

**Universidad San Francisco de Quito**

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE POLLOS BROILERS A LA ADICION DE  
COMPLEJOS ENZIMÁTICOS (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$   
Galactosidasa) Y (Beta Glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas) EN  
DIETAS BASADAS EN MAIZ Y SOYA**

**Andrea Soledad Ríos Jarrín**

**Tesis de grado presentada como requisito para la  
obtención del título de Médico Veterinario**

**Quito, Septiembre de 2009**

Derechos de autor

Andrea Soledad Ríos Jarrín

2009

## DEDICATORIA

A mis Padres Juanito y Merceditas por su amor y ejemplo de lucha constante y a mis hermanos Juan Carlos y María Augusta porque siempre están conmigo en todo momento, brindándome su apoyo y cariño.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad San Francisco de Quito, a través del Programa de Medicina Veterinaria por permitirme finalizar mi formación profesional.

A los Señores Miembros del Tribunal de Tesis: Dr. Eduardo Aragón, Dr. Germán Romo, Dr. Alejandro Torres y Dr. Ramiro Díaz; por su valioso apoyo técnico y académico para culminar con éxito el presente trabajo.

A la Integración Avícola Oro, quien me brindo todo su apoyo con los costos de manejo y ejecución del proyecto.

## Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta productiva de pollos parrilleros alimentados con dietas conteniendo complejos enzimáticos (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa) y (Beta glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas).

Se utilizaron 1344 pollos Cobb machos, criados hasta los 47 días de edad. El diseño que se utilizó fue Bloques Completamente al Azar, con cuatro Tratamientos y ocho Repeticiones, con 42 pollos por cubículo. Los tratamientos consistieron en: A: Control negativo (aportando el 95% de los requerimientos de energía y 90% de los requerimientos de aminoácidos). B: Control negativo + (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa). C: Control negativo + (Beta glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas). Y D: Control positivo (aportando el 100 % de los requerimientos).

En peso vivo y ganancia de peso, existió diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ); siendo mayor el tratamiento D comparado con los tratamientos A,B y C. La conversión alimenticia fue menor ( $P \leq 0.05$ ) para el tratamiento D comparado con los tratamientos A,B y C. Los datos obtenidos en este estudio indicaron que la suplementación de complejos enzimáticos no compensaron la reducción de nutrientes a través de la mejora en la digestibilidad de la dieta. Y cuando las dietas fueron formuladas para aportar el 100% de energía y aminoácidos (grupo D) mejoraron significativamente todos los parámetros productivos.

## **Abstract**

The aim of this work was to evaluate the productive response of broilers chickens to exogenous enzyme combinations (protease, xylanase, cellulase, amylase,  $\alpha$  Galactosidase) and (Beta glucanase, xylanase, pectinase, hemicellulase) added to diets based on corn + soybean. This experiment included 1344 male Cobb broilers chicks aged 1 day were assigned to four treatments: A: Negative control (95% of energy and 90% of amino acids). B: Negative control + (protease, xylanase, cellulase, amylase,  $\alpha$  Galactosidase). C: Negative control + (Beta glucanase, xylanase, pectinase, hemicellulase). And D: Positive control (100% of requirements) each with 8 repetitions of 42 chickens per cubicle. A completely randomized design blocks.

In body weight and weight gain, there were statistically differences ( $P \leq 0.05$ ) treatment D was higher compared with treatment A, B and C. Feed conversion was lower ( $P \leq 0.05$ ) for treatment D compared with treatments A, B and C. Data obtained showed that enzyme supplementation with the two enzyme complexes did not compensate the reduction of nutrients through of improve the digestibility of the diet. And when the diets were formulated to provide 100% energy and amino acids (group D) significantly improved all parameters of production.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Página
<b>RESUMEN</b>	VI
<b>ABSTRACT</b>	VII
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. REVISION LITERARIA</b>	3
2. Carbohidratos en la Alimentación de los Animales Monogastricos	3
2.1 Polisacáridos No Amiláceos (PNA) en los Cereales	3
2.2 Carbohidratos de las Leguminosas	7
2.2.1 Polisacáridos No Amiláceos (PNA) en las Leguminosas	7
3. Utilización de Enzimas en la Alimentación de las Aves	8
3.1 Enzimas	8
3.2 Efectos de la Suplementacion Enzimatica	9
3.3 Mecanismos de Acción de las Enzimas	9
3.3.1 Hidrólisis de los PNA	9

3.3.2 Reducción de la Viscosidad de la Digesta	10
	Página
3.3.3 Modificaciones en el Tracto Digestivo	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	11
3.1 Manejo	14
3.2 Análisis Químico de las Dietas Experimentales	15
3.3 Parámetros Evaluados	15
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	16
<b>V. CONCLUSIONES</b>	24
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	25
<b>VII. REFERENCIAS</b>	26
<b>VIII. ANEXOS</b>	30

## INDICE DE CUADROS

	Página
<b>Cuadro No. 1</b> Composición general de los hidratos de carbono presentes en la dieta de animales monogástricos.	4
<b>Cuadro No. 2</b> Contenido de PNA de algunos ingredientes (% MS).	6
<b>Cuadro No.3</b> Diseño de Bloques Completamente al Azar: Ubicación De Repeticiones de los Tratamientos en el Galpón.	12
<b>Cuadro No.4</b> Composición de las Raciones Alimenticias en broilers (1-47 Días )	13
<b>Cuadro No. 5</b> Esquema Análisis de Varianza	15
<b>Cuadro No. 6</b> El % de proteína presente en las dietas experimentales.	17
<b>Cuadro No. 7</b> El % de energía presente en las dietas experimentales.	17
<b>Cuadro No. 8</b> Peso Corporal de Pollos Broilers de (1-47 Días)	18
<b>Cuadro No. 9</b> Ganancia de Peso de Pollos Broilers (1- 47 Días)	19
<b>Cuadro No. 10</b> Conversión Alimenticia de Pollos Broilers de (1-47 Días).	21
<b>Cuadro No. 11</b> Consumo de Alimento de Pollos Broilers de (1-47 Días)	22

**Cuadro No. 12** Mortalidad Total Pollos Broilers de (1-47 Días)

23

## **INDICE DE ANEXOS**

	Página
<b>Anexo No. 1.</b> Tabla de Consumo Alimento para Broilers Machos.	30
<b>Anexo No. 2</b> Análisis Bromatológico de las Dietas.	32

## I. INTRODUCCION

Aproximadamente entre el 60 al 70% del contenido de una dieta esta constituida por granos y del 20 al 30% por oleaginosas, estos ingredientes son desdoblados por enzimas endógenas en el tracto digestivo (Ávila, 1992; Wyatt y Graham, 1996). Sin embargo fracciones importantes de estos ingredientes no son desdoblados completamente o presentan una digestibilidad incompleta por las aves, se sabe que la digestibilidad del almidón es de un 90 a 95% , la de la proteína de un 50 a 85% y la de los lípidos de un 50 a 95% , todo esto dependiendo de la materia prima y del proceso a que es sometido el alimento el momento de su fabricación (Herve, 1998; Citado por Elizarraraz, 1999).

Los precios altos actuales de granos de cereales y oleaginosas no solo han aumentado los costos de alimentación, también han desafiado aun más a los nutricionistas para encontrar nuevas alternativas para mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos (Wyatt y Graham, 1996). Considerando este aspecto, el uso de las enzimas exógenas podría mejorar la digestibilidad de las dietas y también reducir los efectos perjudiciales de algunos factores antinutricionales presentes en las fuentes de origen vegetal. Por otro lado es conocido que los ingredientes proteicos de origen vegetal presentan en su composición hasta un 20% de polisacáridos no amiláceos (PNA) que podrían afectar la digestibilidad de la dieta.

Sin embargo, una consideración muy importante para seleccionar el tipo de enzimas y emplearla en los alimentos de los animales es la naturaleza de los sustratos donde estas trabajaran, ya que los principales componentes de los granos de cereales son el almidón, proteínas, grasas, polisacáridos no amiláceos, hemicelulosas y pentosas. Estos componentes cuando son digeridos completamente, constituyen una fuente esencial de nutrientes, sin embargo, cuando son parcialmente digeridos, estos podría constituir problemas específicos, tales como una utilización pobre de nutrientes y la presencia de camas húmedas (Ávila, 2002).

Los trabajos publicados en nuestro medio (Kumprecht, *et al* 1998, Máximo, *et al* 1999, Schang, *et al* 1997) generalmente muestran el beneficio de los complejos enzimáticos cuando las dietas son reformuladas y comparadas con una dieta control. Por lo que este

trabajo intentará medir la respuesta productiva cuando el complejo enzimático es suplementado sobre una ración vegetal (maíz-soya) formulado para aportar menores niveles de nutrientes que los requeridos por las aves.

En el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

**General:** Estudiar el efecto que tiene incluir enzimas sobre el desempeño productivo de pollos parrilleros entre 1 a 47 días de edad.

**Específicos:**

- Establecer la respuesta productiva de pollos parrilleros frente a dos complejos enzimáticos: (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa) y (Beta glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas) para compensar la reducción de nutrientes a través de la mejora en la digestibilidad de la dieta.
- Comparar estadísticamente entre los cuatro tratamientos; cual mejora significativamente el desarrollo productivo de los pollos parrilleros.

## **II. REVISION LITERARIA**

## **2.1 CARBOHIDRATOS EN LA ALIMENTACION DE LOS ANIMALES MONOGASTRICOS**

Los hidratos de carbono son los componentes mas abundantes en los alimentos destinados a los animales monogástricos, constituyendo generalmente mas del 60% de la materia seca Ávila (1992). Entre los diferentes ingredientes utilizados, los cereales proporcionan la mayor parte de la energía de la dieta en forma de estructuras químicas sencillas, como los azucres libres (1), disacáridos, oligosacáridos (2), y complejas, como pueden ser el almidón (3). En general, aquellos polisacáridos que no pertenecen a los grupos 1,2,y 3 se agrupan bajo el nombre polisacáridos no amiláceos (PNA). En esta misma línea, Englyst (1989) clasificó los polisacáridos en dos grupos: los polisacáridos amiláceos de reserva ( $\alpha$ -glucanos) y los polisacáridos estructurales de la membrana celular (PNA). Esta ultima fracción incluye fundamentalmente la celulosa, hemicelulosa y pectinas ( Tabla 1) ; algunos de ellos son hidrosolubles (PNAs) y otros insolubles en agua.

## **2. 2 POLISACÁRIDOS NO AMILÁCEOS (PNA) EN LOS CEREALES**

Los PNA representan, por su cantidad e implicaciones nutricionales, el grupo más importante dentro de los carbohidratos no amiláceos presentes en las dietas destinadas a monogástricos. Los componentes de la fracción de carbohidratos no amiláceos y su digestibilidad en animales monogástricos se encuentran definidos y clasificados según su solubilidad Maynard et al. (1981), resumida en el tabla 1.

**Cuadro No. 1 Composición general de los hidratos de carbono presentes en la dieta de animales monogástricos.**

<b>Solubles en H<sub>2</sub>O</b>	- Monosacáridos	- Glucosa - Fructosa - Xilosa - Arabinosa
	- Sacarosa	
	- Lactosa	
	- $\alpha$ -galáctosidos	- Rafinosa - estaquiosa - Vervascosa
	- Polisacáridos no almidón	- $\beta$ -glucanos - Pentosanos - Arabinogalactanos - Galactomananos - Sustancias pécticas
<b>Insolubles en H<sub>2</sub>O</b>	- Lignina	
	- Polisacáridos no almidón	- Celulosa - Hemicelulosas   $\beta$ -glucanos - Xilanos - Manosa
	- Sustancias pécticas	

Fuente : Maynard et al. (1981)

Entre los diferentes PNA, los PNAs presentes en los cereales representan una fracción importante debido a sus implicaciones nutricionales en la alimentación de los animales

monogástricos. Desde un punto de vista estructural, pueden ser relativamente simples como los  $\beta$ -glucanos, o más complejos como los arabinoxilanos.

Los enlaces de los B-glucanos y arabinoxilanos se caracterizan por su resistencia a la acción de las enzimas endógenas, y por tener una estructura que les confiere una solubilidad parcial en soluciones acuosas que aumenta la viscosidad del medio. (García 2000).

Redford *et al.* (1996) propusieron dos mecanismos que explican la actividad antinutritiva de los cereales debido al componente arabinoxilano del grano. El primer mecanismo propuesto es que el arabinoxilano es impermeable al ataque enzimático en el intestino delgado. El segundo mecanismo es que una proporción de los arabinoxilanos presentes se disuelven en el intestino y causan el incremento en la viscosidad de la solución, lo cual reduce la difusión del nutriente por la formación de gel. Por otro lado, Camiragua *et al.* (2001), opinaron que las enzimas pentosanasas (compuestas por un número diferente de endo y exoxilanasas, arabinofuranosidasas y celulasas) alivian la influencia negativa de arabinoxilanos y mejoran la utilización de nutrientes.

En la tabla 2 se observa que el centeno es el cereal que contiene mayor cantidad de arabinoxilanos, siguiéndole el triticale, mientras que la cebada tiene un contenido mayor de  $\beta$ -D-glucanos. Los  $\beta$ -Dglucanos de la cebada son responsables del pobre valor nutritivo de este cereal para los broilers. (Camiragua *et al.* 2001).

La solubilidad es una propiedad importante que determina la actividad antinutritiva de PNA en dietas de broilers. Las solubilidades de los PNA están determinadas no sólo por su estructura primaria, sino también por la forma como ellos están ligados a otros componentes de la pared celular. (Annison, 1993).

## **Cuadro No. 2 Contenido de PNA de algunos ingredientes (% MS).**

<b>Ingrediente</b>	<b>PNA soluble</b>	<b>PNA insoluble</b>	<b>PNA total</b>	<b>PNA principales y concentración (% MS)</b>
Trigo	2,4	9,0	11,4	arabinosilano (6,05) b-D-glucanos (0,5) Celulosa (2,0)
Centeno	4,6	8,6	13,2	arabinosilano (8,9) b-D-glucanos (1,2) Celulosa (1,5)
Cebada	4,5	12,2	16,7	arabinosilano (3,3) b-D-glucanos (7,6) Celulosa (3,9)
Sorgo	3,7	10,5	14,2	arabinosilano (2,8) b-D-glucanos (0,1) Celulosa (3,0)
Maíz	2,8	10,3	13,1	arabinosilano (4,2) b-D-glucanos (0,1) Celulosa (2,4)
Triticale	4,7	12,2	16,9	arabinosilano (7,0) b-D-glucanos (0,7) Celulosa (2,6)
Harina de Soya	13,9	16,4	30,3	Inhibidores de tripsina lectinas, saponinas.

**Fuente:** Annison,1993; Carré, 1992; Larbier & Leclercq, 1992. Tomado de M. Camiruaga *et al.*,2001.

Sus contenidos y características varían entre cereales, la mayoría de  $\beta$ -glucanos y arabinosilanos, tanto solubles como insolubles, se encuentran en el endospermo de la

semilla, y en menor cantidad en la capa de aleurona. (Lesson *et al.* 2000). Según sus contenidos en PNAs, de menor a mayor, los cereales más utilizados en la alimentación de animales monogástricos son: el arroz, el maíz, el trigo, el triticale, la avena, el centeno y la cebada. El contenido en PNAs dependerá no solo del tipo de cereal, sino también de genotipo, la variedad y las condiciones de cultivo y conservación. (Willians *et al.* 1997).

Los  $\beta$ -glucanos y los arabinosilanos se encuentran presentes en todos los cereales, predominando los  $\beta$ -glucanos en la cebada y avena y los arabinosilanos en centeno y trigo, y en menor medida en maíz y sorgo. García (2000). Según Lesson *et al.* (2000), los PNA presentes en el maíz, estarían divididos en 2.5% celulosa, 5.0% arabinosilanos, 0.1 % de pectina y 1% de  $\beta$ Glucanos. Debido a las propiedades anteriormente descritas, estos PNA se solubilizan parcialmente en el medio acuoso del intestino, incrementando la viscosidad de la digesta. (García 2000).

## **2. 3 CARBOHIDRATOS DE LAS LEGUMINOSAS**

En comparación con los cereales, las semillas de leguminosas contienen en general una mayor proporción de azúcares de bajo peso molecular (sobre todo  $\alpha$ -galactosidos, hasta 19%) y de polisacáridos no amiláceos (12 a 44%). En particular, la soya contiene alrededor del 30% de carbohidratos, con aproximadamente 4 a 5,5% de oligosacáridos. (Lesson *et al.* 2000).

### **2. 3. 1 Polisacáridos no amiláceos (PNA)**

En las leguminosas, los polímeros de PNA presentan una mayor variabilidad estructural que los cereales, estructuras químicas muy ramificadas y en general complejas. Básicamente los PNA pueden estructurarse en tres grupos: la celulosa, los polímeros no celulósicos y los polisacáridos pépticos. Mientras, los dos primeros se encuentran fundamentalmente en la cascarilla, las pectinas se encuentran mayoritariamente en los cotiledones. (Cortés *et al.*, 2002).

El contenido de proteína en la torta de soya puede variar, atribuyéndose este hecho a la variedad de semilla y/o las condiciones del proceso de extracción del aceite.

Tradicionalmente las tortas más altas en proteína son aquellas producidas a partir del frijol descascarillado en tanto que las tortas más bajas (44% de PC) siempre contienen cascarilla, son más altas en fibra y más bajas en energía metabolizable. (Lesson *et al*, 2000).

Carbohidratos poco digeribles presentes en la torta de soya. Los oligosacáridos conocidos como  $\alpha$ -galactosidos disminuyen la energía metabolizable, causan disminución en la digestibilidad de la fibra y aceleran el tránsito de contenido intestinal debido a que las aves no contienen la enzima  $\alpha$ -1,6 galactosidasa en su mucosa intestinal. Además de la reducción en la digestibilidad, también resulta preocupante la consistencia de la heces. La torta de soya contiene cerca de un 6% de sucrosa, 1% rafinosa y 5% de estaquiosa; ninguno de estos azúcares es bien digerido por el ave. (Lesson *et al*, 2000).

La pasta de soya, es el principal ingrediente proteico de origen vegetal utilizado en la formulación de raciones; compuesta por PNA; los cuales consisten en 50 a 55% de pectina aproximadamente 25% de celulosa y alrededor de un 8% de  $\beta$ -glucanos. (Méndez *et al*. 2009).

### **3. UTILIZACION DE ENZIMAS EN LA ALIMENTACION DE LAS AVES**

#### **3.1 ENZIMAS**

Las enzimas son proteínas de estructura tridimensional sumamente compleja, son biocatalizadores cuya función es acelerar ciertas reacciones bioquímicas específicas que forman parte del proceso metabólico de las células. Aceleran en el organismo diversas reacciones químicas que en condiciones normales solo tendrían lugar muy lentamente o no se producirían en absoluto. (Bedford 1991, Willians *et al.*, 1997). El proceso de la digestión corresponde a las reacciones químicas en donde las sales biliares actúan en conjunto con las enzimas y estas últimas se unen a moléculas de alimento de alto peso molecular (proteínas, grasas y carbohidratos) formando un complejo enzima sustrato para desdoblarse en moléculas más pequeñas que puedan ser absorbidas (Ávila, 2002)

#### **3.2 EFECTOS DE LA SUPLEMENTACION ENZIMATICA**

Las propiedades antinutritivas de los PNA solubles se reducen mediante la adición de complejos enzimáticos, que permiten la hidrólisis de los PNA a oligo y monosacáridos (Flores *et al.* 1994). Como consecuencia se reduce la viscosidad de la digesta (Van der Klis *et al.* 1995) y la incidencia de heces pastosas (Pettersson *et al.* 1991). La suplementación enzimática mejora la digestibilidad de nutrientes tales como grasa (Silva y Smithard, 1997), energía (Flores *et al.* 1994; McCracken *et al.* 1994), proteína (Marquardt *et al.* 1994), minerales (Van der Klis *et al.* 1995) y PNA (Lázaro, 1999). Además, la suplementación enzimática modifica la microbiología del TGI; minimizando la fermentación bacteriana en el intestino delgado y fomentándola en los ciegos. (Choct *et al.* 1992).

### **3. 3 MECANISMOS DE ACCION DE LAS ENZIMAS**

#### **3. 3. 1 HIDRÓLISIS DE LOS PNA**

Está generalmente aceptado que el efecto negativo de los pentosanos y  $\beta$ -glucanos está asociado a la naturaleza viscosa de su fracción soluble y a las modificaciones fisiológicas y morfológicas del tracto digestivo que ellos producen. (Franchesch, 1996). También se ha responsabilizado a estos polisacáridos de ejercer un efecto barrera a la acción de las enzimas hidrolíticas, al aprisionar los granos de almidón de las células del endosperma del grano e impedir que los enzimas hidrolíticas accedan a ellos. Los polisacáridos insolubles (celulosa, xilanos puros) y la fracción insoluble de los  $\beta$ -glucanos y arabinosilanos afectan al volumen del bolo digestivo y a la capacidad de retener agua. (Franchesch, 1996).

La capacidad del ave para digerir esta fracción es prácticamente nula (Carré *et al.*, 1992) y además de su efecto diluyente, no se han descrito efectos negativos mayores. El principal problema lo causa la fracción soluble ya que los monogástricos no tienen capacidad para sintetizar enzimas hidrolíticas de enlaces  $\beta$ , tan sólo la flora microbiana sintetiza enzimas adaptadas a este tipo de enlace (Carré *et al.* 1992). Es necesario el uso de enzimas exógenos para degradar los  $\beta$ -glucanos y los arabinosilanos.

Como la viscosidad se debe en parte a la longitud de la cadena, no es necesaria la degradación completa de la misma, pocos cortes pueden reducir sustancialmente o eliminar su capacidad gel-formadora. En algunos casos en particular, la degradación completa de los polisacáridos en sus correspondientes monosacáridos no es conveniente. Así como en la degradación total de los  $\beta$ -glucanos, el producto de la hidrólisis son moléculas de glucosa rápidamente absorbibles por el ave, en el caso de los pentosanos, la arabinosa y la xilosa son poco digestibles y una vez absorbidas son excretadas en su mayoría en la orina (Willians *et al.*, 1997).

### **3.3.2 REDUCCION DE LA VISCOSIDAD DE LA DIGESTA**

La reducción en la viscosidad de la digesta permite mejorar la mezcla del sustrato con el jugo digestivo y aumentar la digestión y absorción de los nutrientes (Choct *et al.*, 1996). Estas mejoras se acompañan sistemáticamente con un incremento en la EMAn de la dieta (Choct *et al.*, 1996).

### **3.3.3 MODIFICACIONES EN EL TRACTO DIGESTIVO**

En los broilers, el tiempo de la digesta a través del intestino delgado es reducido, inferior a 2 horas (Bedford, 1996). Según los mismos autores el 80% de energía de la dieta se absorbe en los primeros tramos del intestino delgado, lo que justifica que para que una enzima sea efectiva debe actuar en la primera mitad del tracto digestivo en tiempos no superiores a 1 hora (Bedford, 1996).

En relación a la suplementación enzimática la mayor parte de trabajos destacan una aceleración del ritmo de tránsito intestinal en los animales jóvenes (Lázaro 1999). Cabe destacar que la aceleración del tránsito de la digesta en broilers al suplementar la dieta con enzimas fue compatible con las mejoras digestivas, lo que puede de alguna manera contradecir que la menor digestibilidad de los animales jóvenes se debe exclusivamente a su mayor ritmo de tránsito.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se llevó a cabo en el galpón experimental de la Empresa Avícola Grupo Oro, el cuál se encuentra localizado en la Parroquia de Yaruquí, Distrito Metropolitano de Quito, de la Provincia de Pichincha; a una altura 2.460 msnm registrando las siguientes temperaturas máxima 26°C y mínima 10°C.

La prueba se llevo a cabo desde el día 28 de Febrero del 2008 hasta el miércoles 16 de Abril del 2008.

En esta investigación se utilizaron 1344 pollos Cobb machos, de un día de edad, los cuales se mantuvieron en producción hasta los 47 días de edad. El diseño que se utilizó en la investigación fue de Bloques Completamente al Azar, con cuatro tratamientos y ocho repeticiones, en donde el tamaño de la unidad experimental fue de 42 pollos por cubículo.

Los bloques fueron la ubicación de las repeticiones como se muestra en el cuadro No. 3. El bloqueo nos ayudo a minimizar el sesgo y controlar más la variabilidad local que podía influir sobre los tratamientos durante el curso del experimento. Con esto se trataba de que las condiciones ambientales por ejemplo: dirección del viento, horas de sol, etc.; dentro de los bloques sean lo más homogéneas posibles para los tratamientos.

Los tratamientos consistieron en:

A: Control negativo aportando el 95% de los requerimientos de energía y 90% de los requerimientos de aminoácidos para pollos machos de la Tabla brasileñas para aves y cerdos. (Rostagno 2005).

B: Combinación multienzimatica de (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa)<sup>1</sup> 500g/Ton. Añadido a un alimento similar al control negativo.

C: Complejo de Carbohidrasas (Beta glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas)<sup>2</sup> 250 g/Ton. Añadido a un alimento similar al control negativo.

---

<sup>1</sup> Allzyme Vegpro. Alltech .Calle las Higueras N65-97B entre Av. Eloy Alfaro y los Eucaliptos. Quito-Ecuador.

<sup>2</sup> Ronozyme Blend 25. DSM Nutritional Products. Manuel Zambrano s/n y Av. 10 de Agosto., Quito-Ecuador.

D: Control positivo (aportando el 100 % de los requerimientos para pollos machos de la Tabla brasileñas para aves y cerdos. (Rostagno 2005).

### CUADRO No. 3

#### DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR: UBICACIÓN DE REPETICIONES DE LOS TRATAMIENTOS EN EL GALPON

BLOQUE 1				BLOQUE 2			
A1	C1	D1	B1	D2	B2	C2	A2

  

BLOQUE 3				BLOQUE 4			
D3	A3	C3	B3	A4	D4	B4	C4

  

BLOQUE 5				BLOQUE 6			
B5	D5	A5	C5	B6	C6	A6	D6

  

BLOQUE 7				BLOQUE 8			
A7	C7	B7	D7	A8	D8	B8	C8

**FUENTE: EL AUTOR (2009)**

Todas las raciones alimenticias experimentales para pollos broiler fueron formuladas con el programa BRILL (Feed Management Systems) en base a maíz, soya y aceite crudo de palma para las cuatro etapas: inicio, crecimiento, engorde y acabado. En el Cuadro No. 4 se indica la composición final de estas raciones.



<b>ANÁLISIS CALCULADO</b>								
Energía								
Metabolizable Kcal/kg	2,826	2,975	2,897	3,055	2,973	3,133	3,040	3,199
Proteína Cruda %	19,59	21,64	19,09	20,10	16,85	18,59	16,67	17,49
Lisina digestible %	1,11	1,24	1,00	1,10	0,93	1,04	0,87	0,97
Metionina digestible %	0,51	0,58	0,43	0,51	0,42	0,48	0,38	0,45
Metionina+cisterna digestible %	0,79	0,88	0,71	0,79	0,67	0,75	0,63	0,70
Calcio %	0,93	0,93	0,89	0,89	0,84	0,84	0,79	0,79
Fósforo digestible %	0,47	0,47	0,43	0,43	0,42	0,42	0,38	0,38
Fibra cruda %	3,65	3,71	3,04	3,08	4,09	4,02	4,08	3,96
Sodio %	0,20	0,20	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17
Extracto etéreo %	3,21	7,58	2,66	7,05	2,37	7,58	3,41	8,11
Balance electrolítico Meq.	200	200	200	200	180	180	180	180

**FUENTE: EL AUTOR (2009)**

### **3.1 MANEJO**

El manejo de los pollos se realizó siguiendo las prácticas normales de manejo en el sistema de crianza en piso. El alimento fue suministrado según tabla de consumo para la zona con el fin de evitar problemas metabólicos (Anexo 1).

Los comederos se llenaron una vez al día y los bebederos fueron lavados y llenados diariamente con agua limpia y fresca. Para determinar el consumo de alimento por etapa de crianza se llevo un registro de alimento ofrecido y del alimento residual diario.

Para el desarrollo normal de la crianza fueron puestos en práctica las medidas preventivas rutinarias, como control de la temperatura y ventilación mediante el manejo de criadoras a gas y cortinas, empleo de pediluvio con cal, eliminación de roedores; restricción del ingreso de personas al ambiente, etc. Además se realizaron labores de limpieza y desinfección de los equipos y del ambiente semanas antes de que este fuera ocupado.

### 3.2 ANALISIS QUIMICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Se realizó el análisis de humedad, proteína y grasa de las dietas experimentales; en el Servicio Integral de Laboratorio (SEIDLA 2008)<sup>3</sup>. Los resultados se muestran en el Anexo 2.

### 3.3 PARAMETROS EVALUADOS

Los siguientes parámetros fueron evaluados en esta investigación:

- Peso Corporal Inicial (g.)
- Peso Corporal Semanal (g.)
- Ganancia de Peso Semanal (g.)
- Conversión Alimenticia Semanal (g/g.)
- Consumo de Alimento Semanal (g.)
- Mortalidad Total (%).

Los resultados obtenidos en este experimento fueron sometidos a un análisis de varianza y cuando hubo diferencias estadísticas se realizó la prueba de Tuckey. El esquema de análisis de varianza se indica en el Cuadro No.5.

**CUADRO No. 5**  
**ESQUEMA ANALISIS DE VARIANZA**

<b>Fuente de Variación</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Tratamiento (t – 1)	3
Bloques (r-1)	7
Error (r-1) (t – 1)	21
Total (t x r) – 1	31

**FUENTE: El Autor (2009)**

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

<sup>3</sup> Servicio Integral de Laboratorio. Melchor Toaza N 61-63 entre Avenida del Maestro y Nazareth., Quito-Ecuador.

El experimento se llevo a cabo durante los meses de Febrero y Abril 2008, con ligera presencia de lluvias y temperaturas moderadas para la zona máxima 26°C y mínima 10°C y humedad relativa entre 60 y 75% .(INAHMI 2008)<sup>4</sup>

En esta investigación se utilizaron 1344 pollos Cobb machos, de un día de edad, se encontró pollos hembras los mismos que fueron retirados a la quinta semana por selección de caracteres secundarios (tamaño, forma y color de la cresta ); conformación corporal y plumaje de la cola. Con un promedio de 99 % de machos y 1% de hembras. La distribución de errores de sexado fue homogénea entre replicas.

Se cumplieron normalmente los planes de vacunación sin novedades; tampoco presencia de enfermedades. Para el desarrollo normal de la crianza fueron puestos en práctica las medidas preventivas rutinarias, de acuerdo a los SOP.

Se realizó el análisis bromatológico de las dietas experimentales para asegurarnos si lo fabricado estaba dentro de lo esperado; es decir si en los tratamientos A,B,C presentaban menos proteína y grasa en relación al tratamiento D. (Anexo 2). El nivel de proteína cruda fue calculada a través de las formulas de los alimentos. En el Cuadro 6 se muestran las diferencias entre los tratamientos A, B, C con respecto al tratamiento D.

**Cuadro No. 6 Niveles de proteína cruda (%) presente en las dietas experimentales y valor relativo respecto al control positivo.**

---

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Iñaquito N36-14 y Corea. Quito- Ecuador.

	TRATAMIENTOS		
	A B C	D	RELACION ABC/D %
ALIMENTO			
1-14 días	19,59	21,64	90,53
15-28 días	19,09	20,10	94,88
29-41 días	16,85	18,59	90,64
42-47 días	16,67	17,49	95,31

FUENTE: El Autor (2009)

El nivel de energía metabolizable no fue determinado en forma directa sino fue calculada a través de las formulas de los alimentos. En el Cuadro 7 se muestra las diferencias entre los tratamientos A, B, C con respecto al tratamiento D.

**Cuadro No. 7 Valores de energía metabolizable (Kcal/kg) de los tratamientos experimentales y valor relativo respecto al control positivo.**

	TRATAMIENTOS		
	A B C	D	RELACION ABC/D %
ALIMENTO			
1-14 días	2,826	2,975	94,99
15-28 días	2,897	3,055	94,83
29-41 días	2,973	3,133	94,89
42-47 días	3,040	3,199	95,03

FUENTE: El Autor (2009)

Se observa que sí existieron las diferencias propuestas en energía metabolizable y proteína respectivamente. Sin embargo, los niveles de reducción fueron mayores en proteína en los alimentos de 15-28 y 42-47 días no hubo las diferencias esperadas con el tratamiento D.

Solamente se realizó la validación física de la inclusión de la enzima en forma manual en la dieta y el pesaje semanal, sin embargo no se realizó la validación de la actividad enzimática.

**CUADRO No. 8 PESO CORPORAL DE POLLOS BROILERS DE 1-47 DIAS**

VARIABLES	TRATAMIENTOS				ERROR ESTÁNDAR
	A	B	C	D	
Peso inicial (g)	48.4 <sup>a</sup>	48,1 <sup>a</sup>	48.2 <sup>a</sup>	48.3 <sup>a</sup>	0.06
Peso 1-7 días (g)	163 <sup>a</sup>	161 <sup>a</sup>	164 <sup>a</sup>	172 <sup>b</sup>	2.41
Peso 8-14 días (g)	381 <sup>a</sup>	380 <sup>a</sup>	381 <sup>a</sup>	404 <sup>b</sup>	5.83
Peso 15-21 días (g)	694 <sup>a</sup>	697 <sup>a</sup>	698 <sup>a</sup>	754 <sup>b</sup>	14.4
Peso 22-28 días (g)	1083 <sup>a</sup>	1087 <sup>a</sup>	1091 <sup>a</sup>	1171 <sup>b</sup>	21.06
Peso 29-35 días (g)	1586 <sup>a</sup>	1580 <sup>a</sup>	1587 <sup>a</sup>	1725 <sup>b</sup>	35.20
Peso 36-42 días (g)	2159 <sup>a</sup>	2166 <sup>a</sup>	2171 <sup>a</sup>	2400 <sup>b</sup>	58.71
Peso 43-47 días (g)	2434 <sup>a</sup>	2426 <sup>a</sup>	2453 <sup>a</sup>	2692 <sup>b</sup>	63.83

<sup>a,b</sup> letras distintas en la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

Los resultados para peso corporal se pueden apreciar en el Cuadro 8, notándose la ausencia de diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el peso inicial de los pollos de todos los tratamientos; pero a partir de la primera semana hasta la séptima semana existieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) siendo mayor el tratamiento D comparado con los tratamientos A,B y C. Como se observa, la suplementación enzimática no tuvo una respuesta positiva sobre el peso corporal de las aves cuando se bajó la densidad nutritiva de la dieta. Estos resultados difieren a los encontrados por (Kumprecht et al, 1998); quienes tuvieron mayores pesos vivos; esto podría deberse a que utilizaron dietas iniciadoras y de engorde que contenían niveles medios de proteína total y energía metabolizable. Para la dieta iniciadora, que contenía harina de soya (45% de proteína total) como la principal fuente de proteína vegetal, el nivel del complejo enzimático (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa) mas efectivo fue aproximadamente 900g/T. El valor correspondiente para la dieta de engorde fue de 1000g/T.

También difiere a lo encontrado por (Máximo et al, 1999) quienes tuvieron mayores pesos vivos; esto podría deberse a que utilizaron pollos Ross de ambos sexos. Todos los

pollos recibieron la misma dieta de preiniciadores durante 14 días y luego fueron agrupados en dietas de tratamiento que consistían en control positivo (valores normales de energía, proteína y digestibilidad de aminoácidos), un control negativo (valores de soya incrementados en un 5%) y tanto 1.0 como 1.5kg de complejo enzimático (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa) añadido a la dieta de control negativo. Las dietas fueron basadas en maíz/soya y contenían los mismos niveles de energía y proteína. Además la disponibilidad de agua y alimento fueron *ad libitum*.

**CUADRO No. 9 GANANCIA DE PESO DE POLLOS BROILERS DE 1- 47 DIAS**

VARIABLES	TRATAMIENTOS				ERROR ESTÁNDAR
	A	B	C	D	
Ganancia diaria de Peso 1-7 días (g)	16.31 <sup>a</sup>	16.13 <sup>a</sup>	16.52 <sup>a</sup>	17.66 <sup>b</sup>	0.344
Ganancia diaria de Peso 8-14 días (g)	31.2 <sup>a</sup>	31.2 <sup>a</sup>	30.9 <sup>a</sup>	33.9 <sup>b</sup>	0.480
Ganancia diaria de Peso 15-21 días (g)	44.7 <sup>a</sup>	45.3 <sup>a</sup>	45.4 <sup>a</sup>	50.1 <sup>b</sup>	1.251
Ganancia diaria de Peso 22-28 días (g)	55.33 <sup>a</sup>	55.7 <sup>a</sup>	55.8 <sup>a</sup>	59.6 <sup>b</sup>	1.003
Ganancia diaria de Peso 29-35 días (g)	69.4 <sup>a</sup>	68.4 <sup>a</sup>	69.4 <sup>a</sup>	78.1 <sup>b</sup>	2.271
Ganancia diaria de Peso 36-42 días (g)	81.9 <sup>a</sup>	83.5 <sup>a</sup>	83.8 <sup>a</sup>	96.4 <sup>b</sup>	3.359
Ganancia diaria de Peso 43-47 días (g)	48.3 <sup>a</sup>	55.9 <sup>b</sup>	56.3 <sup>b</sup>	58.5 <sup>b</sup>	1.850
GANANCIA DE PESO TOTAL	50.8 <sup>a</sup>	50.6 <sup>a</sup>	51.2 <sup>a</sup>	56.3 <sup>b</sup>	

<sup>a,b</sup> letras distintas en la misma fila indican diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

Los resultados de ganancia de peso se pueden observar en el Cuadro 9, existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ); siendo mayor el tratamiento D comparado con los tratamientos A,B y C. Observándose, que la ganancia de peso entre los días 43-47 fue semejante para los tratamientos B,C y D y menor en el tratamiento A. Como se observa la

suplementación enzimática no presento una respuesta positiva sobre la ganancia de peso de las aves cuando se bajo la densidad nutritiva de la dieta. Estos resultados difieren a los encontrados por (Schang *et al*,1997)) quienes adicionaron el mismo complejo enzimático (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas,  $\alpha$  Galactosidasa) en dietas de baja densidad que contenían soya entera con todo su aceite más afrecho de trigo mejoró la ganancia de peso corporal de los pollos parilleros en 4,7%. La razón a estas discrepancias en los resultados podría ser porque utilizaron diferente genética pollos Arbor Acres y fueron alojados en baterías. Sus dietas contenían soya entera con todo su aceite más afrecho de trigo. Y el complejo enzimático fue agregado en menor cantidad 300 y 200 g/T en los periodos de iniciador (1 a 21 días) y terminador (22-42 días) respectivamente.

De igual forma a los encontrados por (Méndez *et al*, 2009) quienes con la suplementación del complejo enzimático (pectinasas, beta glucanasas y hemicelulasas) mejoró la ganancia de peso de las aves este podría deberse que las aves fueron alimentadas con dietas basadas en sorgo + pasta de soya; utilizaron dietas con menor reducción de nutrientes (7% de proteína cruda, aminoácidos y energía metabolizable); logrando que el complejo enzimático disminuya los efectos antinutritivos de los polisacáridos no amiláceos contenidos en la pasta de soya; rompiendo las paredes celulares, y con esto se degradan en mayor los almidones y proteínas lo que incrementa la digestibilidad de energía metabolizable y aminoácidos.

(Cortés *et al*. 2002) obtuvo una mejor ganancia de peso al incluir enzimas (alfa amilasas, proteasas, arabinoxilanasas) en dietas a base de maíz y soya, puesto que estas enzimas mejoran la digestibilidad de la proteína al destruir los factores antinutricionales encontrados en la pasta de soya, y el aprovechamiento de los carbohidratos al hidrolizar la pared celular en el grano. Sin embargo, cuando las mismas enzimas se incluyeron en dietas a base de sorgo + soya, la ganancia de peso no mejoró estadísticamente este efecto puede atribuirse a la utilización de pastas de soya de diferente procedencia en diferentes experimentos.

El alimento no fue suministrado *ad libitum* sino fue controlado según tabla de consumo (Anexo 1). y por esa razón la conversión alimenticia refleja las diferencias en ganancia de peso.

**CUADRO No. 10 CONSUMO DE ALIMENTO DE POLLOS BROILERS DE  
1-47 DIAS**

ERROR: syntaxerror  
OFFENDING COMMAND: %ztokenexec\_continue

STACK:

false