

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN COMPUESTO ENZIMÁTICO A BASE
DE CARBOXIHIDROLASAS Y PROTEASAS SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS (*Oryctolagus
cuniculus*) ALIMENTADOS CON UNA DIETA COMERCIAL**

HORACIO LUIS VILLAGRÁN JUÁREZ

GUATEMALA, MAYO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN COMPUESTO ENZIMÁTICO A BASE
DE CARBOXIHIDROLASAS Y PROTEASAS SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS (*Oryctolagus
cuniculus*) ALIMENTADOS CON UNA DIETA COMERCIAL**

TESIS

Presentada a la honorable Junta Directiva de la facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia

POR

HORACIO LUIS VILLAGRÁN JUÁREZ

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, MAYO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
SECRETARIO: Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I: Med. Vet. Yeri Edgardo Veliz Porras
VOCAL II: Med. Vet. Fredy González Guerrero
VOCAL III: Med. Vet. Mario Antonio Motta González
VOCAL IV: Br. José Abraham Ramírez Chang
VOCAL V: Br. José Antonio Motta Fuentes

Asesores

Lic. Zoot. Miguel Rodenas
Lic. Zoot. Carlos Soto
Lic. Zoot. Hugo Peñate
Lic. Zoot. Edgar Pimentel

HONORABLE TRIBUNAL EXAMIDOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala presento a su consideración el trabajo de tesis titulado

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UN COMPUESTO ENZIMÁTICO A BASE
DE CARBOXIHIDROLASAS Y PROTEASAS SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CONEJOS (*Oryctolagus
cuniculus*) ALIMENTADOS CON UNA DIETA COMERCIAL**

Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia

Previo a optar el título profesional de

LICENCIADO ZOOTECNISTA

ACTO QUE DEDICO

A DIOS NUESTRO CREADOR

Por haberme permitido alcanzar esta meta.

A MIS PROGENITORES

Horacio Luis Villagrán Carrillo (+) y Julia Mirella Juárez Gramajo por su apoyo incondicional durante toda mi carrera.

A MIS HERMANOS

Julio César y Manuela Villagrán Juárez, por su apoyo fraternal.

A MI FAMILIA

Por todo el apoyo brindado para lograr culminar mi carrera.

A CUATRO PERSONAS

Aída Escobar de Argueta, Sonia de Escobar, Víctor Álvarez Cajas (+) Julieta Roca de Pezarrosi (+) por sus sabios consejos a lo largo de esta maravillosa experiencia.

A MI...

Muy en especial.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES DE TESIS

Por su aporte en la asesoría del presente trabajo de investigación.

A MIS COMPAÑEROS

De promoción y a los que en el transcurso de la vida he podido conocer y tratarlos gracias por permitirme compartir con cada uno de ustedes.

A MIS CATEDRATICOS

Por todos los conocimientos que compartieron conmigo y ser parte de mi formación académica como futuro profesional.

AI PERSONAL ADMINISTRATIVO Por su apoyo, colaboración y muestras de cariño hacia mi persona.

A LA GRANJA MALENA

Por los recursos, y el apoyo brindado para la realización de la actual investigación.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	01
II. HIPÓTESIS.....	02
III. OBJETIVOS.....	03
3.1 General.....	03
3.2 Específicos	03
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	04
4.1 Mecanismos que intervienen en la digestión del conejo	04
4.2 Mecanismos de elaboración del cecotrofo	07
4.3 Necesidades nutricionales de los conejos	07
4.4 Digestibilidad de insumos alimenticios.....	09
4.5 Influencia de la flora intestinal	10
4.6 Desarrollo enzimático	10
4.7 Acción ejercida por las enzimas adicionadas a la dieta	11
4.8 Beneficio económico que representa la incorporación de enzimas	11
4.9 Otros estudios realizados con aditivos en el alimento (Antibióticos, enzimas, prebióticos y probióticos)	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
5.1 Generalidades	13
5.1.1 Localización	13
5.2 Duración de la fase de campo	13
5.3 Materiales y equipo	13
5.3.1 Materiales	13
5.3.2 Equipo	13

5.4 Manejo	14
5.5 Tratamientos experimentales	14
5.6 Diseño experimental	16
5.6.1 El estadístico de prueba	16
5.6.2 Tratamientos evaluados	16
5.6.3 Variables medidas	16
5.6.4 Análisis estadístico	17
5.7 Análisis económico	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1 Resultados estadísticos	18
6.2 Resultados económicos	22
6.2.1 Presupuesto parcial	22
6.2.2 Análisis de dominancia	22
VII. CONCLUSIONES	24
VIII. RECOMENDACIONES	25
IX. RESUMEN	26
X. BIBLIOGRAFÍA	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.

1. Mecanismos que participan en la digestión de los alimentos	04
2. Recomendaciones nutricionales de conejos según Costa	08
3. Requerimientos nutricionales a cubrirse durante la fase de engorde	09
4. Descripción y contenido de nutrientes de las dietas experimentales	15
5. Consumo de alimento promedio de los tratamientos	18
6. Ganancia de peso promedio de los tratamientos	19
7. Conversión alimenticia promedio de los tratamientos	20
8. Rendimiento de la canal promedio de los tratamientos	21
9. Presupuesto parcial de la adición de enzimas exógenas	22
10. Análisis de dominancia de la adición de enzimas exógenas	23

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro No.

1. Digestión de los principales nutritivos orgánicos	05
--	----

ÍNDICE DE FIGURA

Figura No.

1. Esquema general de la digestión en el conejo	06
---	----

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica No.

1. Consumo de alimento semanal promedio / animal	18
2. Ganancia de peso promedio / tratamiento	19
3. Conversión alimenticia semanal promedio / animal	20
4. Rendimiento de la canal promedio / animal.....	21

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas actuales de producción animal se ven obligados a encontrar mejoras a la eficiencia y rentabilidad, por lo que tienen que explorarse alternativas que permitan una producción de proteína de origen animal rentable y accesible.

Los sistemas cunicolas existen en todos los países del mundo, siendo los países europeos los principales productores y consumidores. En América la producción comercial es relativamente baja, pero existe un número considerable de empresas familiares a pequeña escala que resulta difícil de cuantificar y cuyo aporte a la economía no aparece en las estadísticas.

Las explotaciones cunicolas tienen alto potencial de crecimiento dentro del país aunado a que la especie presenta varios factores como su docilidad, alto potencial reproductivo, posibilidad de ser criados con alimentos que no se utilizan en otras especies, carne con bajo contenido en grasa y colesterol, posibilidad de establecer empresas de tamaño pequeño o grande, requieren poco espacio y no hacen ruido. En explotaciones pequeñas o familiares el manejo lo pueden realizar niños, ancianos y personas discapacitadas.

A manera de contribuir con los productores de conejos, se intenta dar nuevas soluciones al desafío de la alimentación; que permitan obtener mejoras significativas en sus ganancias al optimizar el aprovechamiento y el rendimiento nutricional de los ingredientes utilizados en el alimento, evitando desequilibrios nutricionales, patologías o pautas de manejo que les ocasionen estrés.

Adicionándoles preparados enzimáticos a las dietas, se pretende estimularles una exclusión competitiva que ocupe el espacio disponible en el intestino con bacterias favorables que desplacen a las bacterias indeseables. Blas et al (1989) define el término complejo enzimático como un mejorador del índice de conversión del alimento que contribuye al equilibrio microbiano del intestino, a base de enzimas naturales o artificiales que previenen desórdenes digestivos y que mejoran los índices zootécnicos, produciéndoles efectos beneficiosos y mejorando el uso de compuestos nutricionales lo cual se ve reflejado en un aumento por parte del animal en su productividad.

Basándose en los antecedentes mencionados, la propuesta de esta investigación fué evaluar el uso de estos complejos enzimáticos como una opción para mejorar los indicadores productivos de conejos a lo largo de toda su fase de engorde hasta su sacrificio.

II. HIPÓTESIS

La adición de un complejo enzimático a base de carboxihidrolasas y proteasas en el alimento, mejora significativamente la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal de conejos de la raza California.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Generar información en el ámbito de la cunicultura nacional, sobre el uso de aditivos que mejoren la digestibilidad de proteína y energía en la dietas.

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto de la adición de un complejo enzimático a base de carboxihidrolasas y proteasas en el alimento; en términos de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal de conejos de la raza California.
- Comparar económicamente los tratamientos a través de la tasa marginal de retorno.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Mediante el uso de mejoradores de conversión alimenticia tales como probióticos, prebióticos, complejos enzimáticos en las raciones, se pretende sustituir importaciones y lograr reducciones en la competitividad con la alimentación humana, tornándose de esta forma en un nuevo reto para los nutricionistas de animales que buscan en la actualidad soluciones viables para lograr explotaciones sostenibles y eficientes (ADISSEO, s.f.).

En el caso particular de animales de producción es fundamental que las raciones proporcionen los nutrientes necesarios, para tratar de obtener un máximo rendimiento productivo en cuanto a cantidad y calidad se refiere, lo cual disminuye la aparición de trastornos digestivos o metabólicos a través de una adecuada formulación de raciones que a la vez minimizan el impacto ambiental ocasionado por las deyecciones de nitrógeno amoniacal contenidos en orina y heces (DIPAGA Centro Cunicula, s.f.).

4.1 Mecanismos que intervienen en la digestión del conejo

Para que los alimentos puedan aprovecharse es preciso que antes sean degradados y transformados a entidades más simples (glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y glicerol, etc.) coexistiendo una serie de mecanismos físicos, químicos y biológicos (Tabla 1).

Tabla 1. Mecanismos que participan en la digestión de los alimentos.

Físicos	Químicos	Biológicos
Humidificación	Acido clorhídrico	Bacterias
Maceración	Sales biliares	
Masticación	Bicarbonatos	
Movimientos de mezcla	Enzimas	

Los mecanismos físicos actúan preferentemente como condicionantes o auxiliares, mientras que los otros citados actúan como determinantes en el proceso de la digestión en donde los primeros son inespecíficos y los segundos altamente específicos.

De acuerdo con Blas et al (1989); los herbívoros consumen alimentos que en general se caracterizan por tener una elevada proporción de compuestos con elevado contenido de fibra, a pesar de que ellos mismos no producen enzimas que transformen esos compuestos en nutrientes absorbibles. Sin embargo poseen unos compartimentos en los que habita en simbiosis una población microbiana con actividad celulolítica; estos microorganismos obtienen energía a partir de los compuestos fibrosos del material alimenticio produciendo ácidos grasos volátiles (AGV) fundamentalmente acético, propiónico y butírico. A su vez, el huésped utiliza estos AGV y en ocasiones a los propios microorganismos como fuente de nutrientes (Cuadro 1).

Cuadro1. Digestión de los principios nutritivos orgánicos.

Órgano	Glándulas	Secreciones	Enzimas	Sustancia afectada	Producto Final
Boca	salivales	saliva	amilasa	almidón	maltosa
Estómago	gástricas (antro)	jugo gástrico y HCl	pepsina lipasa	proteína grasas	proteosomas peptonas Ac. grasos y glicerol
Duodeno	páncreas hígado	jugo pancreático bilis	amilasa tripsina lipasa	almidón proteosomas y peptonas grasas grasas	maltosa polipéptidos Acidos Grasos y glicerol emulsión
Yeyuno e Íleon	Fosas de Lieberkühn de la mucosa	Jugo intestinal o entérico	erepsina maltasa sacarasa	polipéptidos maltosa sacarosa	Aminoácidos glucosa fructosa y glucosa

En los herbívoros no rumiantes el área microbiana está situada en el tramo posterior del aparato digestivo, después del área en la cual la digestión enzimática tiene lugar; los microorganismos por lo tanto disponen de un sustrato menos rico y digestible comparado con los rumiantes (Blas et al., 1989).

La capacidad de utilizar otros productos resultantes de esta actividad de los microorganismos es nula en otras especies como aves y cerdos, ya que no poseen en el ciego ni en tramos posteriores, enzimas proteolíticas o sistemas de absorción para tales productos que son eliminados a través de las heces (Blas et al., 1989).

En el caso del conejo el cual esta clasificado como un monogástrico, posee un aparato digestivo de características cecales a nivel del ciego, en donde existe un particular proceso fisiológico conocido como cecotrofia, el cual comprende una digestión enzimática de las bacterias cecales y absorción intestinal tanto de los aminoácidos procedentes de la proteína bacteriana como de las vitaminas (Blas et al., 1989).

Esto es lo verdaderamente importante de la fisiología digestiva del conejo y que lo hace diferente con respecto a otras especies de herbívoros monogástricos, ya que lo practica como un acto normal que resulta en una actividad de vital importancia para esta especie (Figura 1).

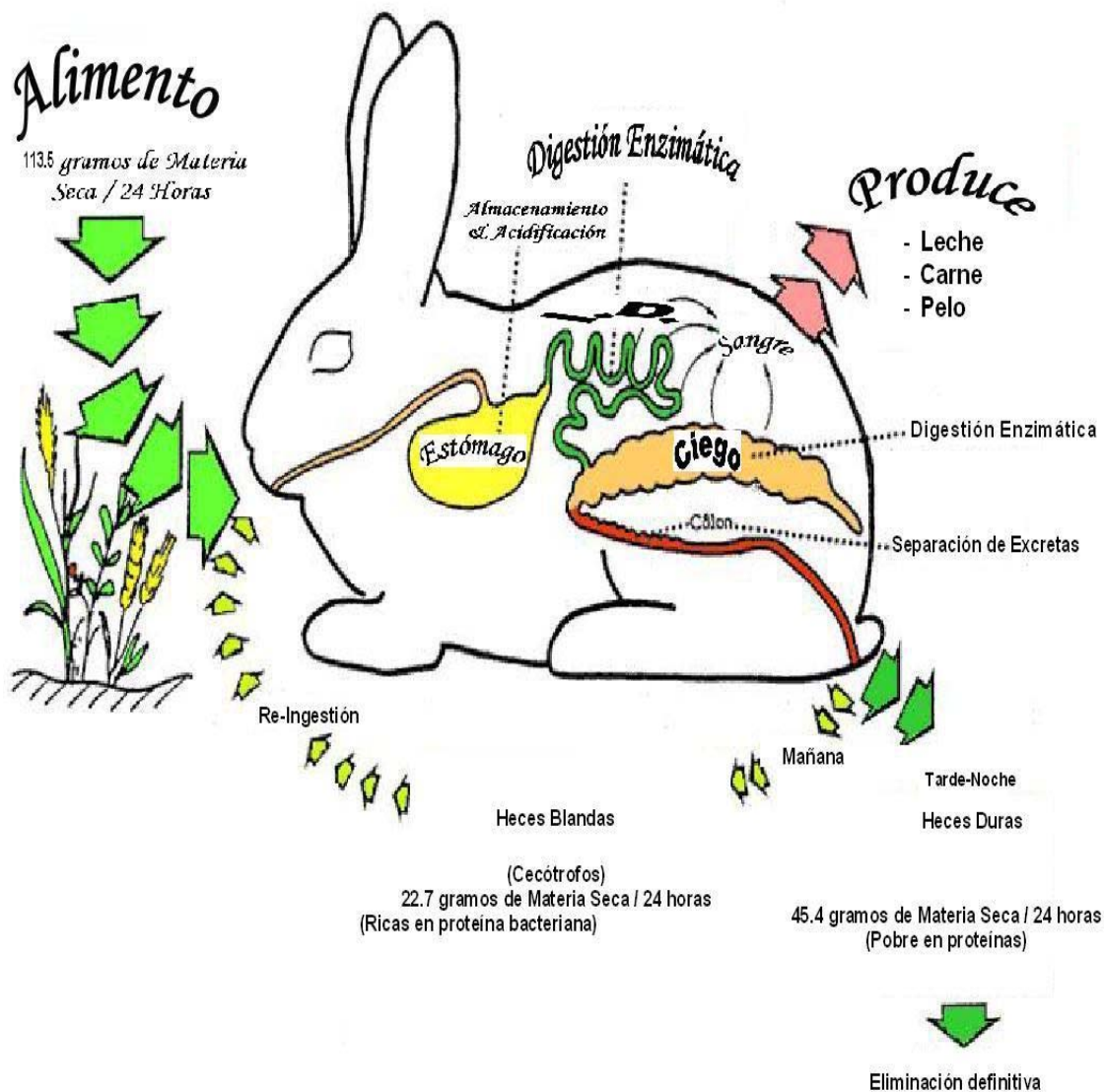


Figura 1. Esquema general de la digestión en el conejo.

4.2 Mecanismos de elaboración del cecotrofo

La formación de cecotrofos es un acto fisiológico que presenta todavía numerosas dudas, su elaboración no corresponde al ciego pues al quitarlo quirúrgicamente no suprime esta actividad. Las razones de índole nutritiva pueden variar la intensidad de la cecotrofia, pues se ha comprobado que cuando los conejos silvestres disponen de abundante alimento verde reducen esta actividad, acto que se incrementa en épocas de escasez y por lo tanto resulta muy verosímil la teoría de que la cecotrofia actúa como un mecanismo de adaptación. Parece que existe una especial sensibilidad anal o rectal en el conejo para distinguir a los cecotrofos y que al removerlo quirúrgicamente produce incapacidad para esta actividad a pesar de que se elaboran perfectamente (Carrizo Martín, J. s.f.).

Existen diversas teorías que tratan de explicar el por qué determinadas masas alimenticias pasan a ser cecotrofos y otras pasan a ser excrementos; la determinación de las dos modalidades tiene lugar a partir de los primeros diez centímetros del colon. Las explicaciones de este fenómeno se basan en diversos hechos, tales como la naturaleza del contenido cecal, motricidad, tiempo de permanencia del alimento y fermentaciones (Carrizo Martín, J. s.f.).

4.3 Necesidades nutricionales de los conejos

En gran parte la divergencia que suele observarse en conejos obedece a la gran cantidad de circunstancias que modifican o hacen variar sus necesidades.

De acuerdo con Costa citado en el curso de perfeccionamiento a la cunicultura industrial (2002) las recomendaciones para la formulación de raciones para conejos son las siguientes (Tabla 2).

Tabla 2. Recomendaciones nutricionales de conejos según Costa.

Tipo de animal	Gazapos de engorde	Conejas lactantes con gazapos	Conejas gestantes	Machos reproductores
Energía digestible Kcal./Kg	2600	2700	2500	2200
Proteína bruta (%)	15-16	17-18	15-16	12-14
Fibra bruta (%)	10-14	10-13	12-15	14-18
Grasa bruta (%)	2	2	2	2
Calcio (%)	0,80	1,10	0,80	0,60
Fósforo (%)	0,50	0,80	0,50	0,40
Lisina (%)	0,75	0,80	0,75	0,60
Metionina + Cistina (%)	0,60	0,65	0,60	0,50
Arginina (%)	0,80	0,85	0,80	0,65
Triptofano (%)	0,18	0,20	0,15	0,12
Treonina (%)	0,55	0,70	-	-
Valina (%)	0,70	0,85	-	-
Isoleucina (%)	0,65	0,70	-	-
Histidina (%)	0,35	0,43	-	-
Fenilamina + Tirosina (%)	1,20	1,40	-	-
Leucina (%)	1,05	1,25	-	-

Las necesidades nutritivas prioritarias son la proteína, la grasa y la fibra que contienen los alimentos para conejos las cuales se expresan en porcentaje; mientras que para medir la energía se utilizan distintos sistemas, aunque se observa una tendencia a utilizar la energía metabolizable (Tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales a cubrirse durante la fase de engorde.

Necesidades Energéticas	2650-2800 Kcal./Kg
Necesidades de Proteína y Aminoácidos	15.6-18.0 %
Necesidades de Fibra	12 %
Necesidades de Grasa	2-5%
Necesidades de Vitaminas y Minerales	Ad-libitum

4.4 Digestibilidad de insumos alimenticios

La composición química de un alimento es solamente indicativa del contenido de nutrientes del mismo, más no de su disponibilidad para el animal; por lo que es necesario contar con datos de digestibilidad (BIOTEC, s.f.).

BIOTEC, (s.f.) indica que la digestibilidad se define como la porción de un alimento que no es excretado en las heces y que se asume por lo tanto que ha sido absorbida en la digestión. Por lo general se representa por el llamado coeficiente de digestibilidad, el cual se expresa en porcentaje de materia seca.

Los factores que afectan la digestibilidad del alimento son:

- Composición química del alimento.
- Nivel de consumo del alimento.
- Deficiencias de los nutrientes.

Los factores dependientes del animal son:

- Tiempo para realizar la acción digestiva.
- Trastornos digestivos.

4.5 Influencia de la flora intestinal

Carrizo, (s. f.); resalta que la flora intestinal influye directa o indirectamente en el estado de salud tanto del hombre como de los animales a través de las siguientes funciones:

- 1). Producción de vitaminas y ácidos grasos de cadena corta.
- 2). Degradación de sustancias alimenticias que escapan a la digestión.
- 3). Integridad del epitelio intestinal.
- 4). Estimulación de la respuesta inmunitaria.
- 5). Protección frente a microorganismos enteropatógenos.

La estabilidad de la flora intestinal es imprescindible para que estas funciones puedan desarrollarse.

4.6 Desarrollo enzimático

Las enzimas son catalizadores biológicos responsables de mantener las funciones vitales en los seres vivos. Estos catalizadores están presentes en todo el reino animal y vegetal.

De acuerdo con Harper, (2001) las enzimas reaccionan de 1,000 a 10,000 veces por segundo con su respectivo sustrato, basándose teóricamente en el concepto de catalizador químico al final de cada reacción, la enzima queda intacta y esta propiedad es la que le permite a los organismos vivos realizar reacciones químicas a temperaturas ambiente que de otro modo se desarrollarían a velocidades extremadamente lentas o que requerirían de altas temperaturas.

El desarrollo y los cambios de la secreción de enzimas digestivas tienen un significado práctico debido a la necesidad de la leche materna por otros componentes de la dieta. Es importante observar que el nivel de actividad enzimática que se utiliza para atacar al material alimenticio no es fijo; sino que la actividad de múltiples enzimas aumenta o disminuye en respuesta a un cambio de la concentración del sustrato disponible (Harper, 2001).

Es habitual que los alimentos para animales contengan aditivos no nutricionales, que sin embargo parecen ser indispensables para conseguir los altos rendimientos de acuerdo a exigencias de los mismos productores como del paladar del consumidor. Según su finalidad principal los aditivos se pueden clasificar en cinco grandes grupos:

- ❖ Preventivos de enfermedades (dentro de este grupo destacan los coccidiostáticos).
- ❖ Antioxidantes.
- ❖ Pigmentos.
- ❖ Promotores de crecimiento.

- ❖ Mejoradores del índice de conversión del alimento. (Dentro de este ultimo grupo se incluyen una amplia gama de antibióticos, enzimas, prebióticos y probióticos.)

Torero, (2005) determina la utilización de enzimas como un mecanismo que modifica definitivamente las condiciones físico-químicas del contenido digestivo, rompe las paredes celulares, acelera la hidrólisis de los polisacáridos no almidonosos y disminuye la viscosidad intestinal; lo cual favorece la asimilación de azúcares simples en forma de energía, aprovechándolo el organismo para promover el mejoramiento en la disponibilidad del alimento.

4.7 Acción ejercida por las enzimas adicionadas a la dieta

Todas las enzimas necesarias para la digestión de proteínas, grasas y carbohidratos son secretadas a nivel del páncreas; la amilasa pancreática la cual es secretada en su forma activa, tiene como función primordial hidrolizar las fuentes de almidón provenientes de los alimentos.

La suplementación enzimática en alimentación animal, es una práctica habitual en diversas especies sobre todo en no rumiantes. El objetivo principal de esta suplementación es la mejora de la digestibilidad de los nutrientes de la dieta, ya sea mediante la suplementación de la actividad enzimática endógena o la suplementación con actividades enzimáticas no existentes a nivel endógeno. Además la restricción en el uso de algunas fuentes de proteína animal de alta digestibilidad resulta en un incremento del uso de fuentes de proteína de menor calidad, aumentando el interés por la suplementación enzimática. Las enzimas exógenas afectan el perfil fermentativo en el intestino y por lo tanto tienen la capacidad de modificar su microflora (Dukes, 1999).

El gazapo de 21 días de edad digiere eficazmente las materias grasas, ciertas proteínas y azúcares, digiriendo mal el almidón y la fibra; es por ello que la eficacia de la adición enzimática en gazapos resulta muy efectiva antes de los 42 días de vida, debido a que no pueden producir suficientes enzimas para digerir el pienso de engorde tradicional (Blas et al., 1989).

4.8 Beneficio económico que representa la incorporación de enzimas

Con el uso de un complejo enzimático adicionado en dietas a base de maíz, se espera obtener una mayor flexibilidad en la formulación de alimentos, mejores tasas de crecimiento, índice de conversión y un peso vivo uniforme lo cual se traduciría en una reducción de costos operativos dentro de la producción.

Los aditivos naturales utilizados para la alimentación de animales se originan a partir del metabolismo de bacterias, levaduras con un pH neutro y hongos con un pH ácido, siendo en su mayoría reacciones hidrolíticas (Harper, 2001).

4.9 Otros estudios realizados con aditivos en el alimento (Antibióticos, enzimas, prebióticos y probióticos).

Escobar, (1998) evaluando la adición enzimática en dietas a base de Maíz-Soya para aves de postura comercial, encontró diferencia estadística al 1% entre tratamientos en las variables producción, consumo de alimento y conversión alimenticia. En el mismo estudio el tratamiento A (dieta base + mezcla enzimática) obtuvo una tasa marginal de retorno por encima del tratamiento control.

Pérez, (1999); trabajando en la inclusión del cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) como aditivo en la alimentación de bovinos de leche, encontró que la inclusión de esta mejoró los beneficios netos obtenidos con respecto al tratamiento control.

Ruíz, (2007) estudiando el efecto de la adición de *Bacillus subtilis*, en dietas de pollo de engorde, sobre parámetros productivos en el área de Chimaltenango, indicó que no hubo diferencias estadísticas en las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y mortalidad; pero en términos económicos encontró una ventaja de 16.53 % en relación a la TMR, indicando que el tratamiento que recibió la adición del aditivo no nutricional es superior al tratamiento testigo, dando un mayor beneficio neto con respecto a la utilización del probiótico a base de *Bacillus subtilis*.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Generalidades

5.1.1 Localización:

La fase de campo se llevó a cabo en la granja cunicola Malena, propiedad del señor Rafael Cárdenas; localizada en el km. 23.5 de la ruta al pacifico, en jurisdicción del municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala. Presenta una altitud de 1,300 msnm, temperatura media anual de 23 °C, precipitación pluvial media anual de 1,349 mm y humedad relativa de 79%. Se clasifica a esta zona de vida como bosque húmedo subtropical templado (De la Cruz, 1982).

5.2 Duración de la fase de campo

Las unidades experimentales fueron evaluadas durante las etapas de engorde y sacrificio teniendo una duración total de 43 días.

5.3 Materiales y equipo

5.3.1 Materiales:

- 20 gazapos de raza California de 30 días de edad.
- 97.84695 Kg de alimento balanceado peletizado.
- 0.698005 Kg de maíz amarillo comercial.
- 0.001995 Kg de complejo enzimático.
- 42 centímetros cúbicos de coccidiostato.

5.3.2 Equipo:

- 20 jaulas de tipo industrial con un diámetro de 0.30 x 0.50 metros, contando cada una con su respectivo bebedero de válvula y comedero.
- Molino de granos.
- Balanza analítica electrónica.
- Balanza electrónica semi-analítica.
- Mesa de acero inoxidable.
- Cuchillos de acero inoxidable.
- Mazo de madera.
- Bolsas plásticas.
- Espátula.
- Papel encerado.
- Jeringas.
- Libreta de apuntes.
- Computadora.
- Cámara Digital.
- Transporte vehículo.

5.4 Manejo

Para efectos propios de la presente investigación se utilizaron 20 gazapos machos destetados de 30 días de edad, procedentes de camadas homogéneas en edades, pesos y tamaños, los cuales fueron distribuidos en dos lotes a razón de 10 repeticiones por tratamiento.

- Las repeticiones fueron alojadas dentro de jaulas individuales de tipo industrial de 0.31 x 0.45 x 0.31 metros contando cada una con su respectivo comedero y bebedero de válvula. Dichas jaulas se encuentran en una galera de 10 x 5 x 3 metros, la cual se encuentra techada con lámina galvanizada y con un revestimiento rústico en el piso el cual se asemeja a una torta de cemento.
- Previo a iniciarse el período experimental, cada lote fue sometido a un período de adaptación a las condiciones de alimentación experimental; estableciéndose de esta manera los niveles de consumo a ofrecer. Este período tuvo una duración de siete días.
- Un día después de finalizado el período de adaptación se procedió a efectuar la toma del peso inicial de cada una de las repeticiones de cada lote, dando de esta manera inicio el período experimental; en el transcurso de esta actividad se procedió a tomar los registros necesarios de las variables citadas en el actual estudio quedando pendientes dos variables las cuales se corrieron un día después de finalizada la etapa de engorde siendo estas la toma del peso final y el rendimiento de la canal. La duración de esta fase de campo fue de treinta y seis días.
- Ambos lotes recibieron el mismo manejo desde su ingreso al estudio hasta su sacrificio.
- El experimento concluyó cuando los animales alcanzaron 73 días de edad.

5.5 Tratamientos experimentales

Las dietas contenían alimento balanceado peletizado, maíz amarillo molido y un aditivo no nutricional (complejo enzimático), los cuales fueron suministradas a los gazapos durante su etapa de engorde, teniendo una duración de cinco semanas; a continuación se describen los tratamientos:

- A. Alimento balanceado comercial y maíz amarillo molido; con animales destetados de 30 días de edad (Testigo).
- B. Alimento balanceado comercial, maíz amarillo molido y complejo enzimático; con animales destetados de 30 días de edad.

La diferencia entre ambos tratamientos es la adición al tratamiento B del complejo enzimático, el cual fue mezclado con el maíz amarillo molido (0.9943 g de maíz amarillo molido / 0.0057 g de aditivo no nutricional) suministrándose en comederos tipo industrial al inicio de la alimentación.

Las proporciones de los ingredientes y contenido de nutrientes se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Descripción y contenido de nutrientes de las dietas experimentales (base seca).

Ingrediente	Tratamiento A	Tratamiento B
Alimento comercial	99.11894274	99.11894274
Maíz amarillo molido	0.881057268	0.876035242
Complejo enzimático	-----	0.00502202
Porcentaje, %	100	100
Contenido de Nutrientes *		
PB, %	16.00	16.00
EM, Mcal/Kg	2.61	2.61
ED, Mcal/Kg	2.76	2.76
FB, %	18.24	18.24
ELN %	54.76	54.76

* PB, Proteína bruta; EM, Energía metabolizable; ED, Energía digestible; FB, Fibra bruta y ELN, Extracto libre de nitrógeno.

5.6 Diseño experimental

Se utilizó un método no paramétrico conocido como la U de Mann-Whitney, para dos tratamientos de 10 repeticiones cada uno, siendo la unidad experimental un conejo.

5.6.1 Estadístico de prueba:

$$U_A = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1 + 1)}{2} - T_A$$

$$U_B = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2 + 1)}{2} - T_B$$

Donde:

n_1 = Número de observaciones en la muestra A

n_2 = Número de observaciones en la muestra B

T_A y T_B = Sumas de los rangos para las muestras A y B respectivamente

5.6.2 Tratamientos evaluados:

n_1 = Alimento balanceado comercial y maíz amarillo molido (Testigo).

n_2 = Alimento balanceado comercial, maíz amarillo molido y complejo enzimático.

5.6.3 Variables medidas:

- Peso inicial y final (Kg): se realizó al inicio y al final del periodo experimental, con la finalidad de tener registros de cada una de las repeticiones de ambos tratamientos.
- Ganancia de peso semanal y total (g): se anotó el peso obtenido durante la primera semana del periodo experimental de cada una de las repeticiones de los tratamientos y de la misma manera se realizó semanalmente hasta obtener el peso final.

- Consumo de Alimento (g):
Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - \text{alimento rechazado.}$$

- Conversión alimenticia:
Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{g de alimento consumido semanal}}{\text{g de ganancia de peso semanal.}}$$

- Canal caliente (%):
Se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Canal Caliente} = (\text{Kg de la canal caliente} / \text{Kg del peso final}) \times 100.$$

5.6.4 Análisis estadístico:

Dentro del marco de la presente investigación se planteó un análisis estadístico con la prueba no paramétrica de Mann Whitney que permite comparar las ubicaciones relativas entre los tratamientos independientes.

5.7 Análisis económico

Se planteó una evaluación económica utilizando los criterios de la tasa marginal de retorno (TMR) del Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo CIMMYT (1988).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación encontramos el análisis de los resultados con la prueba estadística la U de Mann Whitney tomando en cuenta las variables consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal de cada uno de los tratamientos donde se observan las diferencias entre cada uno de los parámetros biológicos estudiados. Cabe aclarar que la validez de este tipo de investigaciones queda restringida a la situación puntual, por la variabilidad de los factores que se ven involucrados en el desempeño de los animales.

6.1 Resultados estadísticos

➤ Consumo de alimento (g)

Tabla 5. Consumo de alimento real / conejo.

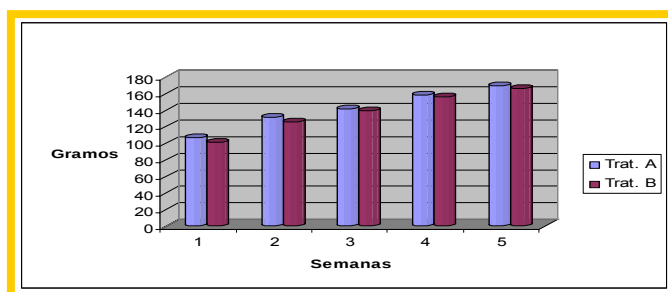
	A (Testigo)	B
Alimento consumido en (g)	4960.7125 ^b	4823.9825 ^a

^{b,a}. Promedios en una misma línea seguidos por letras distintas difieren significativamente (Mann-Whitney, $P \leq 0.01$).

De acuerdo con los resultados expuestos en la tabla 5, existe diferencia significativa ($\alpha \leq 0.01$) lo cual demostró que el tratamiento B fué superior en virtud de que los consumos fueron menores al tratamiento testigo (gráfica 1). Esto concuerda con lo fisiológicamente esperado, ya que los compuestos enzimáticos tienen un efecto positivo sobre la digestibilidad de proteínas y compuestos polisacáridos no almidonosos lo cual viene a favorecer una mayor oferta energética aunado a que la especie bajo estudio cuenta con el proceso de la cecotrofia.

De la misma forma Ruíz (2007), en un ensayo con pollos de engorde utilizando *Bacillus subtilis* reportó que no existen diferencias significativas en términos de consumo al suministrar dicho agente. Una de las principales limitantes en la producción de gazapos, es la formulación de las raciones que deben ajustarse a sus necesidades fisiológicas; de lograrse esto se espera alcanzar alto crecimiento, adecuada utilización digestiva y, al mismo tiempo una disminución en el ciclo de engorde lo cual se manifiesta en términos productivos y comerciales con disminución del tiempo en que éstos saldrán al mercado (Costa, 2002).

Gráfica 1. Consumo de alimento semanal promedio / animal.



➤ Ganancia de peso (g)

Tabla 6. Ganancia de peso promedio de los tratamientos.

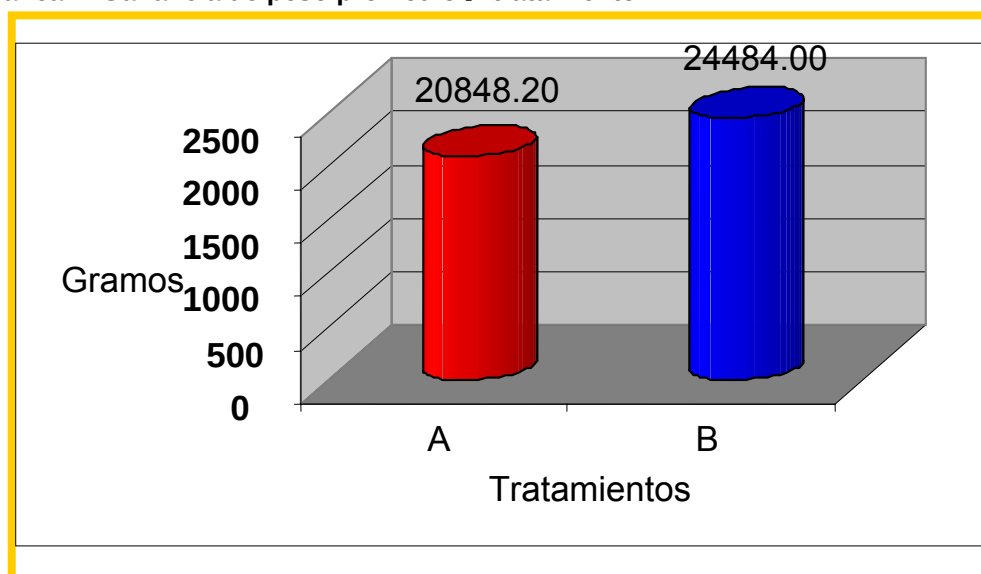
	A (Testigo)	B
Peso adquirido en (g)	1,273.370 ^b	1,647.240 ^a
Peso inicial en (g)	811.45	801.16
Peso final (g)	2,084.82	2448.40

^{b,a}. Promedios en una misma línea seguidos por letras distintas difieren significativamente (Mann-Whitney, $P \leq 0.01$). Tomándose en cuenta el peso inicial únicamente.

Esta variable se calculó por la diferencia existente entre el peso inicial y el peso final. Acorde a los resultados expuestos en la tabla 6, se detectó diferencia significativa ($\alpha \leq 0.01$), resultando que el tratamiento B es superior al testigo. Estos resultados no concuerdan con lo obtenido por De Paz (2007), en su investigación quién reportó que no existen diferencias en los parámetros biológicos al adicionar enzimas exógenas a la dieta de pollos de engorde bajo condiciones comerciales. A si mismo Ruíz (2007), reportó que no existe diferencia en incremento de peso o conversión al adicionar enzimas exógenas a la dieta de pollo de engorde.

Bajo las mismas condiciones de manejo para ambos tratamientos, se pudo evidenciar que el crecimiento de los gazapos no es continuo, alternándose períodos de rápido crecimiento con períodos de poco crecimiento. Cabe resaltar que lo importante en este estudio, es la tasa ponderada de crecimiento la cual se manifiesta a lo largo de toda la fase de engorde (gráfica 2), obteniéndose pesos de mercado en menor tiempo.

Gráfica 2. Ganancia de peso promedio / tratamiento.



➤ Conversión alimenticia

Tabla 7. Conversión alimenticia promedio de los tratamientos.

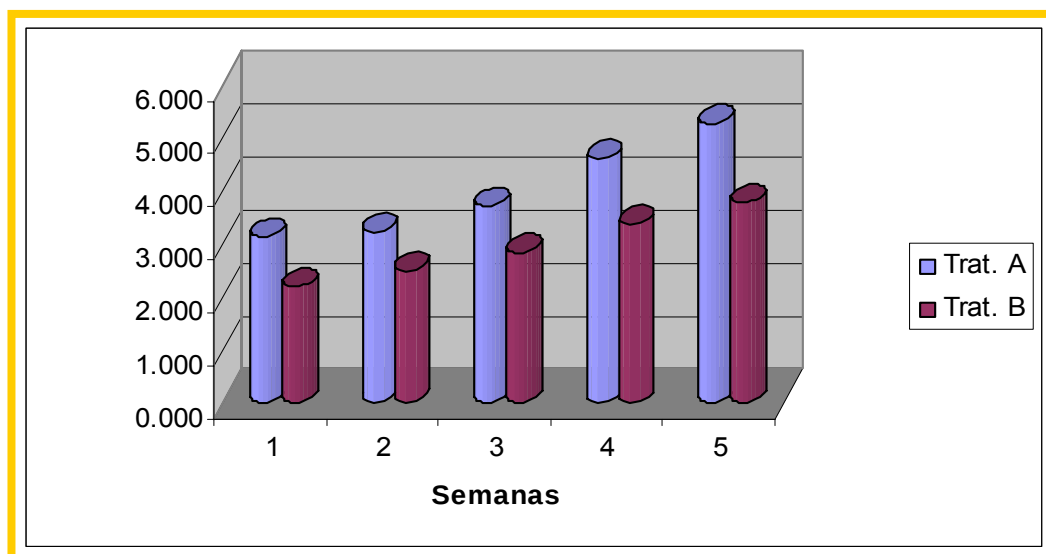
	A (Testigo)	B
Conversión alimenticia	4.003^b	2.948^a

b,a. Promedios en una misma línea seguidos por letras distintas difieren significativamente (Mann-Whitney, $P \leq 0.01$).

De acuerdo con los resultados expuestos en la tabla 7, existe diferencia significativa ($\alpha \leq 0.01$), lo que demuestra que el tratamiento B es superior al testigo. Estos resultados concuerdan con lo obtenido por De Paz (2007), reportando que al adicionar enzimas exógenas a las dietas de pollos de engorde, los animales aprovecharon mejor el alimento dado que el efecto a corto y mediano plazo de estas enzimas se tradujo en mejor asimilación de nutrientes en el tracto gastrointestinal. De la misma forma Escobar (1998), reportó que la adición enzimática en dietas a base de maíz y soya en aves de postura comercial, representó una mejora del 4.76 % en la conversión alimenticia comparado con su no inclusión.

La conversión alimenticia esta definida como una medida de utilidad práctica permitiendo estimar la fracción de los costos de producción atribuibles a la alimentación; las bajas tasas de conversión observadas durante las primeras semanas en el tratamiento testigo (gráfica 3) pueden ser atribuidas a las condiciones de salud de los animales, ya que esta fue la etapa de mayor incidencia de trastornos digestivos. En las semanas siguientes las conversiones alimenticias fueron muy elevadas y suelen ser atribuidas a una recuperación de los trastornos digestivos padecidos, cuando la ganancia de peso ocurre principalmente a través de una rehidratación celular (Costa, 2002).

Gráfica 3. Conversión alimenticia semanal promedio / animal.



➤ Evaluación post-mortem

Tabla 8. Rendimiento de la canal promedio de los tratamientos.

	A (Testigo)	B
Rendimiento en canal (%)	50.190 ^b	51.940 ^a

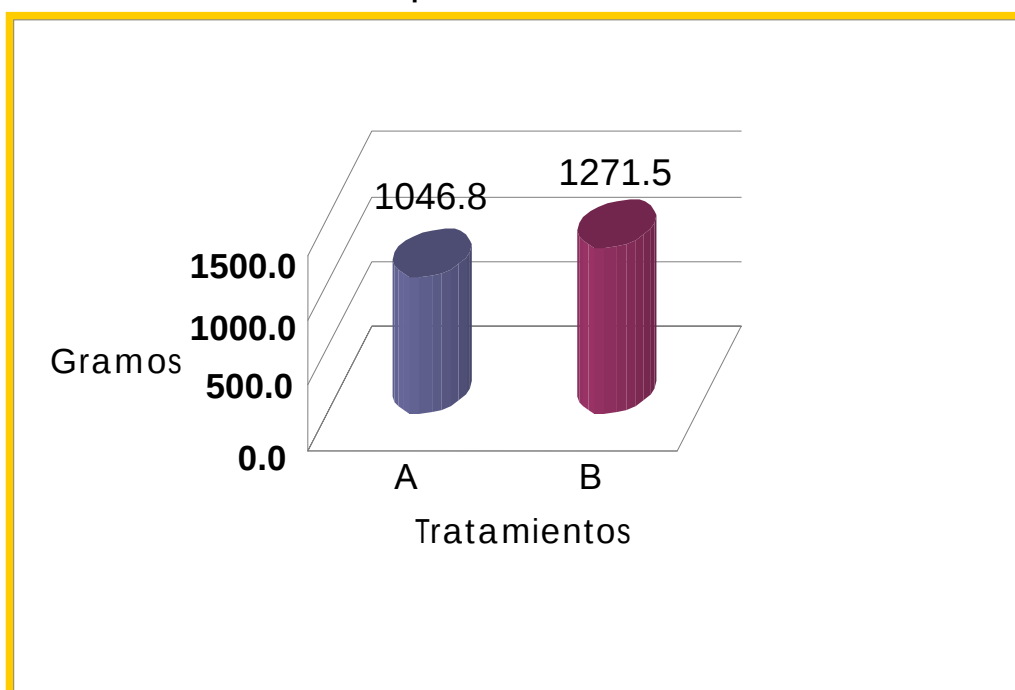
b,a. Promedios en una misma línea seguidos por letras distintas difieren significativamente

(Mann-Whitney, $P \leq 0.01$)

De acuerdo con los resultados expuestos en la tabla 8, existe diferencia significativa entre tratamientos ($\alpha \leq 0.01$); lo que demostró que el tratamiento B es superior al testigo. Lo anterior difiere de un estudio realizado por Martínez (2007), utilizando enzimas exógenas para evaluar el rendimiento de la canal caliente de pollos de engorde, indicando que no hubo diferencia significativa en estas canales al adicionar los aditivos a las dietas. Dicha diferencia puede ser explicada por las variables fisiológicas y nutricionales entre ambas especies, dado que la dieta de los conejos tiende a ser más rica en fibra, donde la cecotrofia ayuda a una mayor eficiencia digestiva en esta especie, haciendo más disponibles los carbohidratos resultantes.

Dentro del crecimiento normal de los animales, las vísceras se desarrollan más rápido que otros componentes corporales durante las primeras semanas de edad, por lo que se dice que la tasa de tejido gastrointestinal se reduce e iguala a la tasa de crecimiento muscular conforme el tiempo. Una restricción alimenticia puede retrasar el desarrollo del tejido muscular disminuyendo de manera significativa el rendimiento de la canal (Costa, 2002). Sin embargo, en este estudio no se observó dicho efecto (gráfica 4).

Gráfica 4. Rendimiento de la canal promedio / animal.



6.2 Resultados económicos

6.2.1 Presupuesto parcial:

Se utilizó este método con la finalidad de organizar los datos experimentales, obteniéndose los costos y beneficios del tratamiento alternativo, los cuales se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Presupuesto parcial de la adición de enzimas exógenas.

	Tratamiento A (Testigo)	Tratamiento B
Rendimiento promedio en canal (Kg)	1.0480	1.2730
Precio del Kg de carne de conejo (Q)	44.0000	44.0000
Precio promedio de la canal (Q.)	46.1120	56.0120 *
Costo del alimento balanceado consumido (Q.)	15.4962	15.0661
Costo del maíz comercial consumido (Q.)	0.0962	0.0957
Costo del complejo utilizado (Q.)		0.0698
Beneficios netos en (Q.)	30.5196	40.8502

* La diferencia en el precio de la canal se debe a las canales más pesadas para el caso del tratamiento B.

6.2.2 Análisis de dominancia:

Se procedió a enumerar el total de los costos variables y los beneficios netos de cada uno de los tratamientos de la adición de enzimas exógenas; los cuales se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Análisis de dominancia de la adición de enzimas exógenas.

Tratamiento	Adición	Costos Variables (Q.)	Beneficios netos (Q.)
B	Enzimas	15.2316	40.8502
Testigo	Ninguna	15.5924	30.5196 D

El tratamiento que resultó dominado en esta investigación es tratamiento testigo que presenta beneficios netos menores y costos variables mayores, por lo cual no procede a la realización del análisis marginal. Concluyendo de esta manera que el tratamiento dominante generó resultados favorables desde el punto de vista económico, debido a la naturaleza del mismo lo cual indica que la adición de enzimas exógenas es una práctica innovadora a tomarse en cuenta al invertir en la producción cárnica de conejo.

De Paz (2007), Escobar (1998), Martínez (2007) y Ruíz (2007) reportaron beneficios económicos adicionales en diferentes situaciones al agregar enzimas exógenas a la dieta, lo que apoya los resultados económicos obtenidos en esta investigación.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio se puede concluir:

1. El empleo de complejos enzimáticos a base de carboxihidrolasas y proteasas en las dietas de gazapos destetados de la raza California, incrementa los indicadores productivos consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal al favorecer los procesos digestivos y evitar la proliferación de microorganismos indeseables en el tracto gastrointestinal.
2. El tratamiento que contiene complejo enzimático mostró un mejor beneficio neto (Q. 40.78) respecto al tratamiento testigo (Q. 30.52) por lo que se constituyó en el tratamiento más productivo, lo cual permitió un aumento en la producción cárnica de conejo, reflejándose en términos productivos y comerciales en la dominancia del tratamiento control.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el estudio, se hacen las siguientes recomendaciones:

1. Utilizar el complejo enzimático a base de carboxihidrolasas y proteasas con una dosis de 50 g/TM de alimento, en conejos de engorde de la raza California del destete al sacrificio.
2. Continuar evaluando la adición de complejos enzimáticos en las dietas de conejos, dado los resultados alentadores en la producción.
3. Evaluar otras fuentes de enzimas exógenas a fin de determinar la combinación más eficiente para uso en cunicultura.
4. Se recomienda evaluar diferentes formas de inclusión del complejo enzimático al alimento comercial, o bien diferentes formas de ofrecer dicho complejo a conejos en sistemas comerciales.

IX. RESUMEN

Villagrán Juárez, Horacio Luis. 2008. Evaluación del efecto de un compuesto enzimático a base de carboxihidrolasas y proteasas sobre el comportamiento productivo de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) alimentados con una dieta comercial. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC-FMVZ. 30 p.

Con el objeto de generar información sobre aditivos no nutricionales comerciales utilizados en la alimentación cunicola de Guatemala, se realizó este experimento en el cual se utilizaron 20 gazapos destetados (machos) de la raza California, distribuidos en dos lotes a razón de 10 repeticiones por tratamiento y la unidad experimental de un conejo; los tratamientos evaluados fueron: A alimento balanceado comercial y maíz amarillo molido. B: alimento balanceado comercial, maíz amarillo molido y complejo enzimático (combinación natural de 19 enzimas producidas por el hongo *Penicillium funiculosum*), con dosis de 50 g / TM de alimento.

Los gazapos se manejaron desde el primer día de edad hasta su sacrificio a los 73 días. Las variables evaluadas para los dos tratamientos fueron consumo de alimento (g), ganancia de peso (g), conversión alimenticia y rendimiento de la canal (Kg).

Para todas las variables del actual experimento se pudo evidenciar diferencia significativa al 1% entre tratamientos, lo que demostró que el tratamiento que recibió el aditivo no nutricional generó resultados favorables desde el punto de vista económico, debido a la naturaleza del mismo indicando que la adición de este resulta ser una práctica innovadora a tomarse en cuenta al invertir en la producción cárnica de conejo.

A partir de estos resultados se concluye que si existió efecto del complejo enzimático sobre el sustrato, ya que incrementa los indicadores productivos consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de la canal al favorecer los procesos digestivos y evitar la proliferación de microorganismos indeseables en el tracto gastrointestinal. Por lo tanto una de las recomendaciones debido a los resultados alentadores en la producción de conejos es continuar evaluando la adición de complejos enzimáticos sobre el sustrato disponible de conejos.

SUMMARY

Villagrán Juárez, Horacio Luis. 2008. Evaluation of the effect of an enzymatic compound with carboxihydrolases and proteases on the productive behavior of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) fed with a commercial diet. Thesis. Zootechnics Degree. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Veterinary Medicine and Zootechny Faculty.

With the purpose of generating information on used commercial non nutritional additives in the cunicola feeding of Guatemala, this experiment was performed with 20 weaned baby rabbits (male) of the Californian race were used, distributed in two lots at the rate of 10 repetitions by treatment and the experimental unit of a rabbit; the evaluated treatments were: A balanced commercial food and worn out yellow corn. B balanced commercial food, worn out yellow corn and enzyme complex (natural combination of 19 enzymes produced by the *Penicillium fungus funiculosum*), with 50 doses of g / TM of feed.

The baby rabbits were handled since birth until slaughter to 73 days. The variables evaluated for both treatments were food consumption (g), gain of weight (g), nutritional conversion and yield of the canal (kg).

For all the variables of the current experiment could show significant difference between treatments at 1%, which showed that the treatment that received no nutritional additive generated favorable results from an economic standpoint, due to the nature of the same indicating that the addition of this additive is an innovative practice to be taken into account when investing in the production of rabbit meat.

From these results it is concluded that if there about enzyme complex effect of the substrate, and that increases the productive indicators of food consumption, weight gain, feed conversion and performance of the canal to promote the digestive processes and prevent the proliferation of microorganisms undesirable in the gastrointestinal tract. Therefore some of the recommendations because of the encouraging results in the production of rabbits is to continue evaluating the addition of enzyme complex about on the substrate available rabbit.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. ADISSEO s.f. (en línea). Consultado 18 mar. 2007. Disponible en <http://www.addiseo.com>
2. BIOTEC (Biotecnología de El Salvador, SV) s.f. (en línea). Consultado 3 mar. 2007 Disponible en: <http://www.bioteccsal.com/producto.html>
3. Blas, JC. De et al 1989. La alimentación del Conejo 2da. ed. Madrid, Es, Universidad Politécnica. p. 9-11.
4. Carrizo Martín, J. s.f. Equilibrio en la flora Intestinal del conejo (en línea). Consultado 02 mar. 2007. Disponible en <http://www.conejosyalgomias.com.ar/articulos023.asp?ootkey=234&ootest=3>
5. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX) 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México DF. p. 13-33.
6. Costa, P. 2002. Curso de perfeccionamiento a la cunicultura industrial. Barcelona,ES, Extrona. 302 p.
7. Cruz S. JR de la. 1982. Clasificación de Zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. 42 p.
8. De Paz Contreras, IM. 2007. Evaluación de dos complejos enzimáticos en el comportamiento productivo de pollos engorde alimentados con una dieta tradicional a base de maíz y pastas de soya bajo condiciones comerciales. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC - FMVZ. 30 p.
9. Díaz Camacho, JF. 1999. Introducción a los métodos no paramétricos. Aplicación de los paquetes estadísticos STATA y STATISTICA en la solución de problemas. Veracruz, MX, Universidad Veracruzana, Facultad de Estadística e Informática. p. 47-52
10. DIPAGA Centro Cunicola. Consumo de alimento – Deyecciones (en línea). Consultado 19 mar. 2007. Disponible en http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=36

11. Escobar Álvarez, MV. 1998. Adición enzimática en dietas a base de maíz-soya para aves de postura comercial. Tesis Lic. Zoot. Guatemala GT, USAC - FMVZ p. 32
12. Granner, DK.; Murray, RK.; Mayes, PA.; Rodwell, VW. 2001. Bioquímica de Harper. 15 ed. Mexico, Manual Moderno p. 91-95; 110.
13. Martínez Peñate, JA. 2007. "Evaluación de dos complejos enzimáticos sobre el rendimiento de la canal en pollos de engorde estirpe hybro alimentados con dietas a base de maíz y pastas de soya. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC - FMVZ. p. 19
14. Pérez López, LN. 1999. La inclusión del cultivo de levadura (*Saccharom cerevisiae*) como aditivo en la alimentación de bovinos de leche. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC-FMVZ. p. 29
15. Rosell, J. 2002. Alimentación de conejos en explotaciones intensivas para carne (en línea). Consultado 5 abr. 2007. Disponible en <http://www.avicultura.com/docscu/CU2002Ago236-238.pdf>
16. Ruíz Gramajo, A. 2007. Efecto de la adición de *Bacillus subtilis*, en dietas de pollo de engorde, sobre parámetros productivos en el área de Chimaltenango. Tesis Lic. Zoot. Guatemala GT, USAC - FMVZ. p. 19
17. Swenson, MJ; Reece, W. Comps. 1999. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. Trad AL Weckman González y MG Rios Arellano. 5 ed. Mexico, LIMUSA. p.380; 394-395
18. Torero, A. 2005. Las enzimas exógenas: Insumos básicos para la fabricación del alimento balanceado para animales (en línea). Consultado 20 mar. 2007. Disponible en http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=525