA ZELANDA BLANCO CON ALIMENTOS DE DISTINTO APOORTE NUTRICIONAL. Trabajo de tesis realizado por **FERNÁNDEZ GIJÓN ROSALBA ASTRID** bajo la asesoría de MVZ MC Francisco Alejandro Castrejón Pineda y MVZ Guadalupe Hilda Jandete Díaz

Con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo en engorda y rendimiento en canal en conejos Nueva Zelanda Blanco al recibir alimento comercial distinto en aporte nutricional y diferente proporción fibra detergente neutro (FDN): proteína. Se utilizaron 80 conejos de 35 días de edad, alojados en jaulas individuales en una caseta de ambiente natural. El experimento se desarrolló en 4 períodos de 35 días cada uno, en cada período hubo 7 días de adaptación al alimento, y 28 de engorda. En cada período, 20 conejos se distribuyeron en forma aleatoria en un diseño experimental de bloques al azar (bloqueo por período) con 4 tratamientos (dieta de alimento comercial con distinto aporte nutrimental) y 5 repeticiones cada uno. Diariamente se midió consumo de alimento (CA), y semanalmente ganancia de peso (GDP) e índice de conversión alimenticia (ICA). A 70 días de edad los conejos se sacrificaron para evaluar el rendimiento en canal (RC) utilizando el peso de la canal con riñones e hígado sin vesícula. No hubo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$) en las variables GDP y RC. Hubo diferencia ($P<0.05$) en CA e ICA: T2 registro mayor ICA (4.14) que los otros tratamientos (3.80, 3.73 y 3.64 en T1, T3 y T4, respectivamente), similares ($P>0.05$) entre sí. Dentro del intervalo 2.54 – 3.36 en proporción FDN: PC no hubo efecto sobre las variables evaluadas. Los conejos consumieron más alimento en T2 ($P<0.05$) para compensar un bajo nivel de los micro minerales: Fe, Cu, Zn y Mn.

II. INTRODUCCIÓN

La población humana ejerce día con día una creciente presión sobre los recursos alimenticios, por lo que es probable que el conejo asuma un papel cada vez más importante como fuente de alimento.

El conejo tiene el potencial de convertirse en una de las especies domésticas más importantes ya que posee varios atributos que le confieren cierta ventaja sobre otros animales domésticos de producción.¹

La producción mundial de carne de conejo está evaluada en 1 millón de toneladas, de esta el 54% es producida en la Unión Europea. Los principales productores son: China, Italia, España, y Francia quienes contribuyen con 3 / 4 partes de la producción mundial.^{2,3}

México en el 2004 produjo 15, 000 toneladas de carne, los principales estados fueron Jalisco, Guanajuato, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Estado de México, así como el Distrito Federal.⁴

El consumo de esta carne por habitante en México es aproximadamente de 300 g al año, mientras que a nivel mundial la República de Malta al sur de Italia consume 15 kilogramos por habitante al año, en México el Municipio con el mayor consumo de este producto es Texcoco en el Estado de México.⁵

El 70% de la producción cunicula en México se encuentra en sistemas familiares o de autoconsumo que cuentan con 30 hembras o menos, no se tiene una producción constante y la carne obtenida se destina principalmente al autoconsumo, el 30%

restante se encuentra en sistemas semi intensivos e intensivos los cuales tiene más de 50 hembras en producción y emplean metodologías que permiten aumentar la productividad.⁶

Los conejos pueden ser criados con dietas con bajo contenido de grano y alto en fibra. Dado que la competencia entre los seres humanos y el ganado por los cereales se intensifica, los conejos presentan una ventaja competitiva con respecto a los cerdos y a las aves, ya que estos animales no pueden mantenerse con dietas altas en fibra o dietas que no contienen grano.^{1,9}

Debido a su rápida tasa de crecimiento, período de gestación corto, y la capacidad de aparearse inmediatamente después de parir, los conejos tienen un potencial reproductivo asombroso. En la producción comercial, este alto potencial reproductivo es de gran importancia.^{1,9}

La carne de conejo es un producto sano, que en comparación con otras carnes es más alta en proteína y baja en grasa, colesterol y sodio. La carne es blanca, fina y baja en contenido calórico. El tamaño de la canal, la calidad de la carne y la amplia gama de métodos para su preparación hacen de la carne de conejo un alimento excelente y económico para su uso en cualquier época del año.^{1,9}

En México el bajo consumo de carne de conejo probablemente se debe a que muchas personas desconocen sus propiedades y en algunas regiones hay muy poca oferta debido a los problemas existentes en los canales de comercialización. Esas son las principales causas que han limitado la producción de conejo a nivel nacional.⁶

El costo de la alimentación en conejos generalmente representa más del 60 % del total de los costos totales de producción, es posible deducir, que la eficiencia de utilización del alimento a partir de su transformación en el producto animal deseado, debe recibir la mayor atención y estudio para utilizar preferiblemente el alimento que mejor conversión registra sobre los parámetros productivos, en este caso carne de conejo con un rendimiento de canal adecuado.^{7,8}

En el mercado existen distintos alimentos balanceados comerciales para conejos que en su publicidad indican que mediante su uso se obtendrá el mejor comportamiento productivo, sin embargo, presentan diferencias en ocasiones en su composición nutrimental y otras veces en la respuesta productiva, por lo que resulta esencial evaluarlos en pruebas de alimentación que revelen su verdadero efecto sobre los parámetros productivos.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Aspectos nutricionales del conejo

La nutrición implica diversas reacciones químicas y procesos fisiológicos que transforman los alimentos en tejidos corporales y obtención de energía. Comprende la ingestión, digestión y absorción de los diferentes principios nutritivos que integran el alimento, el transporte de los nutrimentos hacia todas las células, así como la eliminación de elementos no utilizados por el metabolismo. El objetivo de la nutrición es proveer de todos los nutrientes esenciales en las cantidades adecuadas y en las óptimas proporciones.^{7,8}

Las características del aparato digestivo son el principal factor que influye sobre las necesidades nutritivas y los tipos de alimentos que deben utilizarse para una correcta utilización y aprovechamiento de los nutrimentos por parte del animal.^{8,9}

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un animal herbívoro no rumiante con fermentación cecal. Posee características digestivas poco comunes y sólo compartidas por otros lagomorfos.^{1,9}

3.1.1. Aparato digestivo del conejo.

Su aparato digestivo está adaptado para la digestión de grandes cantidades de alimentos fibrosos, se caracteriza por un mayor tamaño del ciego y colon y por la actividad microbiana en estos compartimentos; principalmente la actividad

microbiana del ciego tiene gran importancia en el proceso de digestión y utilización de nutrientes.^{10,11}

El primer compartimento que presenta secreción de enzimas digestivas es el estómago; en el conejo es simple, en forma de bolsa, de paredes finas y con escasa musculatura por lo que posee poca capacidad de contracción; comprende alrededor de 15 % del volumen del tracto gastrointestinal. Cuenta con el cardías que impide el vómito y posee un área pilórica muscular. Siempre hay material alimenticio en el estómago por lo que nunca se encuentra vacío.^{10,11,12} En él se distinguen dos zonas: fúndica y pilórica. En la zona pilórica el pH es muy bajo (1 a 2 en animales adultos), e incluso en animales jóvenes destetados precozmente, lo que asegura la desnaturalización de las proteínas alimenticias, formando una barrera séptica frente a la contaminación microbiana por vía oral.^{1,13}

El intestino delgado es un conducto tubular de paredes lisas con una longitud de 3 m y un diámetro en conejos adultos de 1 cm. Está formado por 3 porciones: duodeno, yeyuno e íleon. El tránsito digestivo en esta zona es muy rápido (2-4 h).^{11,12} El duodeno es la porción de mayor longitud, los alimentos llegan a través del esfínter pilórico; su función es el mezclado de los alimentos con la bilis y el jugo pancreático.¹² Las glándulas de la mucosa duodenal secretan un líquido viscoso con un pH de 8.0 a 8.2, alcalinidad que se debe a la concentración de bicarbonatos, esta neutraliza la acidez del alimento que pasa del estómago, llega al intestino con un pH entre 1.8 y 2.2.^{11,12}

El yeyuno es el principal lugar de absorción, es largo y plegado. El íleon posee una pared delgada que se asocia estrechamente al mesenterio que conecta una parte del colon proximal al ciego para formar la unión ileocecolónica. Al final de su trayecto el íleon se expande en una pared gruesa dando origen al ciego también denominado *sacculus rotundus*.^{1,9,11} El *sacculus rotundus* es único del conejo, cuenta con abundantes agrupaciones de tejido linfóide y macrófagos en la lámina propia y submucosa.¹¹ La válvula ileocecolónica controla el movimiento del contenido intestinal, dirige selectivamente su curso ya sea hacia el ciego o colon dependiendo de la consistencia y naturaleza de este.^{1,11}

El tiempo estimado de retención del contenido en el yeyuno e íleon son 10-20 y 30-60 minutos, respectivamente.¹¹

El ciego es un órgano en espiral muy grande, de pared delgada, termina en su parte distal en un saco ciego llamado apéndice cecal, este se encuentra dotado de tejido linfóide por lo que participa en la resistencia de enfermedades.^{9,11} El ciego en el conejo es fundamental ya que es el principal órgano de fermentación, es de 6 a 12 veces más voluminoso que el estómago, pudiendo alcanzar un 50% del total del aparato digestivo.^{9,10,12} Recibe el contenido del intestino delgado a través de la válvula ileocecolónica. Realiza movimientos peristálticos; contrayéndose regularmente de 10 a 15 veces cada 10 minutos, homogeneizando el contenido.¹² El apéndice secreta fluidos alcalinos ricos en iones bicarbonato que tienen la finalidad de amortiguar el pH del contenido del

ciego, ya que este tiende a ser ácido a causa de los procesos fermentativos que producen grandes cantidades de ácidos grasos volátiles (acético, butírico y propiónico).^{9,10} La ingesta permanece en este órgano por un lapso de 5 a 8 horas.⁹

El colon inicia en la unión ileocecolónica, se puede dividir en dos porciones: colon proximal (aproximadamente 35 cm de largo) y el colon distal (80 - 100 cm de largo).^{10,11}

El colon proximal a su vez se puede dividir en tres segmentos: 1) el primer segmento o segmento triplemente haustrado posee tres hileras de saculaciones (haustras) separadas por tres tenias; 2) el segundo segmento o segmento haustrado simple, tiene solo una hilera de saculaciones y una gran tenia cubriendo la mitad de la circunferencia, y 3) el tercer segmento o *Fusus coli* es una zona muscular de aproximadamente 4 cm de largo, no tiene haustras ni tenias pero se encuentra muy innervado; por lo que actúa como un marcapasos durante la fase de formación de los 2 tipos de heces.^{9,11}

El colon distal va desde el *Fusus coli* hasta el recto; posee una mucosa lisa que no presenta saculaciones. Esta sección es de paredes delgadas y por lo general contiene heces fecales duras.¹³

Por último está el recto que tiene la misión de fragmentar las heces, recibe el contenido residual del colon con un 50-60% de humedad y expulsa desechos fecales con sólo un 15-18% de humedad.^{12,13}

3.1.2. Cecotrofia

Este proceso constituye una de las principales singularidades de la especie. Implica que hay material alimenticio que transita por segunda intención en el tracto digestivo, por tanto ha sido semiprocesado y modificado durante su primer ingreso.⁹

La cecotrofia no se produce como respuesta a un desequilibrio nutricional, sino que representa una estrategia especializada. Esta estrategia utiliza la fermentación bacteriana digestiva para sintetizar nutrientes y evita la necesidad de almacenar grandes volúmenes de alimentos en el tracto digestivo.^{10,11} Este comportamiento aparece cuando el conejo deja de depender únicamente de la leche materna y comienza a ingerir alimento sólido, en promedio se efectúa entre los 18 y 20 días de edad.^{11,12}

Los mecanismos de separación de partículas a nivel del ciego y del colon proximal dan lugar a la formación de 2 tipos de excretas: heces duras o diurnas y heces blandas o cecotrofos.⁹

El ciego se encuentra constantemente en movimiento, mezclando el contenido mediante rápidas contracciones hacia adelante y hacia atrás a lo largo del mismo. Existe un flujo continuo de material entre el ciego y el colon proximal. La separación de las partículas grandes de las pequeñas tiene lugar de forma mecánica.¹⁰ Las partículas pequeñas (<0.3 mm) y el contenido digestivo soluble por contracciones de los haustras retroceden al ciego, donde ocurre la

fermentación bacteriana; mientras que las partículas más grandes y la fibra no digerible progresan rápidamente por el colon para dar lugar a la formación de heces duras.^{11,12} Para que tenga lugar la separación de las partículas por su densidad, es necesaria la secreción de líquidos en el colon proximal.¹¹

Las heces duras se producen en los haustras independientes del colon. Tienen lugar contracciones por segmentos que agrupan los productos de la digestión en los gránulos fecales, al tiempo que las contracciones de los haustra hacen retroceder el agua hacia el ciego. Por tanto, se produce la separación mecánica de agua y no la absorción de esta.^{9,12}

Los cecotrofos o heces blandas son porciones en forma de esferas rodeadas por una capa mucilaginosa segregada por las células secretoras de moco del colon, esta les da el aspecto de bolas húmedas y las mantiene aisladas o agrupadas en cadenas o racimos.^{9,10} El color puede variar de acuerdo con el tipo de alimento, cuando consumen alfalfa son de un tono verdoso oscuro, y si consumen zanahoria son grisáceos amarillentos.^{12,14} Por lo tanto, los cecotrofos consisten en racimos que los conejos puedan reconocer; estos son consumidos directamente del ano, los tragan sin masticar y se almacenan intactos en el estómago por 3-6 h. Su excreción sigue un ritmo circadiano, que es opuesto al consumo de alimento y la excreción de heces duras. La cecotrofia se produce principalmente durante el período de luz, mientras que el consumo de alimento y la excreción de heces duras ocurre en la oscuridad.^{9,10,11} Los mecanismos de reconocimiento no son claros; se

menciona el olor especial de las heces blandas en comparación con la de las heces duras o la existencia de mecano receptores en el recto, como factor que interviene en la reingestión de las heces blandas. El *Fusus coli* es una zona especialmente adaptada que actúa como un marcapasos diferenciando la expulsión de los 2 tipos de heces.¹⁰

Como consecuencia de la separación mecánica del contenido intestinal en el ciego y el colon proximal, la composición química de los cecotrofos es muy similar al contenido cecal. Los cecotrofos tienen una alta proporción de proteína (entre 23 y 33%, en base seca), de la cual alrededor del 50% es de origen microbiano. Hace un aporte significativo de proteínas para el animal (del orden de un 15% de sus necesidades totales) y aún mayor de aminoácidos esenciales (especialmente lisina y treonina). También tiene importancia el reciclado de las heces blandas en el aporte de vitaminas del complejo B, vitamina K y minerales (Cuadro 1). La excreción depende del consumo de materia seca y del tipo de dieta.¹³

3.1.3. Alimentación del conejo de engorda

Después del destete continua la fase de engorda en la cual los animales son alimentados *ad libitum*, realizan de 25 a 30 comidas al día durante la tarde y noche.

Por lo regular en las producciones de conejos se emplea el sistema de alimentación *ad libitum* o a libre acceso con un alimento único, por lo común

son alimentos balanceados comerciales que se presentan en forma de pellet. Un buen alimento comercial debe ajustarse a los requerimientos nutricionales de la especie y a la naturaleza biológica del mismo, el conejo, tratándose de una especie que habitualmente ingiere hierbas y granos, con un crecimiento continuo de los incisivos, necesita que el alimento sea lo suficiente duro y poco friable para evitar la presencia de polvo. Este permite hasta un 50% más de consumo y de crecimiento diario para el animal. Por lo que emplear un alimento de calidad es un factor clave de rentabilidad de la producción.^{10,13}

Otros beneficios de la presentación en pellet son: menor desperdicio de alimento, la segregación o la selección entre las diferentes materias primas es imposible, cantidades más altas de subproductos pueden ser empleadas y el desperdicio es mínimo; además se reducen los problemas de polvo en las conejeras y se puede hacer uso de comederos automáticos.^{14,15}

El pellet debe de poseer ciertas características para que aseguren el consumo por parte del animal ya que esto finalmente repercute en los costos de alimentación (Cuadro 2).^{14,15}

3.2. Necesidades nutricionales durante el período de engorda

3.2.1. Energía

Varios factores influyen en las necesidades de energía, los más importantes son el tamaño del animal que depende de la raza, edad y sexo; las funciones vitales y productivas tales como el mantenimiento, crecimiento, lactancia y

gestación, y el medio ambiente (es decir la temperatura, humedad, velocidad del aire).¹⁰

Las principales fuentes de energía de las materias primas para conejos son la grasa, fibra y el almidón. El contenido de energía en la dieta es el factor más importante que regula el consumo de alimento en conejos, ya que los conejos ajustan su consumo voluntario de alimento en respuesta a los cambios en la concentración de energía en la dieta. Este mecanismo de regulación comienza alrededor de los 21 días cuando el conejo empieza a ingerir alimento sólido.^{10,14}

En el conejo Nueva Zelanda Blanco la ingestión diaria de energía está estimada entre 220 a 240 Kcal de Energía Digestible (ED) por kg de peso metabólico (PV). Se ha encontrado que los requerimientos de energía son significativamente más bajos a temperatura elevada (28°C) comparadas con temperaturas normales. En la elaboración de dietas para conejos de engorda se maneja un mínimo de 2300 a 2500 Kcal ED/kg de alimento.^{10,14}

3.2.2. Proteína

Algunos animales requieren aminoácidos particulares en su dieta. Los animales como cerdos y gallinas, y los herbívoros no rumiantes, como los conejos, requieren de estos aminoácidos en su alimentación.^{1,16}

El nivel de proteína en las dietas para conejo de engorda debe estar de un 15-17% de PB; si el porcentaje es menor se incrementa el peso del contenido digestivo, debido a que el nitrógeno en el ciego es insuficiente para promover el

desarrollo y la actividad fermentativa normal, además de que no se llega a cubrir el nivel de aminoácidos esenciales lo que produce retraso en el crecimiento, debilidad y disminución de las defensas del organismo. Con niveles de 18-20% se puede obtener una mayor velocidad de crecimiento y un mejor índice de conversión, pero el exceso de proteína ha sido relacionado con una mayor incidencia de problemas digestivos.^{10,13,16}

El conejo no tiene requerimientos específicos de proteína, más bien requiere de aminoácidos específicos dentro de los cuales están: cistina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, tirosina y valina.¹⁰ La mayoría de las recomendaciones se hacen sobre el nivel óptimo de proteínas en el alimento y viene expresado en proteína bruta (PB).¹⁶

3.2.3. Fibra

La fibra tiene un alto contenido de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa) constituyentes de la pared celular que son cuantificados en la determinación de fibra detergente neutro y sufren cierta solubilización cuando se determinan a partir del análisis químico proximal como fibra bruta.^{17,18} La fibra es el constituyente mayoritario del alimento de conejos representando entre un 40 % y un 50% del mismo. Su importancia radica en su influencia sobre la velocidad de tránsito, y en que constituye un sustrato importante para el crecimiento de la microbiota, factores relacionados directamente con la salud y los rendimientos productivos del conejo.^{19,20}

En las dietas para conejos de engorda se recomienda usar niveles de 14-17.5% de fibra bruta (FB). El principal inconveniente de la FB radica en la gran variabilidad en la composición química del residuo, dado que dependiendo del alimento se puede solubilizar hasta el 60% de la celulosa, el 80% de las hemicelulosas y el 95% de la lignina.²⁰

La fracción insoluble de la fibra supone alrededor del 75% de la fibra total, y es la fracción del alimento que mejor predice el valor energético del alimento. Se requiere un mínimo de fibra insoluble que se encuentra entre el 30% y 33% de la fibra detergente neutro (FDN). Niveles inferiores ralentizan el tránsito digestivo, reducen los rendimientos productivos e incrementan el riesgo de padecer patologías digestivas.^{17,19,20} No solo el nivel de fibra insoluble es importante, sino también sus características químicas (grado de lignificación) y físicas (tamaño de partícula), dado que afectan la velocidad de tránsito y su fermentabilidad.^{10,20} Aunque las materias primas deben ser finamente molidas en la fabricación de alimentos para conseguir una alta durabilidad del pellet, no todas las partículas son del mismo tamaño. Esta característica depende de la composición de fibra de cada materia prima y el proceso utilizado (aplicación de la tecnología) para su obtención.^{18,19} Otras características de la FDN son su capacidad de hidratación y tampón que influyen sobre la fisiología del conejo.^{10, 20}

La fibra soluble tiene una mayor influencia sobre la microbiota intestinal que la fibra insoluble, debido a su mayor fermentabilidad. Esto se debe a que es la

fracción minoritaria de la fibra, así como a su heterogeneidad y a la dificultad metodológica en cuantificar y caracterizar esta fracción. Una de las propiedades físicas más importantes de la fibra soluble puede ser su capacidad de formar geles y producir viscosidad en el tracto digestivo.^{10,20}

Por ese motivo hay que tener en cuenta las características, tipo y tamaño de la fibra, y el equilibrio de esta con otros nutrientes.^{13,15} Las materias primas con partículas de mayor tamaño tienden a acelerar el tránsito intestinal, reduciendo el tiempo de permanencia del alimento en el ciego y aumentando el peristaltismo, por el contrario, las fibras de menor tamaño aumentan el tiempo de retención en el ciego, favorecen la fermentación y reducen el consumo de alimento.^{13,18}

3.2.4. Relación fibra:proteína

Carregal (1984), estableció que las dietas con niveles de proteína entre 14 y 18% asociadas con niveles de fibra cruda (FC) de 12 a 16%, no afectan la ganancia de peso. Oliveira (1987) trató de verificar las interacciones entre el nivel de proteínas y una dieta fibrosa, teniendo en cuenta que los mejores resultados en el rendimiento productivo de los conejos se produce con niveles de 15% de FB y 14% de PC. En un trabajo similar por Carregal (1994) empleó niveles de 12 a 16% de PC asociados a niveles de 12 y 14% de FC para evaluar el comportamiento productivo de conejos en crecimiento y no observó diferencias en la ganancia de peso, consumo de alimento y rendimiento de la canal.^{21,22,23}

Observaciones hechas por Cabrero (1979) y De Blas et al. (1985) en conejos de 30 días de edad hasta el sacrificio obtuvieron que en las dietas se necesita un 16% de PC y un 12-14% de FB.^{23,24} Es importante mantener un nivel óptimo de fibra:proteína con el fin de evitar desordenes digestivos que afectan directamente el desempeño productivo de los conejos sobre todo en el período de engorda.(Cuadro 3)

3.2.5. Grasas

Al igual que los carbohidratos, las grasas funcionan principalmente como fuentes de energía. Contienen más energía que los carbohidratos, por lo tanto, se utilizan en la formulación de dietas de alta energía.^{1,14}

Como las dietas de los conejos tienen una naturaleza fibrosa, las grasas tienen el potencial de incrementar el contenido de energía, además de aumentar la gustocidad de los alimentos, mejoran significativamente la digestibilidad de otros nutrientes y ayudan a reducir la presencia de finos en el alimento.^{12,16}

El nivel de lípidos en la dieta es mínimo, se añade con frecuencia a las raciones niveles de 2 a 5%, sin que se vea afectada la ganancia de peso ni la calidad del pellet.¹⁴ La digestibilidad de las dietas incrementa la eficiencia energética del alimento con la adición de un aceite o grasa.^{1,16}

3.2.6. Minerales

Los requerimientos de minerales están organizados en 2 grupos: macro minerales (Ca, P, Mg, Na, K, Cl) y elementos traza (Mn, Zn, Fe, Cu, Mo, Se, I, Co, Cr, F). Otros elementos traza que son requeridos por el conejo, pero no están complementados en las condiciones prácticas son el molibdeno, flúor y cromo. Los minerales traza se agregan regularmente a la dieta del conejo en forma de sales a través de una premezcla.^{1,14}

Los problemas nutricionales relacionados con los minerales no son vistos comúnmente en los conejos, debido a que la alfalfa es el principal constituyente en las dietas; esta es una excelente fuente de calcio, magnesio y elementos traza, los cereales y particularmente los subproductos de los granos provenientes de los procesos de molienda como el salvado de trigo, salvado de arroz, etc, son excelentes fuentes de fósforo.^{1,10} Por lo que en la mayoría de los casos las necesidades de minerales de los conejos son principalmente cubiertas con los ingredientes normalmente usados. Además existe un reciclamiento vía cecotrofia que ayuda en la absorción mineral y en la conservación.¹⁴

IV. JUSTIFICACIÓN

En el mercado existen distintos alimentos balanceados comerciales para conejos que en su publicidad indican que mediante su uso se obtendrá el mejor comportamiento productivo, sin embargo, presentan diferencias en su composición nutrimental que en ocasiones altera la respuesta productiva, por lo que resulta esencial evaluarlos en pruebas de alimentación que revelen su verdadero efecto sobre los parámetros productivos.

V. HIPÓTESIS

Distintos alimentos balanceados comerciales para conejos Nueva Zelanda Blanco en engorda presentan diferencia en su composición química (análisis proximal, proporción FDN : proteína, contenido de energía y elementos minerales), debido a ello al no satisfacer en forma similar las necesidades nutrimentales de los conejos para producción, originan variaciones en la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y rendimiento en canal.

VI. OBJETIVOS

Objetivo general:

- ^ Evaluar el efecto de diferentes alimentos comerciales en función a su aporte nutritivo sobre las variables productivas y el rendimiento en canal en conejos Nueva Zelanda Blanco (NZB) en engorda.

Objetivos específicos:

- ^ Determinar el aporte nutritivo en cuanto a: composición química proximal, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), y contenido de Ca, P, Mg, K, Na, Cl, Cu, Fe, Mn y Zn, en cuatro alimentos comerciales distintos.
- ^ Comparar el comportamiento productivo: ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CA) e índice de conversión alimenticia (ICA), cuando se utilizan en la engorda de conejo NZB cuatro alimentos comerciales con distinto aporte nutritivo y proporción FDN: proteína en su composición.
- ^ Medir el rendimiento en canal de conejo NZB en engorda cuando se utilizan cuatro alimentos comerciales con distinto aporte nutritivo y proporción FDN: proteína en su composición.

VII. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en el módulo de Cunicultura del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, el cual se localiza en Zapotitlán, Delegación Tláhuac, Distrito Federal, a una altitud de 2, 250 metros sobre el nivel del mar, paralelo 19° 15', latitud Oeste, con clima templado subhúmedo con bajo grado de humedad, siendo enero el mes más frío y mayo el más caluroso, con temperatura media anual de 16° C y precipitación pluvial media anual de 747 mm.²⁵

7.2. Animales y alojamiento

El experimento se desarrolló en una caseta de ambiente natural, las jaulas fueron tipo americana con dimensiones de 60 X 40 X 90 cm distribuidas en un sistema lineal horizontal, estas se dividieron a la mitad y cada división estuvo equipada con bebederos automáticos y comederos tipo tolva de capacidad para 1.5 Kg de alimento; se alojó 1 animal por sección. El experimento tuvo una duración de 5 meses, cubriendo el período de julio a diciembre. La temperatura durante este período varió entre los 15 y 28° C (promedio 21.5° C) prevaleciendo los días lluviosos y fríos.

En total se utilizaron 80 conejos de la raza Nueva Zelanda Blanco, de 35 días de edad. Debido a la disponibilidad de jaulas individuales, el experimento se desarrolló en cuatro períodos de 35 días cada uno, en cada período se utilizaron 7 días de adaptación al alimento, y 28 de engorda. Cada período terminó a los 70 días de edad donde todos los conejos fueron sacrificados para evaluar su rendimiento en canal.

En cada período, 20 conejos se distribuyeron en forma aleatoria en un diseño experimental de bloques al azar (bloqueo por período) con 4 tratamientos (alimento comercial con distinta composición nutrimental y distinta proporción fibra: proteína) y 5 repeticiones por tratamiento.

7.3. Descripción de los tratamientos.

Como tratamiento se utilizó un alimento comercial con diferente proporción de fibra detergente neutro (FDN) respecto al contenido de proteína, en la siguiente forma:

T1 = alimento comercial Malta Cleyton G (alimento multietapas)

Proporción FDN: proteína (2.54)

T2 = alimento comercial Purina C

Proporción FDN: proteína (3.31)

T3 = alimento comercial Malta Cleyton E

Proporción FDN: proteína (2.91)

T4 = alimento comercial Malta Cleyton M (alimento multietapas)

Proporción FDN: proteína (3.36)

La composición química proximal de los alimentos fue analizada siguiendo las técnicas de la AOAC (1990)²⁶ para materia seca (MS), cenizas, proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y fibra cruda (FC); el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) por medio de Van Soest (1991).²⁷

La energía digestible (ED) expresada en Mcal/Kg de alimento se estimó a partir de los nutrimentos digestibles totales (TND) obtenidos por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{TND \%} = (\text{PB} \cdot 0.85) + (\text{EE} \cdot 0.9 \cdot 2.25) + (\text{FDN} \cdot 0.5) + (\text{CNE} \cdot 0.9)^7$$

Donde: carbohidratos no estructurales, CNE = MS-PB-CEN-EE-FDN

Se tomó en consideración que 1 Kg de TND es equivalente a 4.409 Mcal de ED por lo que la ED se estimó con la siguiente fórmula:

$$\text{ED Mcal/Kg de alimento} = (\text{TND}/100) \cdot 4.409^7$$

Además, se analizó la composición de elementos minerales. La concentración de Ca se determinó de acuerdo al método de cenizas secas, acción final, adaptación del método AOAC 927.02 (1990). La determinación de P total se realizó utilizando el método fotométrico, adaptación del método AOAC 965.17 (1990). Efectuados por el laboratorio de bromatología del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la FMVZ siguiendo las recomendaciones indicadas por Tejada.²⁸

La determinación de los demás minerales (Mg, K, Na, Cl, Cu, Fe, Mn y Zn) se realizó de acuerdo a las instrucciones del Manual de Operaciones para el espectrómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 2380.^{29,30}

7.4 .Manejo alimenticio.

El alimento y agua se proporcionaron *ad libitum*. Después del destete los animales fueron pesados y colocados en jaulas individuales, tuvieron un período de adaptación gradual al alimento de 6 días, al día 7 se registró el consumo de alimento, para esto se proporcionó 500 g de alimento diarios y el alimento residual fue pesado en una báscula marca Torrey modelo MFQ 20 clase III todos los días para obtener el consumo de alimento al día por individuo.

7.5. Variables de respuesta.

Como variables de respuesta al tratamiento se utilizaron: la ganancia diaria de peso (GDP), la ganancia semanal de peso (GSP), el consumo de alimento (CA), el índice de conversión alimenticia (ICA) y el rendimiento en canal (RC), de la unidad experimental.

Para obtener la GSP se registró el peso de los animales a los 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días de edad. La GDP se estimó dividiendo la GSP entre 7.

El índice de conversión alimenticia (ICA) se calculó como el cociente entre los kg de consumo de alimento semanal y los kg de ganancia de peso semanal.

Para determinar RC los animales fueron sacrificados a los 70 días de edad, la técnica de sacrificio consistió en la dislocación cervical y posterior corte de venas yugulares y arterias carótidas.^{31,32} El rendimiento de la canal se midió a los 30 minutos después del sacrificio, sólo se tomó en cuenta el peso de la canal con

riñones e hígado, sin vesícula; las demás vísceras, cabeza, piel, carpos y tarsos no se incluyeron para determinar el rendimiento.^{33,34}

7.6. Análisis estadístico.

Los resultados de las variables de respuesta se analizaron por medio del análisis de varianza para el diseño experimental de bloques completos al azar (bloqueo por período) de acuerdo al modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = variable de respuesta $i = 1,2,3,4$ $j = 1,2,3,4$

μ = media general

T_i = efecto del i-ésimo tratamiento

B_j = efecto del j-ésimo bloque (período)

E_{ijk} = error experimental

La comparación de medias se hizo mediante la prueba de Tukey $P < 0.05$. Adicionalmente se realizó el análisis de mediciones repetidas en el tiempo, con respecto a tratamiento y la interacción tiempo x tratamiento (ANEXO 1-4). Se utilizó el programa computacional JMP versión 8³⁵.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Análisis químico proximal y fracciones de fibra.

El Cuadro 4 indica la composición química proximal y las fracciones de la fibra de los cuatro alimentos comerciales utilizados en este estudio. En el Cuadro 5 se muestra una comparación entre esa composición y los valores recomendados por varios autores para satisfacer las necesidades de conejos en engorda.^{14,36,37}

El nivel de proteína de los alimentos T2, T3 y T4 estuvo dentro de las cantidades recomendadas para conejos en engorda. Mientras que el alimento correspondiente al T1 aportó 0.94 puntos porcentuales arriba de las necesidades de proteína, al respecto Carregal *et al.*³⁸ trabajaron con niveles de 14 a 20% de PC y observaron que no existen diferencias significativas en el comportamiento productivo de conejos en crecimiento. Carabaño *et al.*¹⁷ indican que un exceso de proteína cruda es típico en los alimentos comerciales. Además esos mismos investigadores mencionan que también existe la tendencia de aumentar el nivel de fibra dietética y reducir el almidón para evitar problemas digestivos; lo que resulta en niveles más altos de proteína en la dieta de los que realmente son necesarios.

En cuanto a la concentración de fibra cruda en los alimentos sobresale que T1, T2 y T4 están por abajo de las recomendaciones indicadas por diversos autores (Cuadro 5). Gidenne³⁹ menciona que los problemas digestivos aparecen fácilmente cuando la fibra cruda es menor al 12% y el almidón mayor al 25% en las dietas de conejos de engorda, estos niveles pueden inducir una modificación

negativa de la microflora intestinal y provocar diarrea e incluso la muerte del animal. Sin embargo Harkness *et al.*¹⁸ indican que la tasa de crecimiento óptima del conejo se alcanza con un 10-15% de fibra cruda, y la diarrea se puede producir si el nivel desciende por debajo del 10%. Este mismo investigador menciona que niveles de 15-17% de fibra en la dieta son adecuados, y que niveles superiores al 17% pueden retardar la ganancia de peso.

Ninguno de los alimentos empleados superó esa concentración limitante expresada como fibra cruda, sin embargo, el contenido real de fibra determinado por el análisis de FDN, registró una cantidad superior de carbohidratos estructurales que se reflejó en disminución del aporte de energía digestible. En este sentido, Margüenda *et al.*⁴⁰ realizaron un experimento con mayor número de animales, en cuatro granjas diferentes, utilizando dos alimentos con un 31% FDN y 21% almidón, y un nivel moderado y bajo de fibra soluble (incluyendo pulpas y paja, respectivamente), a los que se acompañó de otro alimento donde se redujo el nivel de almidón (hasta un 11%) incrementando la fibra soluble e insoluble (hasta un 37% FDN). El efecto del alimento dependió de la granja, de tal forma que los alimentos no ejercieron los mismos efectos en todas las granjas. En una de las granjas (sin medicación), el alimento con un 31% de FDN y un contenido moderado de fibra soluble redujo la mortalidad, mientras que el alimento más fibroso (bajo en almidón) y con mayor nivel de fibra soluble redujo la mortalidad en la granja con peor estado sanitario y con medicación. En otras dos granjas, también con medicación, no se detectó efecto alguno de los alimentos. La utilización del alimento con mayor contenido en fibra y menor de almidón empeoró

tanto la eficacia alimenticia como el rendimiento de la canal; en la granja con peor estado sanitario, en la que este alimento redujo la mortalidad, también mejoró la eficacia alimenticia, pero no el rendimiento en canal, debido al mayor peso del tracto digestivo. Por lo que sugieren que la microbiota presente en cada una de las granjas podría haber sido distinta (la cual no se determinó en ese estudio) lo que podría explicar la distinta respuesta de los animales ante un alimento dependiendo de la granja de origen. Xiccato⁴¹ destaca que no hay evidencia de que la fibra cruda y sus fracciones tengan un efecto específico sobre la canal y calidad de la carne. Al igual que Nava⁴² quien obtuvo niveles por abajo de 13% de FC, como señala Lebas³⁶, no se presentaron problemas entéricos debido al nivel de fibra en el alimento de conejos en engorda.

El nivel de grasa (%EE) en todos los alimentos estuvo elevado al doble sobre los requerimientos indicados por varios autores (Cuadro 5). Xiccato⁴³ menciona que un nivel moderado de adición de grasa al alimento (2-6%) puede mejorar la utilización digestiva de la dieta completa o los nutrientes individualmente. Un nivel por arriba de 6% de grasa en la dieta, puede llevar a resultados que afectan principalmente la canal y la calidad de la carne; además Maertens¹⁴ señala que también se vería afectada la calidad del pellet. Hernández⁴⁴ referencia que en conejos en crecimiento y engorda la suplementación de grasa puede favorecer cambios en el perfil de ácidos grasos (AG) y en el valor nutricional de la carne.

En lo que se refiere a la proporción FDN : PC (Cuadro 4) los tratamientos 2 y 4 fueron los que manifestaron mayor proporción, no obstante, su aporte de energía fue similar al de los otros tratamientos, por lo que la proporción dentro de ese nivel

de FDN y proteína, básicamente no produjo alteración sobre los parámetros productivos.

8.2. Aporte de minerales

El Cuadro 6 indica la composición mineral de los cuatro alimentos comerciales utilizados en este estudio. El Cuadro 7 muestra la comparación entre el aporte de elementos minerales de los cuatro alimentos comerciales utilizados y las cantidades recomendadas por varios autores para satisfacer las necesidades de conejos en engorda ^{10,36,37}

Los niveles de calcio están casi al doble de las recomendaciones para la formulación del alimento de engorda; las cantidades de fósforo también están por encima de las necesidades que señalan distintos autores para la engorda de conejos (Cuadro 7), sin embargo, las cantidades no están desproporcionadas en cuanto a la relación Ca:P (aproximadamente 2:1).

Hay que señalar que la mayoría de estos alimentos pueden considerarse como “alimento único” por lo que sus valores se encuentran más cercanos a estos tipos de dietas en las cuales la proporción es: Ca 1.1% y P 0.5 %, como recomienda Lebas³⁶, o bien la concentración de Ca debe estar entre 0.80-1.00% y la de P 0.50-0.65% como recomienda la Guía de la cunicultura 2007³⁷. Mateos et al.⁴⁵ señalan que cuando las dietas para conejos en crecimiento tienen una relación calcio-fósforo de 2:1 no han demostrado ningún efecto perjudicial en términos de rendimiento.

En lo que respecta a las cantidades de sodio y cloro puede observarse que el aporte de estos elementos es inferior a las necesidades de los conejos en engorda (Cuadro 7 y 8). Esta concentración puede motivar que los conejos intenten compensar la deficiencia elevando el consumo de alimento y aun cuando el consumo de alimento estuvo dentro de las cantidades adecuadas para la etapa manifestó diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$), sin embargo aunque la deficiencia no fue limitante para la productividad de los tratamientos 1, 3 y 4: en T2 originó que los animales tendieran a consumir mayor cantidad de alimento lo que repercutió en diferencia ($P < 0.05$) en el ICA.

El aporte de magnesio estuvo por encima de las necesidades que señalan diferentes autores para los conejos en esa etapa (Cuadro 7). El aporte de potasio se encontró dentro de los niveles < 1.5 o $< 2\%$ que Lebas³⁶ recomienda para la primera y segunda fase en las que divide el período de engorda de los conejos. Los aportes se encuentran dentro de las necesidades recomendadas.

Las cantidades de micro minerales: hierro, cobre, zinc y manganeso particularmente en el tratamiento 2 estuvieron por debajo de las necesidades que señalan diversos autores (Cuadros 7 y 9). Los aportes de otros micro minerales fueron similares a alguna de las recomendaciones de dichos investigadores: por lo anterior, probablemente la deficiencia de micro minerales indicada, principalmente hierro, originó que los conejos que se alimentaron con T2 tendieran a consumir mayor cantidad de alimento intentando satisfacer la necesidad, esto produjo alteración del ICA como se señalará a continuación, aunque no se alteraron los otros parámetros de producción: GDP y RC.

8.3. Variables productivas

8.3.1 Peso Inicial.

No hubo diferencia ($P>0.05$) en el peso inicial de los animales (ANEXO 1), en promedio los conejos pesaron 1192.15 g de peso al inicio de cada período, por esa razón no hubo necesidad de realizar análisis de covarianza utilizando como covariable peso inicial. Posteriormente al transcurrir el experimento los conejos aumentaron de peso en una forma lineal como se discute en un párrafo posterior.

8.3.2. Consumo de alimento.

Los resultados de consumo de alimento total por tratamiento, se muestran en el Cuadro 10. Hubo diferencia ($P<0.05$) entre tratamientos, T2 presentó mayor consumo que T4, mientras que la cantidad consumida en T1 y T3 fue similar entre tratamientos. Acerca de la cantidad de alimento ingerido por conejo al día, Maeterns¹⁴ señala consumos de alimento diarios que van de 114-171 g, dentro de los cuales se encuentran los obtenidos en este experimento. Nava⁴² obtuvo consumos de alimento diarios de 103-128 g, los cuales son menores a los obtenidos en este estudio, sin embargo es importante mencionar que para su estudio utilizaron animales con peso inicial de 683 g a los 30 días de edad los cuales fueron mucho menores que los del presente trabajo, lo cual pudo haber inducido en un menor consumo.

El análisis de mediciones repetidas en el tiempo mostró un efecto lineal significativo ($P<0.05$) (ANEXO 2), en tanto que no hubo efecto de la interacción tiempo x tratamiento ($P>0.05$).

Neri⁴⁶ obtuvo un consumo de alimento total menor en una dieta con diferentes niveles de inclusión de Chia, indicando que el consumo de los conejos en engorda es afectado por el tipo de alimento que reciben; similar conclusión manifestó Vazquez⁴⁷ quién sustituyó la harina de alfalfa por proteína de pasta de cártamo, cabe señalar que en este último estudio los animales se encontraban alojados en grupos de 3, por lo que este investigador indicó además la modificación del comportamiento alimenticio, debida a la competitividad entre animales para obtener el alimento.

Resultados similares a los del presente trabajo obtuvo Cortez⁴⁸ al utilizar 2 tipos de algas como promotores del crecimiento en el alimento de los conejos.

8.3.3. Ganancia de peso.

Los resultados de la ganancia de peso se muestran en el Cuadro 10. No hubo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). El tiempo no mostró efecto sobre esta variable productiva (ANEXO 3) y la interacción tiempo por tratamiento no fue significativa ($P>0.05$).

La ganancia de peso registrada por los conejos bajo las condiciones de este estudio es similar a la obtenida por Nava⁴² y concuerda con la ganancia señalada por la Guía de la cunicultura 2007³⁷, Maertens¹⁴ y Lebas³⁶. En cambio, la ganancia de peso obtenida en el presente estudio es superior a la reportada por Ruiz⁴⁹, quien registró una ganancia de peso promedio por conejo/día de 22.5 g. Este investigador señaló que la ganancia no se comportó de manera constante, ya que al día 56 de edad, las cuatro razas estudiadas dejaron de ganar peso.

Probablemente los conejos utilizaron parte de su consumo de alimento para fortalecer otra necesidad fisiológica o para contrarrestar alguna enfermedad que se podría presentar de manera sub clínica como la coccidiosis, que son factores que modifican el consumo de alimento y la ganancia de peso.

8.3.4. Índice de Conversión alimenticia.

El Cuadro 10 muestra los resultados del índice de conversión alimenticia. Hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$), El ICA en T2 fue menos conveniente que T3 y T4, mientras que T1 fue similar a los demás tratamientos. Hubo un efecto lineal del tiempo (ANEXO 4) y no hubo interacción tiempo por tratamiento ($P > 0.05$).

Los conejos alimentados con T2 requirieron mayor cantidad de alimento (4.14 kg) por 1 kg de carne producida. El ICA en T1, T3 y T4 fue similar (3.80, 3.73 y 3.69 kg de alimento por kg de ganancia de peso, respectivamente). El ICA en los tratamientos es superior al obtenido por Nava⁴² (1.95, 1.98 y 2.04) utilizando tres alimentos comerciales distintos que dicho investigador evaluó en una producción de tipo familiar. Esta respuesta puede deberse como se mencionó anteriormente, a la edad en que los conejos fueron estudiados, pues el tiempo de engorda en aquel estudio fue 10 días menor que el presente, además de que los animales tuvieron un destete precoz mismo que influyó en un peso inicial inferior, así mismo el consumo de alimento fue menor como se mencionó anteriormente. De la misma manera Neri⁴⁶ y Vazquez⁴⁷ obtuvieron conversiones alimenticias inferiores a las del presente estudio, pues sus consumos de alimento fueron menores. La

conversión alimenticia es similar a la que señala la Guía de la cunicultura 2007 (Cuadro 11) en los días 58 a 72 de edad del conejo donde el consumo de alimento aumenta mientras que la ganancia de peso disminuye. Maertens¹⁴ señala que los factores que influyen en la conversión alimenticia de los conejos con una alimentación *ad libitum* son el peso al sacrificio de los animales y la raza, y por otro lado el alimento en cuanto a su presentación, concentración de energía y el uso de aditivos. Factores como estación, casetas y condiciones ambientales afectan la conversión alimenticia debido a sus efectos en los requerimientos de termo regulación y en el consumo de alimento. Adicionalmente la densidad de animales, el tipo de jaula, el espacio de comederos por conejo y su diseño para prevenir el desperdicio afectan la conversión alimenticia.

8.3.5. Rendimiento en canal.

En el Cuadro 10 se muestran los resultados de rendimiento en canal.

No hubo diferencia entre tratamientos ($P>0.05$). En promedio el intervalo en rendimiento en canal fluctuó entre 51.6 y 52.32 %. Al respecto Ortiz⁵⁰ menciona que el rendimiento en canal de la raza Nueva Zelanda va del 47% al 67%, dependiendo de la presentación de la canal, si existe o no un programa de mejora genética, y de la alimentación. Martínez⁹ indica que el rendimiento en México oscila entre un 50 y 60% (55% en promedio)

Neri⁴¹ obtuvo resultados similares a los de la presente investigación. El intervalo de rendimiento que registró ese investigador en conejos Nueva Zelanda Blanco de genética similar a los del presente estudio, fue 50.30 – 52.01 %.

IX. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el presente estudio se concluye que la composición química nutrimental de T2 es la menos conveniente de los alimentos comerciales para conejos en etapa de engorda, ya que produce cambios en consumo de alimento e índice de conversión alimenticia, por las diferencias señaladas a continuación:

- El T2 presenta un nivel bajo de Fe, Cu, Mn y Zn comparado con los otros tratamientos, de modo que su aporte es deficiente comparado con las necesidades de conejos en finalización.
- El T2 es el alimento con contenido más bajo de proteína y almidón, y concentración más elevada de FDN, por lo que su aporte estimado de ED es menor, aunque no significativo con respecto a los otros tratamientos.

El consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia registrado en T2 es similar a T1, y difiere de T3 y T4. El análisis de mediciones repetidas en el tiempo manifiesta que en estas variables de producción hay efecto lineal del tiempo, pero no de la interacción tiempo por tratamiento.

La ganancia de peso es similar entre tratamientos y no muestra efecto de tiempo, ni de la interacción tiempo por tratamiento.

El rendimiento en canal es similar entre tratamientos y no hay efecto de tiempo, ni de la interacción tiempo por tratamiento.

La relación FDN: proteína en la dieta de conejos dentro del intervalo 2.54 a 3.36 no representa cambios en el comportamiento productivo de los animales en etapa de engorda.

X. RECOMENDACIONES

Los alimentos comerciales para conejos en engorda deben ser analizados en su contenido de elementos minerales traza, debido a que la etiqueta requerida por la norma para autorizar su comercialización no demanda dicha información, sin embargo, el análisis del contenido real de minerales traza en el alimento de conejos permite conocer si se satisfacen las necesidades de manera que su aprovechamiento sea más eficiente. Lo anterior es imprescindible en la etapa de cría intensiva también denominada engorda o finalización del conejo, ya que las necesidades de nutrimentos aumentan cuando se desea obtener mayor productividad.

XI. LITERATURA CITADA

1. MCNITT JI, PATTON NM, LUKEFAHR SD, CHEEKE PR. Rabbit Production. 8° ed. USA: Interstate Publishers. 2000.
2. CONIGLIO ON LINE (página principal de internet). Italy: Unione Nazionale Associazioni di Produttori Avicunicoli. [citado 2006 Abril 24]. Production and world market: the rabbit in the European Union. Disponible en: http://www.coniglionline.com/documenti/cod5_Production_and_world_marke t.pdf
3. SZENDRO ZS, SZENDRO E. Hungarian rabbit meat export in the aspect of the world market. Proceedings 9th World Rabbit Congress; 2008 June 10-13; Verona (Italy). 2008:1619-1623.
4. MENDOZA BJ, ALFONSO FMU, DIAZ ZS, BELTRÁN LT, VELÁZQUEZ OV. Food safety in rabbit meat production. Proceedings 8th World Rabbit Congress; 2004 September 7-10; Puebla (Mexico). 2004: 589-596.
5. CONEJO INTERNACIONAL. En Marcha el desarrollo de la cunicultura en México. Año 2, No. 4. Julio-Agosto. México 2004.
6. MENDOZA AMB, ECHEGARAY TJL. Aplicación de tecnologías modernas en la producción cunicula empresarial. Memorias del primer encuentro nacional de cunicultura. 2003 Septiembre 9-12; La Trinidad (Tlaxcala) México. Asociación nacional de cunicultores de México. 2003.
7. POND WG, CHURCH DC, POND KR, SCHOKNECHT. Basic animal nutrition and feeding, 5° ed. USA : Wiley. 2005.
8. KELLEMS RO, CHURCH DC. Livestock feeds and feeding. 5th ed. New Jersey: Prentice Hall. 2002.
9. MARTÍNEZ CMA. Cunicultura. 2° ed. México: UNAM, FMVZ, 2004.
10. DE BLAS C, WISEMAN J. Nutrition of the rabbit. 2^a ed. UK: CAB International. 2010.
11. HARCOURT-BROWN F. Textbook of rabbit medicine. UK: Butterwoth Heinemann. 2002.
12. GONZÁLEZ MR. Anatomía y fisiología digestiva del conejo. Cunicultura. Vol . Febrero 2006, 18-28.
13. DE BLAS JC. GARCÍA J, CARABAÑO R: Avances en nutrición de conejos. XXVII simposium de cunicultura. 29-31 mayo de 2002. Asociación española de cunicultura.

14. MAERTENS L. Nutrición cunicola: necesidades y estrategias de alimentación. Primer congreso de cunicultura de las Américas. De la sección americana de la asociación científica mundial de cunicultura. 1998 septiembre 7-9; Texcoco (Estado de México) México. México: Colegio de Postgraduados. Instituto de recursos genéticos y productividad especialidad de ganadería; 1998.
15. DECOUX M. Fabricación de pienso para conejos. *Cunicultura* 2002; 158: 248-254.
16. CARABAÑO R, VILLAMIDE MJ, GARCÍA J; NICODEMUS N, LLORENTE A, CHAMORRO S *et al.* New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits. *Proceedings 9th World Rabbit Congress*; 2008 June 10-13; Verona (Italy). 2008: 477-490.
17. CARRIZO MJ. Utilización de la fibra en alimentos para cunicultura. *Cunicultura*. Agosto 2002.
18. HARLKNES JE, VANDE SW, TURNER PV, WHELER CL. *Biology and medicine of rabbits and rodents*. 5^o ed. USA: Wiley-Blackwell. 2010.
19. MARCO M. FUMHOLTZ P. Fisiología y requerimientos nutricionales en conejos. *Conejos*. Año 1. no. 3. Julio-Agosto-Septiembre. 2004.
20. GARCÍA J, CARABAÑO R, DE BLAS C, GARCÍA A. Importancia del tipo de fibra: nuevos conceptos y ejemplos para cunicultura. XXII cursos de especialización FEDNA; 2006 octubre 16 y 17; Barcelona (España). 2006:85-98.
21. CARREGAL, R.D. Niveles de proteína en conejos de engorda. Reunión Anual de la Sociedad Brasileña de Zootecnia, 21, Belo Horizonte (Brasil). 1984 :234-246.
22. CARREGAL, R.D. Importancia de la fibra y proteína en alimento de conejos. Reunión Anual de la Sociedad Brasileña de Zootecnia, 33, Maringá (Brasil). 1994: 566-577.
23. MOTTA FW, ANDRADE FSR, CASTRO EAC, MANCHADO LC, ÁVILA DE OLIVEIRA CE, DE FIGUEIREDO VCH. Avances en nutrición y alimentación de conejos de Brasil. *Actas del 3er Congreso de Cunicultura de las Américas*. Maringá, Brasil. 2006.
24. NARANJO HAP, GENÁRIO SS, DOS SANTOS MSL. Importance of fibre in rabbit nutrition. *Ciencia rural de Santa María* 2001: vol. 31 (3): 557-561.
25. GARCÍA E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de köppen. 4^o ed. México: SIGSA, 1987.
26. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 15^o ed. USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.

27. GOERING HK, VAN SOEST PJ. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications) USDA Agricultural Research Service Handbook 1970: 379.
28. TEJADA HI. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Sistema de educación continua en producción animal, A.C México D.F. 1992.
29. PERKIN-ELMER CORPORATION. Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. USA 1987.
30. PERKIN-ELMER CORPORATION. Instructions Model 2380 Atomic Absorption Spectrophotometry. USA 1987.
31. AVMA: GUIDELINES ON EUTHANASIA (Formerly Report of the AVMA Panel on Euthanasia). [Citado en Junio de 2007]. Disponible en: http://www.avma.org/issues/animal_welfare/euthanasia.pdf
32. SACRIFICIO HUMANITARIO DE ANIMALES DOMÉSTICOS Y SILVESTRES. Norma oficial mexicana NOM-033-200-1995 [Citado el 4 de septiembre de 2006] disponible en <http://www.economia-noms.gob.mx/>
33. BLASCO A. Study of rabbit meat and carcass. Journal of Applied Rabbit Research. 1992;15, 775-786.
34. PLA M, ZOTTE DA. Harmonization of criteria and methods used in rabbit meat research, 7th World Rabbit Congress, Valencia, 2000.
35. JMP. Version 8 2008, SAS institute incorporation.
36. LEBAS F. Reflections on rabbit nutrition with a special emphasis on feed ingredients utilization. Proceedings 8th World Rabbit Congress; 2004 September 7-10; Puebla (Mexico). 2004: 686-736.
37. GUÍA 2007 DE LA CUNICULTURA. España: Cunicultura, Noviembre 2007: 98-100.
38. CARREGAL RD; NIKUMA S. Importancia de los niveles de fibra y proteína en la alimentación de conejos. Revista Latin America Cunicultura 1980, vol. 1: 37-40
39. GIDENNE T. Recent advances in rabbit nutrition: emphasis on fibre requirements. A review. World Rabbit Sciences 2000, vol. 8 (1), 23-32.
40. MARGÜENDA I. CARABAÑO R, GARCÍA-REBOLLAR P, DE BLAS C. Y GARCÍA-RUIZ A.I. Actas del 3er Congreso de Cunicultura de las Américas. Maringá, Brasil. 2006.
41. XICCATO G. Feeding and meat quality in rabbits: a review. World Rabbit Sciences 1999, vol 7 (2), 75-86.

42. NAVA DA. Análisis comparativo de tres marcas de alimentos comerciales para la alimentación de conejos de 20 a 60 días de edad (tesis licenciatura). Toluca (Estado de México) México: Universidad Autónoma del Estado de México. 2004.
43. XICCATO G. Fat Digestion. In: Nutrition of the rabbit. De Blas C, Wiseman J, editors. UK: CAB International. 2010:56-65.
44. HERNÁNDEZ P. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. Proceedings 9th World Rabbit Congress; 2008 June 10-13; Verona (Italy). 2008: 1288-1300.
45. MATEOS GG, REBOLLAR PG, DE BLAS C. Minerals, vitamins and additives. In: Nutrition of the rabbit. De Blas C, Wiseman J, editors. UK: CAB International. 2010: 119-150
46. NERI HA. Evaluación en el desempeño productivo y propiedades físico químicas en carne de conejo de engorda Nueva Zelanda Blanco, con diferentes niveles de inclusión de Chía (*Salvia hispanica L.*) (tesis maestría) Ciudad de México (Distrito Federal) Universidad Nacional Autónoma de México. 2007.
47. VÁZQUEZ GMC. Respuesta productiva del conejo de engorda Nueva Zelanda Blanco al sustituir harina de alfalfa por pasta de cártamo (tesis licenciatura) Ciudad de México (Distrito Federal) Universidad Nacional Autónoma de México. 2007.
48. CORTEZ ZAL. Parámetros productivos de conejos Nueva Zelanda Blanco en la etapa de engorda con la inclusión en la dieta de diferentes niveles de *Spirulina maxima* y *Ascophyllum nodosum* (tesis licenciatura). Ciudad de México (Distrito Federal) Universidad Nacional Autónoma de México. 2005
49. RUIZ GMM. Efecto de la raza y sexo sobre la ganancia de peso y el rendimiento en canal de conejos (tesis licenciatura) Cuautitlán Izcalli (Estado de México) Universidad Nacional Autónoma de México. 2006.
50. ORTIZ HJA. Evaluación del rendimiento y calidad de canales de conejos de aptitudes cárnicas y aptitudes peleteras (tesis licenciatura) Ciudad de México (Distrito Federal) Universidad Nacional Autónoma de México. 2001.

Cuadro 1. Composición química promedio de contenido cecal y de las heces blandas y duras.¹⁰

	Ciego	Heces blandas	Heces duras
Materia seca (g kg ⁻¹)	200	340	470
Proteína cruda (g kg ⁻¹ MS)	280	300	170
Fibra cruda (g kg ⁻¹ MS)	170	180	300
MgO (g kg ⁻¹ MS)	-	12.8	8.7
CaO (g kg ⁻¹ MS)	-	13.5	18.0
Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹ MS)	-	2.6	2.5
Fósforo inorgánico (g kg ⁻¹ MS)	-	10.4	6.0
Fósforo orgánico (g kg ⁻¹ MS)	-	5.0	3.5
Cl ⁻ (mmol kg ⁻¹ MS)	-	55	33
Na ⁺ (mmol kg ⁻¹ MS)	-	105	38
K ⁺ (mmol kg ⁻¹ MS)	-	260	84
Bacterias (10 ¹⁰ g ⁻¹ MS)	-	142	31
Ácido nicotínico (mg kg ⁻¹)	-	139	40
Riboflavina (mg kg ⁻¹)	-	30	9
Ácido pantoténico (mg kg ⁻¹)	-	52	8
Cianocobalamina (mg kg ⁻¹)	-	3	1

Por Carabaño *et al.* The Nutrition of the Rabbit, 2010

Cuadro 2. Características del alimento en pellet para conejos.³⁷

Parámetro	Valores	Consideraciones
Diámetro	<2.5 mm	Disminuye la ingesta y la ganancia de peso
	3.5-4.5 mm	Óptimos
	>5 mm	Tiran al suelo desde los comederos
Longitud	>10 mm	Fragmentación y finos, pérdidas por tirar al suelo
	8-10 mm	Óptimos
Durabilidad	<2% de finos	Óptimo
Dureza	7-13 kg	Óptimo
	>13 kg	Dificultad en los pequeños para comer

Por la Guía de la Cunicultura 2007

Cuadro 3. Relación entre proteína y fibra de las raciones para conejos.³⁷

Situaciones	Proteína	Fibra	Fibra digestible
Diarreas por alcalosis	16	12	10
Escaso rendimiento	16	12-15	10-13
Nivel correcto	16-18	12-15	10-13
Diarreas posibles	18	12-15	10-13
Diarreas habituales	18	12	10

Por la Guía de la Cunicultura 2007

Cuadro 4. Composición química en base seca de cuatro alimentos para conejos en finalización.

Nutriente	T1	T2	T3	T4
Humedad (%)	7.27	8.4	7.83	8.06
Materia seca (%)	92.73	91.6	92.17	91.94
Cenizas (%)	10.37	10.73	9.57	10.82
Proteína cruda (%)	17.94	15.22	15.31	16.76
Extracto etéreo (%)	3.38	3.28	4.77	4.75
Fibra cruda (%)	11.59	12.96	13.23	12.13
ELN (%)	54.72	57.81	57.12	54.54
FDN (%)	45.64	50.43	44.6	56.38
FDA (%)	23.77	24.12	24.19	22.42
CNE (%)	15.4	11.94	17.92	13.22
ED (Mcal/kg)	2.58	2.45	2.69	2.42
FDN : PC	2.54	3.31	2.91	3.36

ELN = elementos libres de nitrógeno, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, CNE = carbohidratos no estructurales, ED = energía digestible, FDN : PC = proporción fibra detergente neutro: proteína.

T1 = Malta Cleyton G, T2 = Purina C, T3 = Malta Cleyton E, T4 = Malta Cleyton M

Cuadro 5. Comparación de los diferentes nutrientes aportados por el alimento de conejos en engorda con las necesidades según varios autores

Nutriente	Lebas ²⁶		Guía de la cunicultura ²⁷	Maertens ¹⁴	Tratamientos			
	18-42 días	45-80 días			T1	T2	T3	T4
PC (%)	15-16	16-17	15-17	15.5	17.94	15.22	15.31	16.76
EE (%)	2-2.5	2.5-4	2-3	3-5	3.38	3.28	4.77	4.75
FB (%)	NP	NP	13-16	>14.5	11.59	12.96	13.23	12.13
FDN (%)	>32	>31	NP	NP	45.64	50.43	44.6	56.39
FDA (%)	>19	>17	NP	>18.5	23.77	24.12	24.19	22.42
ED (Mcal/kg)	2.40	2.60	2.40	2.40	2.58	2.45	2.69	2.42
Proporción FDN: PC	2.13-2	1.8-1.9	NP	NP	2.54	3.31	2.91	3.36

PC = proteína cruda, EE = extracto etéreo, FB = fibra bruta, FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácido, ED = energía digestible

NP = no proporcionado

T1 = Malta Cleyton G, T2 = Purina C, T3 = Malta Cleyton E, T4 = Malta Cleyton M

Cuadro 6. Composición mineral de cuatro alimentos comerciales proporcionados a conejos en etapa de engorda

Elemento mineral	T1	T2	T3	T4
Calcio (%)	1.3	1.57	1.22	1.19
Fósforo (%)	0.63	0.68	0.65	0.59
Magnesio (%)	0.46	0.46	0.38	0.31
Potasio(%)	1	1.16	0.96	1.26
Sodio (%)	0.11	0.12	0.1	0.11
Cloro (%)	0.18	0.19	0.15	0.17
Cobre (ppm)	4	2	5	4
Hierro (ppm)	47	33	49	47
Manganeso (ppm)	4	2	4	5
Zinc (ppm)	13	13	14	13

T1 = Malta Cleyton G, T2 = Purina C, T3 = Malta Cleyton E, T4 = Malta Cleyton M

Cuadro 7. Comparación de los diferentes elementos minerales en el alimento de conejos en engorda con las necesidades según algunos autores

Mineral	Lebas ²⁶		Guía de la cunicultura ²⁷	Maertens ¹⁴	Tratamientos			
	18-42 días	45-80 días			T1	T2	T3	T4
Ca (%)	0.7	0.8	0.6-0.8	0.8	1.3	1.57	1.22	1.19
P (%)	0.4	0.45	0.4-0.5	0.5	0.63	0.68	0.65	0.59
Na (%)	0.22	0.22	0.2-0.3	0.2	0.11	0.12	0.1	0.11
K (%)	<1.5	<2.0	<2.0	NP	1	1.16	0.96	1.26
Cl (%)	0.28	0.28	0.28	0.3	0.18	0.19	0.15	0.17
Mg (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.46	0.46	0.38	0.31
Fe (ppm)	50	50	50	50	47	33	49	47
Cu (ppm)	6	6	6	10	4	2	5	4
Zn (ppm)	25	25	25	25	13	13	14	13
Mn (ppm)	8	8	8	8.5	4	2	4	5

T1 = Malta Cleyton G, T2 = Purina C, T3 = Malta Cleyton E, T4 = Malta Cleyton M
NP = no proporcionado

Cuadro 8. Macro minerales (g kg⁻¹ de alimento) para conejos en engorda en cría intensiva recomendados por diversos autores¹⁰

Autores	Ca	P	Na	Cl	K
NCR (1977)	4	2.2	2	3	6
Schlolaut (1987)	10	5	NP	NP	10
INRA (1989)	4	3	3	3	6
Mateos (1989)	4-8	3-5	3	NP	6-9
Burgi (1993)	5	3-5	NP	NP	NP
Mateos & Piquer (1994)	5.5	3.5	3.5	NP	NP
Vandelli (1995)	4-8	3-5	NP	NP	NP
Xiccato (1996)	8-9	5-6	2	NP	NP
Mateos & de Blas (1998)	3-10	3-7	2-2.3	2.8-4.8	6.5-10
Lebas (2004)	7-8	4-4.5	2.2	2.8-4.8	<15
Maertens & Luzi (2004)	8	5	2.5	3	8

Por Mateos *et al.* The Nutrition of the Rabbit, 2010

Cuadro 9. Micro minerales o elementos traza (mg kg⁻¹ dieta) para conejos en engorda en cría intensiva recomendados por diversos autores¹⁰

Mineral	NCR (1977)	INRA (1977)	Mateos (1994)	Xiccato (1994)	Lebas (2004)	Maertens (2004)
Cobre	3	5-6	5	10	6-9	10
Yodo	0.2	0.2	1.1	0.2	NP	0.2
Hierro	NP	50	35	50	50	NP
Manganeso	8.5	8.5	5	5	8	8.5
Zinc	NP	50	60	25	25	25
Cobalto	0	0.1	0.25	0.1	0.1	0.1
Selenio	0	NP	0.01	0.15	NP	NP

Por Mateos *et al.* The Nutrition of the Rabbit, 2010

Cuadro 10. Comportamiento productivo de conejos Nueva Zelanda Blanco en engorda con distinto alimento comercial

Variable	T1	T2	T3	T4
Ganancia diaria (g)	33.45±0.87 ^a	32.27±0.80 ^a	33.01±0.82 ^a	32.97±0.80 ^a
Ganancia total (g)	1134.4±34.93 ^a	1135.52±31 ^a	1151.11±37.48 ^a	1132.5±37.81 ^a
Consumo de alimento (g)	4444.2±119.8 ^{ab}	4671.2±109.6 ^a	4313.6±112.8 ^b	4263.7±109.6 ^b
Conversión alimenticia (g/g)	3.80±0.076 ^{ab}	4.14±0.069 ^a	3.73±0.07 ^b	3.69±0.069 ^b
Rendimiento en canal (%)	51.73±0.37 ^a	52.31±0.34 ^a	51.63±0.35 ^a	51.94±0.34 ^a

a, b –Literales distintas por renglón indican diferencia (p<0.05)

T1 = Malta Cleyton G, T2 = Purina C, T3 = Malta Cleyton E, T4 = Malta Cleyton M

Cuadro 11. Valores medios que indica la literatura para ganancia de peso, consumo de alimento e índice de conversión del alimento durante el período de engorda del conejo

Edad (días)	Peso corporal (g)	Ganancia de peso g/día	Consumo de alimento		Índice de conversión ⁽¹⁾	
			g/día	g/kg de peso vivo	Por semana	Acumulado
21 - 30	380 - 680	33	30 + leche	-	-	-
30 - 37	680 - 953	38	74	91	1.90	1.90
37 - 44	953 - 1247	42	102	93	2.43	2.17
44 - 55	1247 - 1583	49	132	94	2.69	3.39
51 - 58	1583 - 1905	46	147	85	3.20	2.60
58 - 65	1905 - 2199	42	165	81	3.93	2.86
65 - 72	2199 - 2479	40	176	76	4.40	3.10

(1) Con temperaturas comprendidas entre 15-22°C, dieta: 2.414 Kcal Energía Digestible/kg

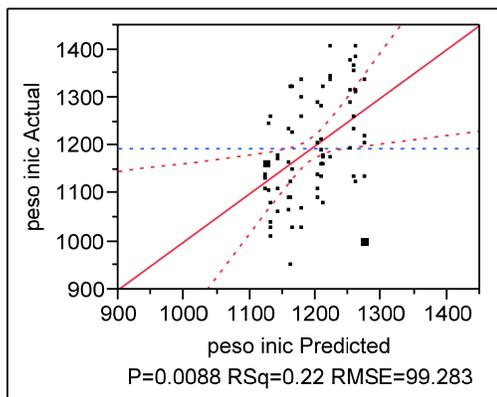
Por Maeterns, The Nutrition of the Rabbit, 2010

ANEXO 1

Response Peso Inicial

Whole Model

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare	0.217294
RSquare Adj	0.148232
Root Mean Square Error	99.28283
Mean of Response	1192.267
Observations (or Sum Wgts)	75

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	6	186083.17	31013.9	3.1464
Error	68	670281.50	9857.1	Prob > F
C. Total	74	856364.67		0.0088*

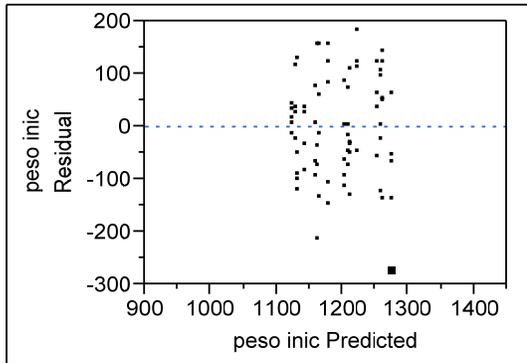
Lack Of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	9	138170.25	15352.3	1.7022
Pure Error	59	532111.25	9018.8	Prob > F
Total Error	68	670281.50		0.1088
				Max RSq
				0.3786

Effect Tests

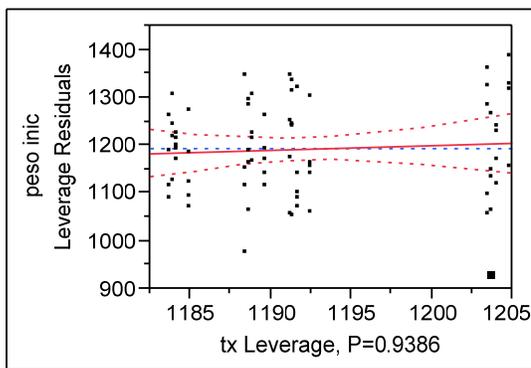
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
tx	3	3	4002.05	0.1353	0.9386
periodo	3	3	181870.95	6.1503	0.0009*

Residual by Predicted Plot



tx

Leverage Plot

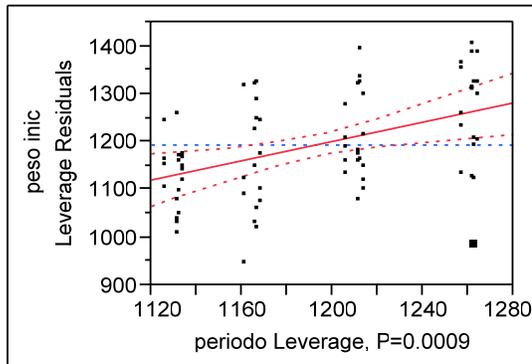


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
T1	1188.4455	23.435971	1193.33
T2	1203.6101	22.800897	1202.63
T3	1183.7681	23.435971	1181.39
T4	1191.2500	22.200316	1191.25

periodo

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
1	1165.2043	23.436021	1165.83
2	1261.1579	22.801765	1261.58
3	1210.3601	22.800897	1209.74
4	1130.3514	22.801765	1130.53

ANEXO 2

Response Ganancia de Peso

Whole Model

Actual by Predicted Plot

Summary of Fit

RSquare	0.150535
RSquare Adj	0.09573
Root Mean Square Error	62.73749
Mean of Response	285.3188
Observations (or Sum Wgts)	298

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	18	194602.7	10811.3	2.7468
Error	279	1098142.0	3936.0	Prob > F
C. Total	297	1292744.7		0.0002*

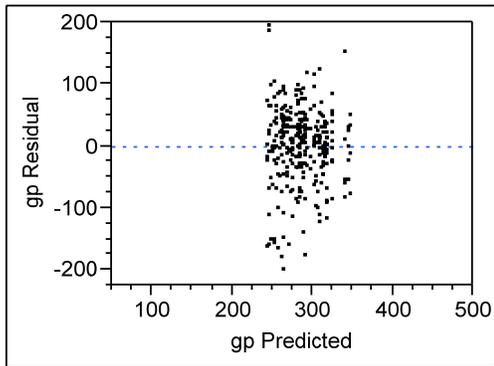
Lack Of Fit

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Lack Of Fit	45	158504.5	3522.32	0.8772
Pure Error	234	939637.5	4015.54	Prob > F
Total Error	279	1098142.0		0.6941
				Max RSq
				0.2731

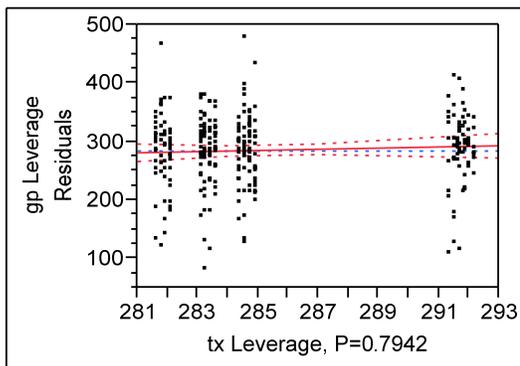
Effect Tests

Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
tx	3	3	4051.390	0.3431	0.7942
tiempo	3	3	87990.630	7.4518	<.0001*
periodo	3	3	60906.577	5.1581	0.0017*
tiempo*tx	9	9	38453.759	1.0855	0.3734

Residual by Predicted Plot



Tx Leverage Plot

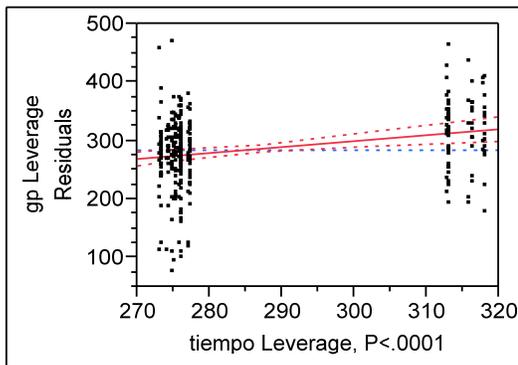


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
T1	281.63195	7.6169518	282.941
T2	284.43750	7.0142648	284.438
T3	291.53669	7.5094569	291.143
T4	283.12500	7.0142648	283.125

tiempo

Leverage Plot

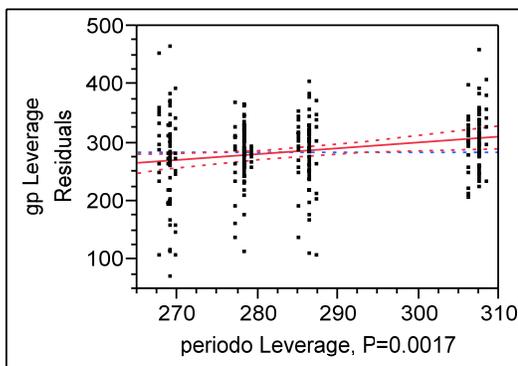


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
49	275.17707	7.2625970	275.200
56	276.51714	7.3179587	276.081
63	274.11640	7.3179587	274.189
70	314.92053	7.2625970	315.533

periodo

Leverage Plot

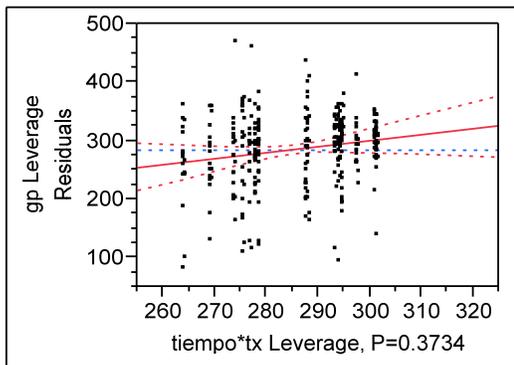


Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
1	278.21128	7.4047737	278.056
2	307.43968	7.2044705	307.105
3	286.26048	7.2046268	286.447
4	268.81969	7.3034265	268.851

tiempo*tx

Leverage Plot



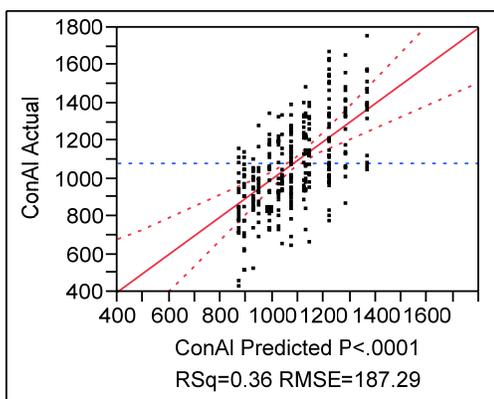
ANEXO 3

Least Squares Fit

Response Consumo Alimento

Whole Model

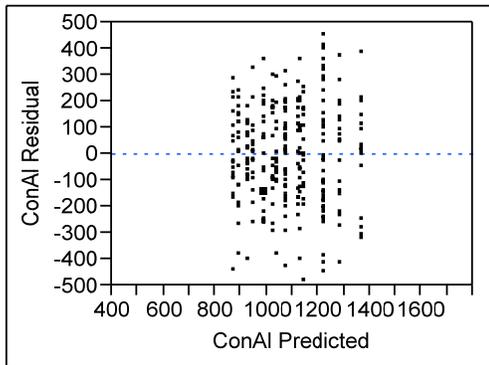
Actual by Predicted Plot



Effect Tests

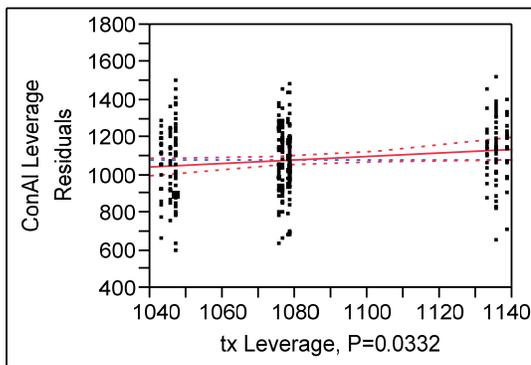
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
tx	3	3	310393.1	2.9495	0.0332*
tiempo	3	3	5016889.0	47.6727	<.0001*
tiempo*tx	9	9	134407.9	0.4257	0.9208

Residual by Predicted Plot



tx

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
T1	1075.9574	22.574187	1076.74
T2	1133.1155	22.089777	1131.39
T3	1073.5330	22.752018	1081.10
T4	1043.2343	21.364299	1046.75

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=0.050$ $Q=2.58513$

LSMean[i] By LSMean[j]

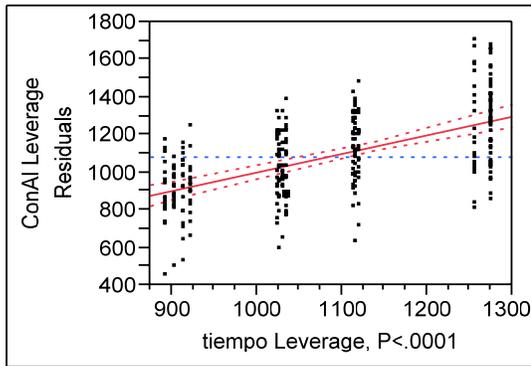
Mean[i]-Mean[j] Std Err Dif Lower CL Dif Upper CL Dif	T1	T2	T3	T4
T1	0 0 0 0	-57.158 31.584 - 138.81 24.4906	2.42443 32.0507 - 80.431 85.2796	32.7231 31.081 - 47.625 113.071
T2	57.1581 31.584 - 24.491 138.807	0 0 0 0	59.5826 31.7114 - 22.395 141.561	89.8813 30.731 10.4379 169.325
T3	-2.4244 32.0507 - 85.28 80.4307	-59.583 31.7114 - 141.56 22.3954	0 0 0 0	30.2987 31.2104 - 50.384 110.981
T4	-32.723 31.081 - 113.07 47.6251	-89.881 30.731 - 169.32 - 10.438	-30.299 31.2104 - 110.98 50.3841	0 0 0 0

Level		Least Sq Mean
T2	A	1133.1155
T1	A B	1075.9574
T3	A B	1073.5330
T4	B	1043.2343

Levels not connected by same letter are significantly different.

Tiempo

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
49	908.5812	22.431749	910.07
56	1029.4084	22.302777	1027.89
63	1116.7256	22.271475	1115.85
70	1271.1250	21.795044	1269.73

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=0.050$ $Q=2.58513$

LSMean[i] By LSMean[j]

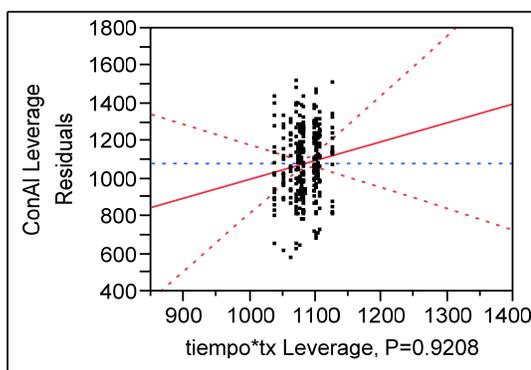
Mean[i]-Mean[j] Std Err Dif Lower CL Dif Upper CL Dif	49	56	63	70
49	0 0 0 0	-120.83 31.6322 - 202.6 - 39.054	-208.14 31.6102 - 289.86 - 126.43	-362.54 31.2763 - 443.4 - 281.69
56	120.827 31.6322 39.0539 202.6	0 0 0 0	-87.317 31.5188 - 168.8 - 5.8372	-241.72 31.1839 - 322.33 - 161.1
63	208.144 31.6102 126.428 289.861	87.3172 31.5188 5.83722 168.797	0 0 0 0	-154.4 31.1616 - 234.96 - 73.843
70	362.544 31.2763 281.691 443.397	241.717 31.1839 161.102 322.331	154.399 31.1616 73.8428 234.956	0 0 0 0

Level		Least Sq Mean
70	A	1271.1250
63	B	1116.7256
56	C	1029.4084
49	D	908.5812

Levels not connected by same letter are significantly different.

tiempo*tx

Leverage Plot

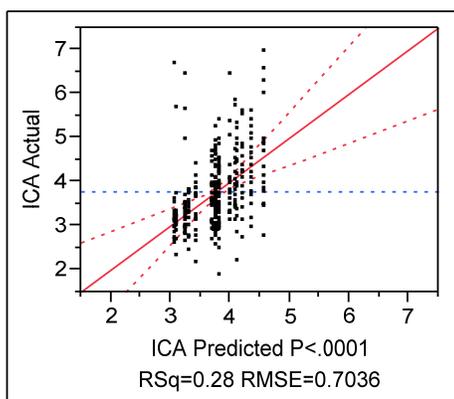


ANEXO 4

Response Índice de Conversión Alimenticia

Whole Model

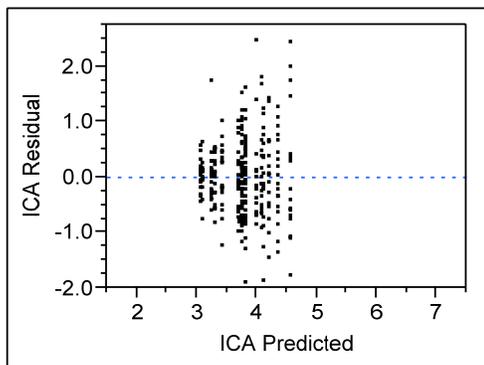
Actual by Predicted Plot



Effect Tests

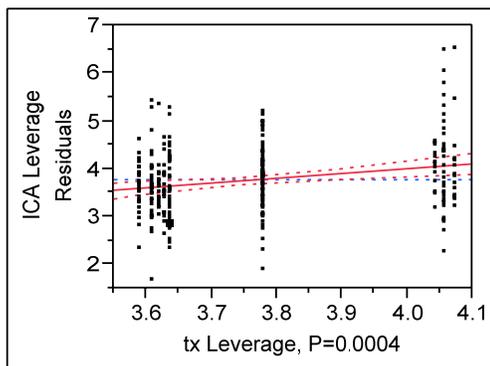
Source	Nparm	DF	Sum of Squares	F Ratio	Prob > F
tx	3	3	9.434748	6.3527	0.0004*
tiempo	3	3	39.254555	26.4314	<.0001*
tiempo*tx	9	9	4.641140	1.0417	0.4070

Residual by Predicted Plot



tx

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
T1	3.7726638	0.08480374	3.77343
T2	4.0522063	0.08298397	4.04274
T3	3.5940001	0.08547179	3.61386
T4	3.6241513	0.08025859	3.63324

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=0.050$ $Q=2.58513$

LSMean[i] By LSMean[j]

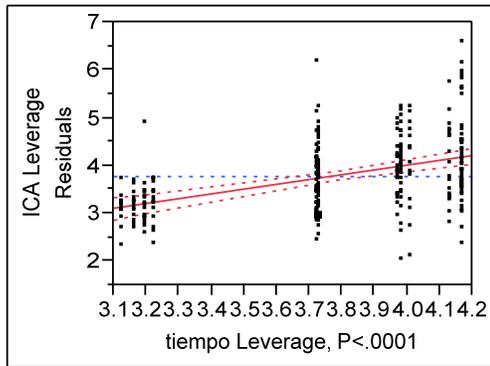
Mean[i]-Mean[j] Std Err Dif Lower CL Dif Upper CL Dif	T1	T2	T3	T4
T1	0 0 0 0	-0.2795 0.11865 - 0.5863 0.02718	0.17866 0.1204 - 0.1326 0.48992	0.14851 0.11676 - 0.1533 0.45035
T2	0.27954 0.11865 - 0.0272 0.58627	0 0 0 0	0.45821 0.11913 0.15024 0.76617	0.42805 0.11545 0.12961 0.7265
T3	-0.1787 0.1204 - 0.4899 0.1326	-0.4582 0.11913 - 0.7662 - 0.1502	0 0 0 0	-0.0302 0.11725 - 0.3332 0.27295
T4	-0.1485 0.11676 - 0.4504 0.15333	-0.4281 0.11545 - 0.7265 - 0.1296	0.03015 0.11725 - 0.2729 0.33325	0 0 0 0

Level		Least Sq Mean
T2	A	4.0522063
T1	A B	3.7726638
T4	B	3.6241513
T3	B	3.5940001

Levels not connected by same letter are significantly different.

tiempo

Leverage Plot



Least Squares Means Table

Level	Least Sq Mean	Std Error	Mean
49	3.1744847	0.08426864	3.18026
56	3.7257756	0.08378414	3.73175
63	3.9841380	0.08366655	3.97655
70	4.1586232	0.08187675	4.14917

LSMeans Differences Tukey HSD

$\alpha=0.050$ $Q=2.58513$

LSMean[i] By LSMean[j]

Mean[i]-Mean[j] Std Err Dif Lower CL Dif Upper CL Dif	49	56	63	70
49	0 0 0 0	-0.5513 0.11883 - 0.8585 - 0.2441	-0.8097 0.11875 - 1.1166 - 0.5027	-0.9841 0.11749 - 1.2879 - 0.6804
56	0.55129 0.11883 0.2441 0.85849	0 0 0 0	-0.2584 0.11841 - 0.5645 0.04773	-0.4328 0.11715 - 0.7357 -0.13
63	0.80965 0.11875 0.50267 1.11663	0.25836 0.11841 - 0.0477 0.56446	0 0 0 0	-0.1745 0.11706 - 0.4771 0.12814
70	0.98414 0.11749	0.43285 0.11715	0.17449 0.11706 -	0 0

	0.6804	0.13001	0.1281	0
	1.28788	0.73569	0.47711	0

Level		Least Sq Mean
70	A	4.1586232
63	A B	3.9841380
56	B	3.7257756
49	C	3.1744847

Levels not connected by same letter are significantly different.

tiempo*tx

Leverage Plot

