

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

**“EVALUACIÓN DE DOS COMPLEJOS ENZIMATICOS EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE  
ENGORDE ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE  
MAÍZ Y PASTAS DE SOYA BAJO CONDICIONES  
COMERCIALES”**

**GUATEMALA, JUNIO 2007**

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

**“EVALUACIÓN DE DOS COMPLEJOS ENZIMATICOS EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE  
ALIMENTADOS CON UNA DIETA A BASE DE MAÍZ Y PASTAS DE SOYA  
BAJO CONDICIONES COMERCIALES”**

**TESIS**

Presentada a la honorable Junta Directiva de la facultad de  
Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San  
Carlos de Guatemala

Por

**Inger Marissa De Paz Contreras**

Como requisito previo a optar al titulo profesional de

**ZOOTECNISTA**

En el grado académico de

**LICENCIADA**

**Guatemala, junio de 2007**  
**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**  
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

---

DECANO	LIC. ZOOT. MARCO VINICIO DE LA ROSA
SECRETARIO	Med. Vet. MARCO VINICIO GARCIA URBINA
VOCAL I	Med. Vet. YERI EDGARDO VELIZ PORRAS
VOCAL II	Med. Vet. FREDY GONZÁLEZ GUERRERO
VOCAL III	Med. Vet. EDGAR BAILEY
VOCAL IV	BR. YADYRA ROCÍO PÉREZ FLORES
VOCAL V	BR. JOSÉ ABRAHAM RAMÍREZ CHANG

**ASESORES**

---

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS  
LIC. ZOOT. CARLOS SOTO  
DR. Med. Vet. HUGO PÉREZ NORIEGA.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PRESENTO A  
CONSIDERACION DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

**“EVALUACIÓN DE DOS COMPLEJOS ENZIMATICOS EN EL  
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE ALIMENTADOS  
CON UNA DIETA A BASE DE MAÍZ Y PASTAS DE SOYA BAJO CONDICIONES  
COMERCIALES”**

QUE ME FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA, PREVIO A OPTAR EL TITULO  
PROFESIONAL DE

**LICENCIADA ZOOTECNISTA**

## ACTO QUE DEDICO

---

### A DIOS MI SEÑOR

Por iluminar siempre mi camino y haberme permitido alcanzar esta meta.

### A MIS PADRES

*Olga Leonora y Rony Guillermo*  
Por su apoyo incondicional y por incentivarme durante toda mi carrera.

### A MI ESPOSO

*Guillermo Carlos*  
Con todo el amor de mi corazón por tu apoyo y amor incondicional a lo largo de mi carrera.

### A MI HERMANAS

*Sigrid Regina y Olga Vanessa,* Por todo su apoyo fraternal.

### A MIS SUEGROS

*Carlos y Alejandra*  
Por motivarme, por su cariño y por su ayuda.

### A MIS TIOS

*Dora Isabel y Mario Alberto,* por todo el apoyo brindado para lograr culminar mi carrera.

## AGRADECIMIENTOS

---

### **A MI PAPÁ:**

Ya que gracias a sus esfuerzos contribuyó a conquistar esta meta y por ser parte de cada uno de los logros que he alcanzado en mi vida.

### **A MIS ASESORES DE TESIS**

*Lic. Miguel Rodenas, Dr. Hugo Pérez y Lic. Carlos Soto.*

Por su aporte en la asesoría del presente trabajo

### **A MIS AMIGOS**

*Maria Jose Vaides, Antonio Pineda, Gloria Bressani y Mariana Corzo.*

Con respeto y aprecio, por todos los momentos compartidos.

### **A MIS CATEDRÁTICOS**

*Lic. Rodolfo Chang, Lic. Carlos Saavedra, Lic. Aldo Azzari, Ing. Victor Álvarez, Lic. Edgar García, Lic. Roberto Castillo. Lic. Raúl Villeda, Lic. Roberto Ruano, Lic. Giovanni Avendaño Lic. Isidro Miranda, Licda. Silvia Zea, Licda. Karen Hernández, Lic. Álvaro Díaz Dr. Mónica Solórzano, Dr. Wilson Valdez, Dr. Ludwig Figueroa, Licda. Karina Ortiz.*

Por todos los conocimientos transmitidos y ser parte de mi formación académica.

### **A LA COOPERATIVA MADRE Y MAESTRA R.L. Y A SU PERSONAL:**

Por los recursos, y el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

### **A AVICOLA PALO ALTO:**

En especial al *Lic. Carlos Álvarez Fernández*, y al *Dr. Mardoqueo Illescas* por su valioso aporte en mi trabajo de tesis, y a todo el personal que colaboró durante la fase experimental del presente trabajo.

# INDICE

---

CONTENIDO	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. HIPÓTESIS</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
3.1. General .....	4
3.2. Específicos .....	4
<b>IV. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>5</b>
4.1. Insumos utilizados en la elaboración de dietas .....	5
4.2. Aditivos .....	5
4.3. Enzimas: historia, clasificación y aplicación en las dietas .....	5
4.4. Empleo de las enzimas en la avicultura .....	8
4.5. Beneficio económico que representa la incorporación de enzimas.....	9
4.6. Factores Antinutricionales.....	9
4.7. Formas de utilización de un complejo de enzimas:.....	12
4.8. Resumen del beneficio de utilizar complejos enzimáticos en dietas para aves.....	12
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>13</b>
5.1. Localización y descripción .....	13
5.2. Materiales y equipo .....	13
5.3. Duración del estudio.....	13
5.4. Variables de respuesta.....	13
5.5. Diseño del Experimento:.....	14
5.6. Descripción de los tratamientos .....	14
5.7. Distribución de los tratamientos.....	15
5.8. Manejo del estudio .....	15
5.8.1. Alimentación.....	15
5.8.2 Peso inicial .....	15
5.8.3 Peso Final .....	16
5.9. Análisis efectuados .....	16
5.9.1 Ganancia de peso .....	16
5.9.2 Conversión Alimenticia .....	16
5.9.3 Uniformidad del lote .....	16
5.9.4. Mortalidad:.....	16
5.9.5 Análisis Económico.....	17

<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>18</b>
6.1. Peso inicial y peso final.....	18
6.2. Ganancia de peso.....	18
6.3. Consumo total de alimento .....	19
6.4. Conversión Alimenticia.....	20
6.5. Uniformidad del lote .....	21
6.6. Mortalidad .....	22
6.7. Análisis Económico.....	23
6.7.1. Tasa de Retorno marginal .....	24
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>25</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>26</b>
<b>IX. RESUMEN</b>	<b>27</b>
<b>X. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>29</b>

## INDICE DE CUADROS

---

CUADRO No.		Pág.
1.	Componentes de alimentos para animales, susceptibles a la acción enzimática.....	17
2.	Factores antinutricionales en fuentes de proteínas usadas comúnmente para la formulación de dietas destinadas a pollos de engorde.....	21
3.	Composición de los sustratos específicos en los ingredientes alimenticios empleados en la elaboración de dietas para pollos de engorde.....	21
4.	Distribución de los tratamientos, de acuerdo a las 2 fases de pesaje.....	26
5.	Medias del peso inicial y final por tratamiento.....	29
6.	Ganancia de peso promedio de los tratamientos expresadas en gramos.....	29
7.	Análisis de varianza practicado a los resultados obtenidos de ganancia de pesos de pollos de engorde expresado en gramos.....	30
8.	Beneficios netos obtenidos por tratamiento expresado en quetzales.....	34
9.	Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados.....	34
10.	Cálculo de la tasa de retorno marginal para el tratamiento no dominado.....	35

## INDICE DE GRAFICOS

---

GRÁFICO No.		Pág.
1.	Consumo total de alimento por animal expresado en gramos...	30
2.	Conversión alimenticia por tratamiento.....	31
3.	Porcentaje de uniformidad de los tratamientos.....	32
4.	Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde por tratamiento.....	33

## I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas modernos de producción pecuaria están obligados a buscar una mejora constante en la eficiencia productiva y en la relación costo – beneficio, además de la protección del medio ambiente, estos son los factores más importantes en los sistemas actuales de producción para mantenerse en el mercado. Estas características se relacionan directamente, entre otras cosas, con la composición química del alimento.

Si bien, los elevados precios internacionales alcanzados por los granos y oleaginosos podrían mostrar algunas fluctuaciones, se estima que en el futuro sus valores seguirán siendo altos. Esta situación genera un efecto muy significativo en los costos de alimentación de las diferentes especies animales y motiva a los nutricionistas a buscar, con mayor empeño, alternativas que permitan mejorar la eficiencia en el uso de las raciones.

Algunas áreas específicas de producción han aportado mejoras en relación con el manejo de los animales como la genética, reproducción, programas de prevención y salud, por mencionar algunos. Sin embargo, existen áreas donde la introducción de tecnología resulta un poco más complicada. Esto obedece principalmente a los costos que esto genera. Siendo la alimentación la fracción más cara de la producción y debido a la presión para lograr una producción de calidad con el más bajo costo posible, se dificulta la implementación de alguna tecnología nutricional. Actualmente, en nuestro país se producen alrededor de 96,550,000 pollos de engorde por año, consumiéndose aproximadamente 73,913.88 toneladas de alimento.

Por otra parte, para contribuir con los productores aportando soluciones a los nuevos desafíos que enfrenta la industria alimenticia, se ha pensado en mejorar el aprovechamiento y el rendimiento nutricional de los ingredientes utilizados en la dieta.

La adición de preparados de enzimas a raciones para aves es aún un concepto nuevo en el ámbito mundial, especialmente en los países que utilizan principalmente dietas basadas en maíz, sorgo y soya.

La Soya es considerada un ingrediente relativamente bajo en energía. Los niveles energéticos podrían ser mucho más altos si los monogástricos fueran capaces de digerir los oligosacáridos no almidonosos (Rafinosa, Estaquiosa, Maltosa, Lactosa y Sacarosa) presentes en ella. Estos polisacáridos, a su vez, poseen actividad antinutricional que afectan tanto la utilización de la energía como de la proteína.

Existen complejos enzimáticos a base de proteasas,  $\alpha$ -galactosidasas, xilanasas, celulasas y amilasas que tienen una acción específica sobre los productos y subproductos oleaginosos como la soya, así como otros complejos que son una combinación natural de varias enzimas producidas por el hongo *Penicillium funiculosum*, que es un microorganismo no modificado genéticamente. Por ello, su capacidad para producir una muy amplia gama de actividades enzimáticas; La magnitud de la eficacia de estos complejos está directamente relacionada con el nivel y la naturaleza de las estructuras de carbohidratos poco digeribles de los ingredientes del alimento. También estos "complejos enzimáticos" mejoran la energía metabolizable y los aminoácidos de la dieta, obteniéndose como resultado un menor uso de grasas animales/vegetales y de fuentes proteicas en la ración y consecuentemente, la inclusión de menos energía, disminuyendo el costo de la ración y aumentando el rendimiento de las aves.

Basándose en los antecedentes mencionados, la propuesta de esta investigación fue evaluar el uso de estos complejos enzimáticos como una alternativa para mejorar los indicadores productivos en pollos de engorde

## II. HIPÓTESIS

**H<sub>1</sub>:** Existe diferencia en términos de ganancia de peso, al agregar complejos enzimáticos a una dieta a base de maíz y pastas de soya, en la alimentación de pollos de engorde en condiciones comerciales.

**H<sub>2</sub>:** Por lo menos uno de los complejos enzimáticos evaluados posee ventaja económica al utilizarse en dietas a base de maíz y pastas de soya, en la alimentación de pollos de engorde en condiciones comerciales.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. General

- Generar la información sobre complejos enzimáticos comerciales utilizados en la alimentación avícola de Guatemala.

#### 3.2. Específicos

- Evaluar el efecto de la adición de complejos enzimáticos a una dieta a base de maíz y pastas de soya sobre la ganancia de peso de pollos de engorde en condiciones comerciales.
- Evaluar económicamente el efecto de la adición de 2 diferentes complejos enzimáticos a una dieta a base de maíz y pastas de soya en pollos de engorde en condiciones comerciales.

## **IV. REVISION DE LITERATURA**

### **4.1. Insumos utilizados en la elaboración de dietas**

Los ingredientes más importantes utilizados actualmente en nuestro país como fuentes de energía son los cereales como el sorgo y el maíz, y los alimentos que las aves consumen son principalmente granos complementados con fuentes proteínicas de origen animal, marino y/o vegetal tales como la soya, y el uso de vitaminas, minerales y algunos aditivos.

### **4.2. Aditivos**

Es habitual que los alimentos para aves contengan aditivos no específicamente alimenticios que, sin embargo, parecen ser indispensables para conseguir los altos rendimientos y los productos de acuerdo a exigencias del avicultor y el gusto del consumidor. Según su finalidad principal, los aditivos se pueden clasificar en cinco grandes grupos: 1. Preventivos de enfermedades. En este grupo destacan los coccidiostáticos. 2. Antioxidantes. 3. Pigmentos, 4. Promotores de crecimiento y 5. Mejoradores del índice de conversión del alimento. Dentro de este grupo se incluyen una amplia gama de antibióticos, enzimas y probióticos.

Las enzimas pueden usarse para promover el mejoramiento en la disponibilidad del alimento y reducir los efectos de contaminación provocada por las excretas animales, tarea en que la enzima llamada fitasa tiene el mayor potencial (11).

### **4.3. Enzimas: historia, clasificación y aplicación en las dietas**

Desde el punto de vista bioquímico, las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores capaces de controlar diversos procesos en los organismos vivos.

El comienzo de la enzimología, puede ser marcado al inicio del siglo XIX cuando Persoz, reconoció en 1833 que un alcohol precipitado de un extracto de malta contenía una sustancia termolábil que convertía el almidón en azúcares fermentables. Las enzimas están presentes en cada célula, en la sangre y en el plasma intersticial. Las concentraciones máximas se encuentran en los órganos de mayor actividad metabólica, como el hígado, el riñón, el miocardio y el tejido

muscular. Las enzimas son sintetizadas por las células vivas y actúan en la totalidad de las reacciones químicas de los organismos que forman en conjunto lo que se conoce como metabolismo.

Emil Fischer en 1894 desarrolló el concepto de especificidad en las enzimas. Sus estudios sobre sustratos sintéticos produjeron la famosa analogía "cerradura y llave". La mayoría de las enzimas son muy específicas respecto a la reacción que catalizan. Un tipo determinado de enzima sólo puede catalizar una reacción específica.

La composición de cualquier sistema biológico, como la digestión de un animal, está determinada por la especificidad, la concentración y la eficacia de las enzimas presentes. Aunque las enzimas actúan como catalizadores, son eficaces en muy pequeñas cantidades, puesto que una molécula de enzima puede catalizar la misma reacción un número teóricamente infinito de veces.

Las enzimas se clasifican en seis diferentes grupos, dependiendo del tipo de reacción catalizada. Estos grupos son: oxidoreductasas, transferasas, hidrolasas, Basas, isomerasas y ligasas (7,10).

Las oxidoreductasas catalizan reacciones de oxidación-reducción, incluyendo oxigenación del tipo C-C-H o generalmente, la eliminación o la adición de átomos de hidrógeno equivalentes. El espectro de las hidrolasas es muy amplio, e incluye: ésteres, amidas, péptidos y otras funciones C-N, anhídridos, glucósidos, etc. Las Basas catalizan adiciones  $\alpha$ , formación de ligaduras dobles como C=C, C=O y C=N. Las isomerasas catalizan varios tipos de isomerizaciones, incluyendo racemización. Las ligasas son a menudo llamadas sintetetasas y tienen el papel de intermediarias en la formación de ligaduras C-O, C-S y C-N.

Inicialmente las enzimas estaban dirigidas sobre todo a la industria alimenticia humana, así como a la elaboración de detergentes. Los beneficios terapéuticos del uso de las enzimas digestivas en humanos han sido extensamente reconocidos; sin embargo, a partir de los últimos años se ha apreciado el verdadero potencial de la incorporación de las enzimas en las dietas animales (10).

Algunos de los objetivos de la suplementación con enzimas en las dietas animales son los siguientes: quitar ó destruir factores antinutritivos, mejorar la digestibilidad general, hacer biológicamente disponibles algunos nutrientes, y reducir el impacto contaminante de excretas animales. La aplicación de enzimas producidas industrialmente para la nutrición animal se remonta a la década de 1950 a 1960, principalmente estimulada por el uso de cebada y centeno en dietas aviares. En la alimentación de aves las enzimas tienen una aplicación importante

en la degradación de los polisacáridos  $\beta$ -glucanos de la pared celular de cereales como la cebada y la avena, mientras que en el centeno y en el trigo los más frecuentes son los arabinoxilanos (pentosanos). En el caso de la cebada y del centeno, los carbohidratos de la pared celular pueden llegar a solubilizarse mediante una adecuada acción enzimática. La mayoría de las enzimas son endolíticas y consiguen su efecto benéfico eliminando los constituyentes de la fuente de alimento que interfieren con la absorción de los nutrientes (11).

Aunque la mayoría de los nutrientes se ven afectados por la acción enzimática, esta acción tiene un especial interés en la reducción de la viscosidad del alimento conseguida por la acción de las enzimas, aunque este beneficio es más reducido en caso de aves de mayor edad.

Los alimentos para animales domésticos son productos muy sofisticados en términos de nutrición y proceso de fabricación. Contienen ingredientes que son sustratos inmejorables para la acción enzimática, y existen posibilidades para modificar las características de los alimentos destinados a animales domésticos empleando enzimas, como se muestra en el Cuadro 1.

**Cuadro No. 1.** Componentes de alimentos para animales, susceptibles a la acción enzimática

Componente	Enzima
Polisacáridos: Almidón Celulosa Hemicelulosa Pectina Lignina $\beta$ -glucanos	$\alpha$ Amilasa Celulasa Hemicelulasa Pectinasa Ligninasa B-glucanasas
Oligosacáridos: Maltosa Lactosa Sacarosa Estaquiosa y Rafinosa	Maltasa Lactasa B-glucosidasa ✓
Proteína: Keratina Inhibidores de tripsina	Proteasa
Lípidos	Lipasas
Ácido fítico	Fitasa

Enzimas como las amilasas, proteasas y pectinasas pueden modificar la viscosidad de mezclas de alimentos para animales domésticos. Distintas enzimas hidrolíticas pueden influenciar la cohesión y la capacidad aglutinante del agua contenida en los alimentos para animales domésticos. Cuando las proteínas, el almidón y las grasas son hidrolizadas por las enzimas, los productos obtenidos son aminoácidos, péptidos, azúcares o ácidos grasos libres. Los sustratos tienen fuertes propiedades organolépticas, por lo tanto, la actividad enzimática puede mejorar la palatabilidad de los alimentos destinados a los animales domésticos (4,6).

Normalmente las secreciones enzimáticas del sistema digestivo de los pollos son suficientes para una digestión óptima del almidón, las grasas y las proteínas. Sin embargo, es conveniente agregar enzimas derivadas de fermentaciones fungales a dietas a base de soya, sobre todo para pollitos en iniciación. Al agregar este tipo de enzimas se mejora la energía metabolizable de la soya y consecuentemente los pesos de los pollos.

El uso de las enzimas en la alimentación de las aves ha logrado incrementar la utilización de energía en un 5%, la digestibilidad de las proteínas en un 10% y la ganancia media diaria entre un 0.8-14.2%.

La viscosidad es un factor limitante en el desarrollo del pollo de engorde y el uso de enzimas para reducir la viscosidad intestinal es el método más efectivo para la alimentación de pollos.

Recientemente se han realizado investigaciones en la utilización de complejos enzimáticos para mejorar la digestibilidad de las proteínas reducir los efectos antinutricionales presentes en diversos ingredientes. La mejor oportunidad del uso de enzimas en la industria avícola es en el mejoramiento de la digestibilidad de la fracción de carbohidratos de la harina de soya. Debido al contenido de oligosacáridos y  $\beta$ -mananos de la harina de soya, el pollo solo puede utilizar la mitad del contenido de energía total (3).

#### **4.4. Empleo de las enzimas en la avicultura**

Actualmente en países europeos se utilizan los complementos enzimáticos de manera extensa en dietas para pollos basadas en trigo y cebada. En el Reino Unido se estima que 90-95 % de todo el alimento para pollos contiene algún suplemento de este tipo. Los beneficios que se reportan, son mejoras en los indicadores productivos de los animales y en la calidad de la carne.

En 1997 Sears, Walsh y Hoyos publicaron varios trabajos en donde se describen los beneficios de la adición de complejos enzimáticos en las dietas de pollos

basándose en maíz y pasta de soya, dicha alternativa permite mejorar la eficiencia alimenticia, disminuyendo los costos por concepto de alimentación.

Los complejos multienzimáticos tienen la capacidad de romper los  $\beta$ -glucanos lo que contribuye a reducir la viscosidad del contenido intestinal. La menor viscosidad provoca una mejor absorción de los nutrientes en el intestino delgado, lo que a su vez aumenta la concentración de materia seca en las heces, de este modo se reduce la cantidad de heces viscosas en las aves. Y en definitiva, se reducen los costos de producción (8,10).

#### **4.5. Beneficio económico que representa la incorporación de enzimas**

En el uso de un complejo enzimático adicionado en dietas a base de maíz y soya, se observan efectos tales como: mayor flexibilidad en la formulación de alimentos, mejores tasas de crecimiento, índice de conversión, homogeneidad en los lotes, un peso vivo uniforme, menos problemas de heces viscosas y todo esto se traduce en una reducción de costos en la producción.

Los aditivos naturales utilizados para la alimentación en animales se originan a partir del metabolismo de bacterias, levaduras (pH neutro) y hongos (pH 4.5), siendo en su mayoría reacciones hidrolíticas. Las características futuras de los nuevos aditivos alimenticios enzimáticos se refieren también a las fuentes alternas para la obtención de enzimas, ya que es previsible que no solo se obtendrán de microorganismos sino también de plantas y semillas. La cantidad de enzimas en la semilla y la disponibilidad de este material, reducirá el costo para el productor avícola (1,13).

#### **4.6. Factores Antinutricionales**

Las aves tienen una capacidad digestiva eficiente en virtud que utilizan del 60 al 70%, de los nutrientes contenidos en la dieta. El porcentaje es consistente con cada ingrediente del alimento, aunque tiene variaciones de acuerdo a la edad del ave. Como ejemplo de esta variabilidad: el maíz tiene una digestibilidad, de casi 80 %, el trigo mediano 48 % y la pasta de alfalfa 25 %. Esa parte de nutrientes que no atraviesa la pared intestinal, se excreta en la materia fecal, aunque no necesariamente en la forma original.

Los tratamientos térmicos pueden producir enlaces de algunos aminoácidos como el que ocurre con los grupos carboxilo libres o con los grupos amino libres del ácido glutámico y del ácido aspártico, que los hacen resistentes a la hidrólisis enzimática, reduciendo la digestibilidad y la disponibilidad de los aminoácidos.

La utilización del almidón contenido en los cereales varía según el tipo de grano dentro de una misma especie animal. Cuando éstos son suministrados a los pollos, los factores primarios que afectan la digestión del almidón son los polisacáridos de pared celular, los cuales disminuyen la digestión de todos los nutrientes, incluyendo el almidón. Otros factores que pueden afectar la utilización del almidón, incluyen la presencia de factores antinutricionales en los granos, el tipo de almidón contenido en el grano y la capacidad digestiva del animal. Las enzimas microbianas tienen actividad apropiada para la hidrólisis de los carbohidratos y son las más efectivas para que el almidón contenido en los granos de cereales sea utilizado. Las fuentes de enzimas que contienen amilasas son efectivas bajo circunstancias específicas (11).

La eficiencia en la utilización del Maíz, el sorgo y la soya en la nutrición de las aves, generalmente está limitada por la presencia de factores antinutricionales. Cuando hablamos de factores antinutricionales nos referimos a la presencia de polisacáridos no almidonosos en los granos empleados como base para la formulación de dietas para aves. Los más importantes son los  $\beta$ -glucanos, arabinosilanos, glucosinolatos, pectinas, oligosacáridos, celulosa, ligninas, taninos, los inhibidores de proteasas y de las fitasas, que se pueden encontrar en la cebada, trigo, centeno, sorgo, maíz, pasta de soya cruda, pasta de nabo, pasta de girasol y pasta de algodón.

Los efectos provocados por estos factores antinutricionales son una reducción en la digestión y absorción de nutrientes, aumento en la velocidad de paso del alimento y de la actividad microbiana en el intestino; así como la alteración en la textura (viscosidad) y en el color de las heces (8).

A pesar de que algunos de estos factores antinutricionales presentes en los alimentos se disminuyen o eliminan mediante tratamientos físicos de los alimentos como la inhibición de tripsina, mediante el calor, persisten cantidades de compuestos polisacáridos no productores de almidón (PNA) que son digeridos pobremente, como se muestra en el Cuadro 2 y 3.

**Cuadro No. 2.** Factores antinutricionales en fuentes de proteínas usadas comúnmente para la formulación de dietas destinadas a pollos de engorde

Insumos	Factores antinutricionales
Pasta de soya	Inhibidores de tripsina, lecitina, saponina, rafinosa y estaquiosa.
Pasta de colza	Glucosinolinatos, ácidos fenolitos, fibra y taninos
Pasta de girasol	Fibra y taninos

**Cuadro 3.** Composición de los sustratos específicos en los ingredientes alimenticios empleados en la elaboración de dietas para pollos de engorde.

Ingrediente	Arabinosilanos totales	PSNA* totales	% de Proteína del ingrediente	% de Digestibilidad de los PSNA*
Trigo	70	11.4	10.8-13.5	12
Cebada	80	16.7	11.5	14
Maíz	52	8.1	7.9	17
Sorgo	30	4.8	11	-
Pasta de soya	51	19.2	47.8	0

\* PNA = polisacáridos no productores de almidón (15).

Originalmente, los PNA eran considerados como una parte poco importante en la nutrición de monogástricos; sin embargo, existe evidencia de que algunos PNA tienen actividad antinutricional y afectan tanto la energía como la utilización de proteínas, especialmente en los animales jóvenes.

La adición de enzimas a la dieta tiene como efecto la reducción de la viscosidad del contenido intestinal, incrementando la absorción de nutrientes y la digestibilidad. La complementación con enzimas incrementa la digestibilidad de los almidones en el íleon y reduce la población microbiana del tracto gastrointestinal y sus efectos negativos (2).

La adición de la xilanasas más proteasa en el alimento, incrementa significativamente la digestibilidad de la proteína, en un efecto benéfico dependiente de la edad. Se contrarresta el efecto negativo de la viscosidad del contenido intestinal por la degradación de los arabinosilanos y la interferencia en la absorción del calcio, además de disminuir el peso del páncreas y reducir el tamaño del tracto digestivo, incrementando la digestibilidad de los nutrientes.

De los ingredientes usados en las dietas, existe una gran variación en cuanto al contenido y digestibilidad de PNA como se presenta en el Cuadro 3. Las enzimas endógenas producidas por las aves son específicas para carbohidratos como el almidón y no tienen actividad sobre carbohidratos con enlaces  $\beta$  como la galactosa. La falta de la enzima  $\beta$ -galactosidasa en aves y otros monogástricos, significa que estos oligosacáridos, como otros PNA, son fermentados por la microflora intestinal, produciendo ácidos grasos volátiles y gases, en lugar de producir los monosacáridos y disacáridos que sí se utilizan, los cuales son producto de hidrólisis enzimática con la  $\beta$ -galactosidasa. Al darse la fermentación, en lugar de la hidrólisis enzimática, se tiene como resultado la producción de menor energía y provoca problemas digestivos en muchas especies (8).

#### **4.7. Formas de utilización de un complejo de enzimas:**

Comúnmente algunas marcas de complejos enzimáticos aseguran que el uso de estos complejos incrementa el valor nutricional de la energía, de la proteína y de los aminoácidos contenidos en los ingredientes proteicos de origen vegetal hasta un 7%. Debido a esto, recomiendan que las dietas utilizadas en la alimentación de aves se reformulen; de manera que se aumente el valor nutricional de estas fuentes proteicas vegetales y disminuya la inclusión de estas en la ración.

Para la utilización de un complejo enzimático existen dos formas de adición en el alimento:

1. Adicionada-Respuesta esperada: Mejora de los resultados zootécnicos por encima de la dieta testigo.
2. Reformulada-Respuesta esperada: iguales resultados zootécnicos que la dieta testigo (1,13).

#### **4.8. Resumen del beneficio de utilizar complejos enzimáticos en dietas para aves:**

La aplicación de enzimas en alimentos para animales se hace con la finalidad de:

- a) Remover o destruir factores antinutricionales en raciones para monogástricos.
- b) Mejorar la digestibilidad total de la dieta.
- c) Aumentar la digestibilidad de polisacáridos no aminolíticos PSNA.
- d) Complementar la adición de las enzimas endógenas producidas por el animal.
- e) Liberar algunos de los nutrientes atrapados, como azúcares simples y lisina.
- f) Reducir el impacto contaminante de las heces de los animales en el ambiente (3).

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización y descripción

El estudio se llevó a cabo en la Granja avícola El Recreo, ubicada en el municipio de San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu, la cual se encuentra a una altura de 430 msnm. En una zona de vida "Bosque muy húmedo subtropical calido". Con una precipitación promedio anual de 3204 mm. Y una temperatura promedio de 27°C (Según Sistema Cartográfico Nacional).

### 5.2. Materiales y equipo

- *Complejo enzimático A*: (contiene una combinación natural de más de 17 enzimas producidas por el hongo *Penicillium funiculosum*).
- *Complejo enzimático B*: (contiene Proteasas,  $\alpha$ -galactosidasas, xilanasas, celulasas y amilasas).
- 33,330 pollos de un día de edad, mixtos de la estirpe Hybro.
- 3 galpones
- Alimento balanceado para pollos de engorde en tres fases.
- Comederos y bebederos
- Rodetes y criadoras
- Hojas de verificación
- Balanza
- Computadora e Impresora

### 5.3. Duración del estudio

El presente estudio tuvo una duración de 42 días que corresponde a los períodos de engorde de pollos hasta su salida al mercado.

### 5.4. Variables de respuesta

- a) Peso inicial (g)
- b) Peso a los 42 días(g)
- c) Consumo total de alimento (g)
- d) Ganancia de peso (g)
- e) Conversión Alimenticia
- f) Uniformidad del lote (%)
- g) Mortalidad (%)

## 5.5. Diseño del Experimento:

En el presente estudio el diseño experimental utilizado para la variable ganancia de peso fue el diseño experimental: Completo al Azar (DCA) al nivel del 5%; siendo su criterio de prueba:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

$i = 1,2,3$

$j = r_1, r_2, r_3$

$k = 1,2,3$

$Y_{ijk}$  = Valor de la ganancia de peso

$\mu$  = Media general de la ganancia de peso

$\tau_i$  = Efecto de la dieta

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

## 5.6. Descripción de los tratamientos

Debido a que el uso de complejos enzimáticos mejora la digestibilidad de la energía, proteína y de los aminoácidos en un 7 %, en este estudio se utilizó la reformulación de las pastas de soya al 7-7-7; de manera que en la fórmula se aumente el contenido de proteína, aminoácidos y energía un 7% en las matrices de las pastas de soya, de esta forma se disminuye el porcentaje de inclusión en las formulas de pollos de engorde.

Para el desarrollo de este estudio se utilizaron 33,330 pollos de la estirpe Hybro, de un día de edad distribuidos uniformemente en 3 tratamientos:

1. *Tratamiento A:* Pollos de Engorde alimentados con una dieta que incluye el compuesto enzimático A con reformulación de pastas de soya a 7-7-7. con una dosis de 50 g / TM de alimento
2. *Tratamiento B:* Pollos de Engorde alimentados con una dieta que incluye el compuesto enzimático B con reformulación de pastas de soya a 7-7-7. Con una dosis de 500 g/TM de alimento
3. *Tratamiento C:* Pollos de engorde alimentados con una dieta convencional (testigo); sin la adición de complejo enzimático y sin reformulación de pastas de soya al 7-7-7.

Para cada tratamiento se contó con 1 galera con 11,110 pollos distribuidos al azar.

## 5.7. Distribución de los tratamientos

Por razones de manejo comercial en la toma de datos se manejaron 2 fases: en la fase de recepción del pollito para la toma del peso inicial se contó con 20 repeticiones para cada tratamiento y la unidad experimental fue de 100 pollitos; para la fase final en la toma del peso de mercado, se contó con 15 repeticiones para cada tratamiento y la unidad experimental fue de 5 pollos de engorde, tal y como se presenta en el cuadro 4.

**Cuadro No. 4** Distribución de los tratamientos, de acuerdo a las 2 fases de pesaje

Tratamientos A, B y C		
Fase	Inicial	Final
Repeticiones	20	15
Unidad Experimental	100	5

## 5.8. Manejo del estudio

El manejo y las instalaciones fueron las mismas para todos los grupos evaluados, siguiendo el plan de manejo y vacunación utilizados en la granja.

Los complejos enzimáticos fueron incorporados dentro de la premezcla vitamínico-mineral que se agregó al alimento balanceado.

### 5.8.1. Alimentación

Se manejaron 3 períodos de alimentación: 10 días de preiniciación, 11 días de iniciación y 21 días de finalización.

El alimento se les brindó ad-libitum y se pesó el alimento rechazado, para obtener el consumo real total.

### 5.8.2 Peso inicial

Al llegar el pollito a la granja, en cada una de las galeras se realizó la toma de pesos; para esta operación se pesaron 20 jaulas de alojamiento, las cuales albergaban 100 pollitos cada una y se descontó el peso de la jaula.

### **5.8.3 Peso Final**

A los 42 días, en la salida de los pollos al mercado, en cada una de las galeras se realizó la toma de los pesos: para esta operación se pesó 20 jaulas de alojamiento, las cuales albergaban 5 pollos cada una y se descontó el peso de la jaula.

## **5.9. Análisis efectuados**

### **5.9.1 Ganancia de peso**

La ganancia de peso se calculó por diferencia del peso inicial menos el peso final.

Se realizó un análisis de varianza para la variable en estudio y no se realizó la prueba de comparación de medias propuesta debido a que no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

### **5.9.2 Conversión Alimenticia**

La conversión alimenticia se obtuvo a partir de la relación entre el consumo total del alimento y la ganancia de peso total.

### **5.9.3 Uniformidad del lote**

Este se calculó por el método del Coeficiente de variación, utilizando el peso final de cada tratamiento.

### **5.9.4. Mortalidad:**

Se calculó al final del ensayo por medio de la relación en porcentaje entre el total de aves muertas y las aves promedio.

Para las variables conversión alimenticia, uniformidad del lote y la mortalidad se analizaron los resultados a través de un diagrama de barras comparativo.

### **5.9.5 Análisis Económico**

Para evaluar la conveniencia económica de la utilización de los complejos enzimáticos en pollos de engorde; se realizó un análisis económico a través del enfoque de presupuestos parciales y se definió la Tasa de retorno marginal.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. Peso inicial y peso final.

El cuadro 5 muestra los incrementos de pesos por tratamiento que se obtuvieron en la presente investigación. Para los tres tratamientos (A, B y C) hubo un incremento de peso en gramos aceptable de acuerdo a la guía de manejo de la estirpe desde el inicio, alcanzándose un peso de hasta 2,222.50 gramos para el tratamiento C.

**Cuadro 5.** Medias del peso inicial y final por tratamiento.

Tratamiento	Peso inicial (g)	Peso final (g)
A	41.71	2195.01
B	41.25	2188.93
C	41.65	2222.50

### 6.2. Ganancia de peso

El cuadro 6 reporta las ganancias de peso obtenidas para cada tratamiento y se observa que los promedios fueron semejantes entre sí ( $p \leq 0.05$ ), oscilando entre 2,147.68 y 2,180.85 gramos para los tratamientos B y C, respectivamente.

El análisis de varianza practicado a estos resultados se muestra en el cuadro 7 y reporta que no existió diferencia significativa entre tratamientos, lo cual los hace estadísticamente iguales; la escasa ganancia que se muestra no fue detectada por el diseño experimental utilizado, sin embargo el coeficiente de variación encontrado (4.1%) se considera aceptable para las condiciones en las cuales el experimento se llevó a cabo.

**Cuadro 6.** Ganancia de peso promedio de los tratamientos expresadas en gramos.

Tratamiento	Ganancia de peso (g)
A	2153.30 a <sup>1</sup>
B	2147.68 a
C	2180.85 a

<sup>1</sup> Letras diferentes indican diferencia significativa

**Cuadro 7.** Análisis de varianza practicado a los resultados obtenidos de ganancia de pesos de pollos de engorde expresado en gramos.

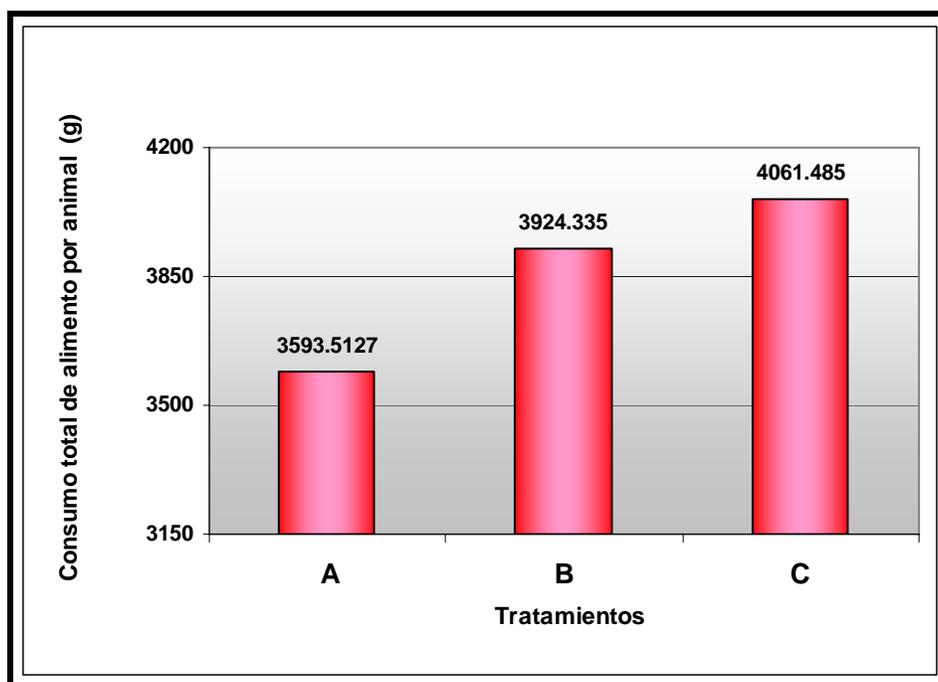
Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada 5%	F tabulada 5%
Tratamiento	2	9504.00	4752.00		
Error	42	329632.00	7848.38	0.6055 N.S.	3.22
Total	44	339136.00			
CV %	4.10				

N.S. = no significativo

### 6.3. Consumo total de alimento

La grafica 1 nos muestra que el mayor consumo fue obtenido por el tratamiento testigo (4,061.48 g), comparado con los tratamientos A (3,593.51g) y B (3,924.34g). Esto coincide con lo fisiológicamente esperado, asumiendo que los compuestos enzimáticos tengan efecto sobre el sustrato, puesto que los mismos deberían inducir un menor consumo al actuar positivamente sobre la digestibilidad de proteínas y compuestos polisacáridos no almidonosos, favoreciendo una mayor oferta energética y satisfaciendo de esta forma las necesidades de consumo del ave. (7)

**Grafico 1.** Consumo total de alimento por animal expresado en gramos

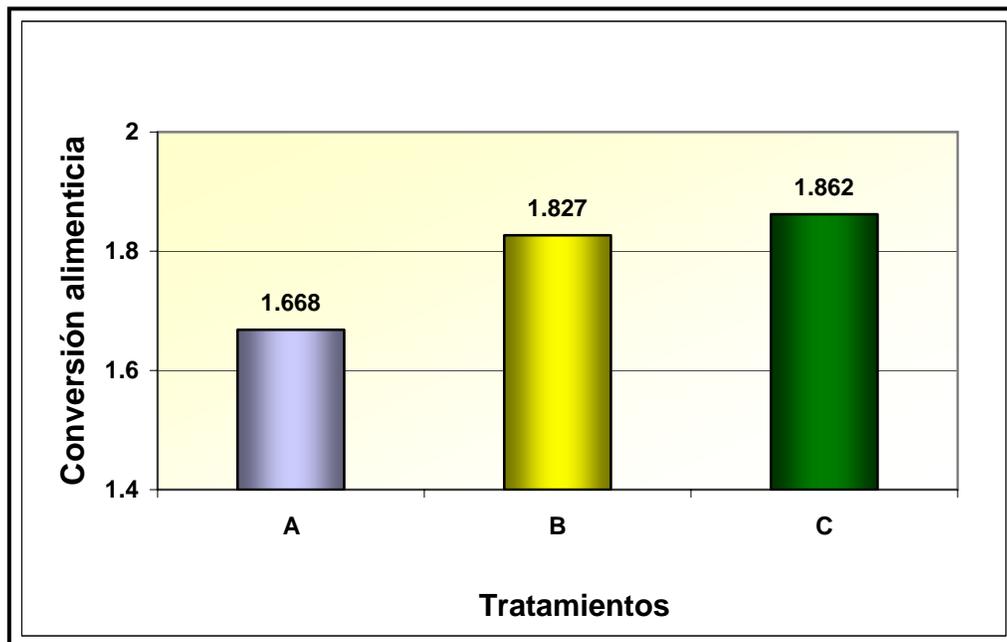


#### 6.4. Conversión Alimenticia

Es la relación entre el alimento consumido y la ganancia de peso, dando como resultado un índice, el cual mientras más cercano a 1, muestra mayor eficiencia.

En el gráfico 2 se muestran los índices de conversión obtenidos para los diferentes tratamientos, notándose que el índice más bajo fue para el tratamiento A (1.66), lo cual indica que las aves de este tratamiento aprovecharon el alimento de una manera más eficiente, esto debido a que la enzima A proveyó al ave de una mejor asimilación de los nutrientes de la dieta. Por otro lado, el testigo obtuvo el índice de conversión más elevado.

Grafico 2. Conversión alimenticia por tratamiento



En estudios publicados por Rugbjerg y Otto en 1992, se evaluó una dieta en forma de harina que contenía un 40 % de cebada, a la cual se le agregaron enzimas a razón de 0.5 g/kg de alimento, obteniendo una conversión alimenticia de 1.79 para el alimento control comparado con 1.74 del alimento con enzimas. La ganancia de peso (g) al día 20 fue de 400 g para el alimento control contra 464 g para el alimento con enzimas, el aumento de peso representó una mejora significativa equivalente al 16 por ciento (9).

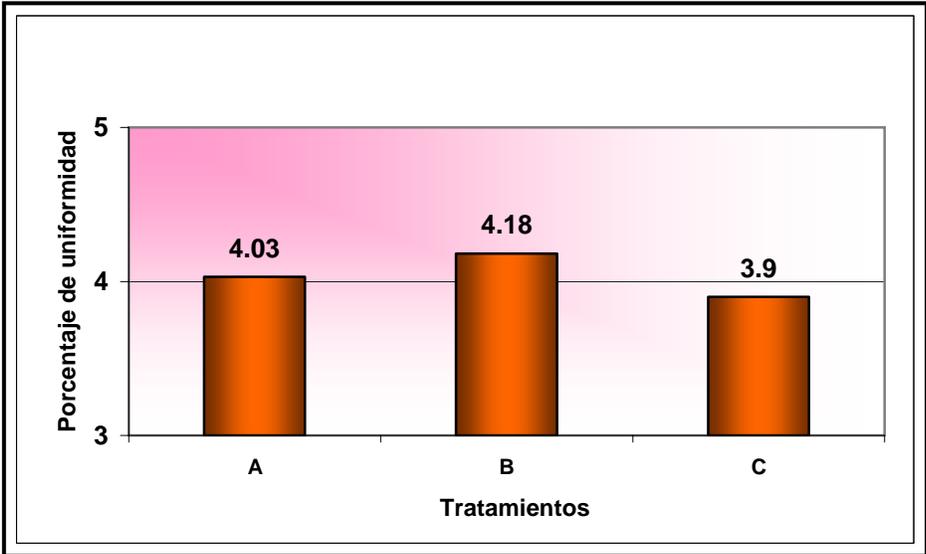
Gauthier, R. 2006, reporta que al utilizar machos Ross, alimentados con dietas reformuladas al 6-6-6 en aminoácidos, proteína y energía, adicionándole una sola proteasa, obtuvo conversiones de 1.73 para la dieta testigo y 1.72 para la dieta con unas sola proteasa, no encontrándose diferencia significativa para esta variable (4).

Estos resultados son similares con los de Torrello, 2005, el cual indica que al adicionar un complejo enzimático a dietas reformuladas de pollo de engorde hasta los 40 días se obtienen ganancias de peso de 2,000 gramos, consumos de 3,660 gramos y una conversión alimenticia de 1.83; comparados con una dieta testigo en donde la ganancia de peso fue de 1,980 gramos, consumo de 3,690 gramos y una conversión alimenticia de 1.86, no encontrándose diferencia significativa entre todas las variables evaluadas (14).

**6.5. Uniformidad del lote**

El gráfico 3 presenta la uniformidad de las parvadas de los tratamientos, notándose que los lotes fueron similarmente homogéneos, siendo ésta, la esperada de acuerdo con la guía de manejo de la estirpe (5).

**Grafico 3.** Porcentaje de uniformidad de los tratamientos



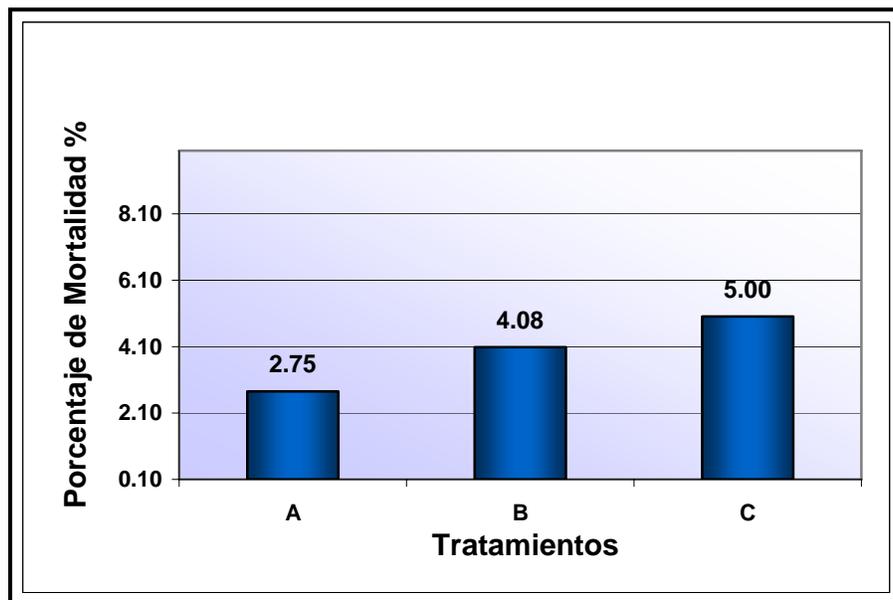
Los complejos enzimáticos destruyen las paredes celulares de diversos cereales haciendo que los distintos nutrientes intracelulares puedan estar disponibles para ser asimilados por el sistema digestivo de los animales. Consecuentemente se observaron mejores tasas de crecimiento y mejores índices de conversión. Se mejora la uniformidad para los animales enfermos o sometidos a estrés ya que éstos no son capaces de producir suficientes enzimas digestivas necesarias para un nivel óptimo de utilización de nutrientes del alimento.

## 6.6. Mortalidad

Las pérdidas observadas en el gráfico 4 pueden deberse a diversos factores tales como: Ambiente, genética, salud, manejo, etc.

Puede notarse que el tratamiento C fue el que mayor porcentaje de mortalidad presentó (5%) y el tratamiento A fue el mas bajo (2.75%). Lo que fue no significativo para el resultado del experimento, asimismo dichos porcentajes se encuentran dentro de los parámetros normales de la guía de manejo de la estirpe (5), lo cual es importante tomar en cuenta para demostrar que el uso de los complejos enzimáticos no provocan dicha mortalidad.

**Gráfico 4.** Porcentaje de mortalidad de los pollos de engorde por tratamiento



## 6.7. Análisis Económico

Para el enfoque de presupuestos parciales se tomaron en cuenta únicamente los costos que varían.

En el cuadro 8 se muestran los beneficios brutos. El costo que varía más alto fue para el tratamiento testigo, esto es debido a que en esta dieta se excluye el costo de la reformulación de las pastas de soya al 7-7-7; lo que provoca que, en la formulación, el costo de la dieta sea mayor en comparación a las otras dietas que si reformulan las pastas de soya al 7-7-7.

Como se puede observar, el tratamiento A, fue el que presentó el mayor beneficio neto (Q.77213.61) lo cual se debe a que fue el que incurrió en menos gastos de alimentación, ya que como se mostró anteriormente, también fue el que presentó un menor consumo de alimento.

**Cuadro 8.** Beneficios netos obtenidos por tratamiento expresado en quetzales.

Tratamiento	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
A	182841.48	105627.87	77213.61
B	179837.67	114274.23	65563.44
C	180830.59	118596.98	62233.61

En el cuadro 9 se muestra el análisis de dominancia efectuado a los tratamientos evaluados, observándose que el tratamiento A fue el único no dominado, puesto que su beneficio neto (Q. 77,213.61) nunca fue superado por el resto de los tratamientos. Lo que nos indica que es el mejor tratamiento desde el punto de vista económico.

**Cuadro 9.** Análisis de dominancia para los tratamientos evaluados

Tratamiento	CV	BN	Observación	Conclusión
A	105627.87	77213.61		NO DOMINADO
B	114274.23	65563.44	TA-TB	DOMINADO
C	118596.98	62233.61	TA-TC	DOMINADO

### 6.7.1. Tasa de Retorno marginal

El cuadro 10 denota la tasa de retorno marginal para el tratamiento con mejor beneficio neto (Tratamiento A); el cual mostró una tasa del 14.18%, que indica que el productor por cada quetzal que invierte en su explotación obtendrá un retorno de 0.14 quetzales.

**Cuadro 10.** Cálculo de la tasa de retorno marginal para el tratamiento no dominado

Tratamiento	CV	BN	CVM	BNM	BNM/CVM	TRM %
A	105627.87	77213.61	105627.87	14980.00	0.1418	14.18

CVM = Costos marginales, BNM= Beneficio neto marginal

## VII. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de los resultados obtenidos, se concluyó lo siguiente:

1. No se detectó diferencia significativa entre los tratamientos al evaluar estadísticamente la variable ganancia de peso, por lo que se rechaza la primera hipótesis planteada.
2. El mayor consumo de alimento durante los 42 días, fue para el tratamiento testigo (4061.49 g) y el menor (3593.51 g) para el tratamiento A: Pollos de Engorde alimentados con una dieta que incluye el compuesto enzimático A con reformulación de pastas de soya a 7-7-7. con una dosis de 50 g / TM de alimento
3. El tratamiento A: Pollos de Engorde alimentados con una dieta que incluye el compuesto enzimático A con reformulación de pastas de soya a 7-7-7. con una dosis de 50 g / TM de alimento, presentó el mejor índice de conversión (1.66), debido principalmente a su bajo consumo.
4. La uniformidad de lote fue similar entre todos los tratamientos evaluados.
5. El tratamiento A (complejo enzimático A) mostró el mejor beneficio neto (Q. 77,213.61) con respecto al tratamiento testigo (Q. 62,233.61). Por lo que se constituyó en el tratamiento más beneficioso (14.18%), por lo tanto se acepta la segunda hipótesis planteada.
6. Aunque estadísticamente no se alcanzó a detectar diferencia en la ganancia de peso entre los tratamientos evaluados, si existió efecto de las enzimas sobre el sustrato, ya que los tratamientos que contenían éstas, se igualaron al testigo, de forma que provocaron que el ave aprovechara el alimento consumido con mayor eficiencia; por lo que se obtuvo una mejor conversión alimenticia.

## VIII. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas y la confiabilidad de los datos, se recomienda lo siguiente:

1. Validar el tratamiento A (complejo enzimático A) que incluye una reformulación de pastas de soya al 7-7-7 con una dosis de 50 g/TM de alimento, en más explotaciones de pollos en condiciones comerciales.
2. Incluir en un futuro otros factores de estudio tales como la evaluación del efecto de la enzima sobre el rendimiento de la carne en canal de pollos de engorde.

## IX. RESUMEN

**DE PAZ CONTRERAS, INGER. 2007.** Evaluación de dos complejos enzimáticos en el comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz y pastas de soya bajo condiciones comerciales. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 42 p.

Con el objeto de generar información sobre complejos enzimáticos comerciales utilizados en la alimentación avícola en Guatemala, se realizó este experimento para el cual se utilizaron 33,330 mixtos de la estirpe Hybro, distribuidos en tres tratamientos con 20 repeticiones y una unidad experimental de 100 pollos para la fase inicial y 15 repeticiones con una unidad experimental de 5 pollos para la fase final; los tratamientos evaluados fueron Tratamiento A: dieta que incluye el compuesto enzimático A (combinación natural de más de 17 enzimas producidas por el hongo *Penicillium funiculosum*), con reformulación de pastas de soya a 7-7-7 con dosis de 50 g / TM de alimento. Tratamiento B: dieta que incluye el compuesto enzimático B (Proteasas,  $\alpha$ -galactosidasas, xilanasas, celulasas y amilasas), con reformulación de pastas de soya a 7-7-7 con dosis de 500 g/TM de alimento. (En las matrices de formulación se aumento en un 7% el contenido de proteína, energía y aminoácidos). Tratamiento C: dieta convencional (testigo); sin la adición de complejo enzimático y sin reformulación de pastas de soya al 7-7-7.

Los pollos de engorde se manejaron desde el primer día de edad hasta su salida al mercado a los 42 días. Las variables evaluadas para los tres tratamientos fueron ganancia de peso (g), conversión alimenticia, uniformidad del lote (%) y mortalidad (%).

Para la variable ganancia de peso el análisis de varianza no presentó diferencia estadística significativa ( $p \leq 0.05$ ), entre los tratamientos. Para la variable conversión alimenticia el tratamiento A, fue el que presentó el mejor índice (1.66), seguido por (1.82) del tratamiento B. En la variable uniformidad del lote el tratamiento C, fue el que presentó un mejor coeficiente de variación (4.03) seguido por el tratamiento A. Para la variable mortalidad el tratamiento A, fue el que presentó la tasa mas baja (2.75%) y el tratamiento C fue el mayor (5.00%).

Económicamente se obtiene mas beneficio al utilizar la enzima A con un retorno marginal del 14.18%

A partir de los resultados se concluye que si existió efecto de las enzimas sobre el sustrato, ya que los tratamientos que contenían éstas, se igualaron al testigo, de forma que provocaron que el ave aprovechara el alimento consumido con mayor eficiencia. Por lo tanto la recomendación principal es validar el tratamiento A, en más explotaciones de pollos en condiciones comerciales.

## SUMMARY

DE PAZ CONTRERAS, INGER. 2007. Evaluation of two enzymatic complexes in the productive behavior of fattening chickens, feed with a corn and soy paste diet under commercial farming conditions. Thesis. Zootechnics Degree. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Veterinary Medicine and Zootechnics Faculty. 42 p.

With the purpose of generating information on commercial enzymatic complexes used in the Guatemalan aviary feed, this experiment was performed with 33,330 chicks, of both sexes, of the Hybro specie, separated into three different treatments with 20 repetitions and one 100 chicken experimental unit for the primary phase, and 15 repetitions, and one 5 chicken experimental unit for the final phase; the evaluation treatments were, Treatment A: a diet which includes the A enzymatic compound (natural combination of more than 17 enzymes, produced by the *Penicilium funiculosum* fungus), with a reformulation of soy paste at 7-7-7, with a 50g / TM of feed. Treatment B: a diet which includes the B enzymatic compound (protease,  $\alpha$ -galactosidase, xylanase, cellulase and amylase), with a soy paste reformulation at 7-7-7 with a 500g/TM dosage of feed. Treatment C: a conventional diet (median); without the addition of an enzymatic complex and without the reformulation of soy paste at 7-7-7.

The fattening chickens were dealt with from their first day of life, until they were shipped out for sale at 42 days old. The evaluation variables for all three treatments were weight gain (g), feed conversion, uniformity in size of the group (%) and the death toll (%).

For the weight gain variable, the analysis did not show a significant change ( $p < 0.05$ ) among the treatments. For the feed conversion variable, Treatment A, was the one that showed the best result (1.66), followed by (1.82) of Treatment B. In the size uniformity variable, Treatment C was the one that offered the best variation coefficient (4.03), followed by Treatment A. For the death toll variable, Treatment A was the one that presented the lowest percentage at (2.75%), and the highest one was Treatment C at (5.00%).

In the economic factor, one gets a higher benefit when using the A enzyme with a marginal return of 14.18%

As a result from the data obtained, the conclusion is that there was an effect from the enzymes on the substratum, due to the treatments that were applied, these were matched to the median, in a way that caused the chicken to take advantage of the intake of feed with a higher efficiency. Due to which, the main recommendation is to validate Treatment A, in more chicken farming for commercial conditions.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. **Allzyme Vegpro. 2005. Utilización en aves. (en línea).** Consultado 06 ene. 2007 Disponible en <http://www.alltech.com/latinoamerica/la/index.htm>.
2. **Apajalahti J; Kettunen, A. 2003. Efecto de la dieta sobre la flora microbiana en el tracto gastrointestinal de aves (en línea).** Consultado 05 feb. 2007. Disponible en <http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/sumanpr.htm>
3. **Camiruaga, M; García, F; Elera, R; Simonetti, C. 2001. Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. (en línea).** Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Consultado 05 feb. 2007. Disponible en <http://www.faiif.puc.cl/postgrado/cienciaeinv/pdf/agro4/23-36.pdf>
4. **Gauthier, R. 2006. Las Enzimas en los alimentos para aves elaborados con maíz, sorgo y soya: la necesidad de usar proteasas. (en línea).** Jefe Nutrition Inc., St-Hyacinthe, Quebec, Canadá. Consultado 05 feb. 2007. Disponible en [http://www.engormix.com/las\\_enzimas\\_alimentos\\_aves\\_s\\_articulos\\_517\\_AVG.htm](http://www.engormix.com/las_enzimas_alimentos_aves_s_articulos_517_AVG.htm)
5. **Hybro, 1996. Breeder management guide.** Euribrid, Boxmeer.
6. **North, MO. 1993. Manual de producción avícola.** Trad. de la tercera edición. México, D. F. Editorial El manual moderno. p. 525-529.
7. **Pontes, M; Castello, LIJ. 1995. Alimentación de las aves.** Real Escuela de avicultura. España. Editorial Grinver -Arts Grafiques. p.189-209
8. **Rebollar, M. 2002. Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extrudidos y malta de cebada (en línea).** Universidad de colima. Programa interinstitucional en ciencias pecuarias. Colima, México. Consultado 05 feb. 2007. Disponible en [http://www.digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/pdf/Maria\\_Esmeralda\\_Rebollar\\_Serano.pdf](http://www.digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/pdf/Maria_Esmeralda_Rebollar_Serano.pdf)
9. **Rugbjerg, U.; Otto, N. 1992. Enzimas: Desarrollo y uso práctico en piensos.** Madrid, España. Prodiva S. A. p.130-140.

10. **Sears, A; Walsh, G; Hoyos G. 1997. Enzimas: Generalidades acerca de las aplicaciones, clasificación mecanismos de acción y resultados en nutrición animal.** Temas de actualidad para la industria de alimentos balanceados. México, D. F. Midia Relaciones S.A. de C. V. p. 158 - 166.
11. **Sell, JL. 1997. Últimos avances en nutrición de aves (en línea).** Departamento de Producción animal, Universidad de Iowa, Ames. USA. Consultado 05 feb. 2007 Disponible en [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP\\_XII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_XII.pdf)
12. **Sistema Cartográfico Nacional: Zonas de vida Holdrige. 2001. (en línea).** Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación. Guatemala. Consultado 08 ene. 2007. Disponible en <http://216.230.137.149/sig/D-INFO%20DISPONIBLE/bLISTADO%20GENERAL/INFORMACION%20NACIONAL%20DISPONIBLE.htm>
13. **System Rovabio Information Center 2005. Customer Flash #1, 2, 3 y 4 (en línea).** Consultado 08 ene. 2007. Disponible en <http://www.adisseo.biz>
14. **Torero, A. Alltechnology 2005. Las enzimas exógenas: Insumos básicos para la fabricación del alimento balanceado para animales.** Consultado 05 abr. 2007. Disponible en [http://www.engormix.com/las\\_enzimasesoxenas\\_insumos\\_s\\_articulos\\_525\\_BAL.htm](http://www.engormix.com/las_enzimasesoxenas_insumos_s_articulos_525_BAL.htm)
15. **Valle, P; Lucas, B. 2000. Toxicología de Alimentos.** Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Nacional de Salud Ambiental. México, D.F. Consultado 05 feb. 2007. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/toxicolo/toxico/alimento.html>

---

Br. Inger M. De Paz Contreras

---

Lic. Zoot. Miguel Angel Rodenas  
**Asesor Principal**

---

Lic. Zoot. Carlos Enrique Soto  
**Asesor**

---

Dr. M.V. Hugo Pérez Noriega  
**Asesor**

**IMPRIMASE:**

---

Lic. Zoot. Marco Vinicio De La Rosa M.  
**Decano**