

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

EVALUACIÓN DE TRES NIVELES DE FITASA EN DIETAS BALANCEADAS PARA  
POLLO DE ENGORDE.



**BÁRBARA GABRIELA LÓPEZ TOBAR**

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

Guatemala, Febrero 2003.

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**CUMPLIENDO CON 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 TRES NIVELES DE FITASA EN DIETAS BALANCEADAS PARA  
POLLO DE ENGORDE.**

**COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE**

**LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

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

DECANO:	Dr. Mario LLerena Quan
SECRETARIO:	Dra. Beatriz Santizo
VOCAL PRIMERO:	Lic. Zoot. Carlos Saavedra
VOCAL SEGUNDO:	Dr. Fredy González
VOCAL TERCERO:	Lic. Zoot. Eduardo Spiegeler
VOCAL CUARTO:	Br. Juan Pablo Nájera
VOCAL QUINTO:	Br. Luz Francisca García

ASESORES:

LIC. CARLOS SAAVEDRA V.

LIC. OSCAR IVANOV FLORES R.

LIC. JULIO PONCE.

## TESIS QUE DEDICO

A DIOS Y LA VIRGEN MARÍA	Por ser guía espiritual de mi vida y permitirme llegar a la culminación de mis estudios universitarios.
A MI MAMÁ	Por su ayuda, sacrificios y amor incomparable durante toda mi vida.
A MI PAPÁ	Por su apoyo moral.
A MI HERMANO	Por ser ejemplo incomparable, amor y comprensión.
A MI TÍA	Por ser ejemplo, estímulo, apoyo, y fuente de amor.
A MIS TÍOS	Por su ayuda, y apoyo moral.
A MI SOBRINA	Por ser un estímulo para servirle de ejemplo.
A MI CUÑADA	Por su amistad y cariño.
A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN	Por lo que compartimos y estar siempre a mi lado

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS**

**A MIS PADRES, HERMANO Y TÍA- MAMI**

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**A LA ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**A MIS ASESORES**

**A OSCAR IVANOV FLORES**, Por su valiosa ayuda, conocimientos, amistad y paciencia brindada en la realización de este estudio, así como en mi vida profesional.

**A MIS CATEDRÁTICOS**

**AL Lic. Luis Corado y Lic. Aldo Azzari.**

**A LOS DOCENTES DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL NOR-ORIENTE**

**A MIS AMIGOS**, Claudia Blanco, María Nivea Aguirre, Vania Solares, Miroslava Calderón, Paty Guerra, Lorena Pérez, Henry Ozaeta, Vinicio Alvarez, Luis Leonardo, Erick Castillo, Carol Zea, Adolfo Payes, Rodolfo Galicia, Bety Samayoa, Dorita Mateo, Genesis Orellana, .

**A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE COLABORARON  
DESINTERESADAMENTE PARA HACER POSIBLE LA CULMINACIÓN DEL  
PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

**A TODOS, MUCHAS GRACIAS.**

# INDICE

- I. [INTRODUCCIÓN](#)
- II. [HIPÓTESIS](#)
- III. [OBJETIVOS](#)
  - 3.1 [General](#)
  - 3.2 [Específicos](#)
- IV. [REVISION DE LITERATURA](#)
  - 4.1 [Composición química de la fitasa](#)
  - 4.2 [Estudios del uso de fitasa para aves](#)
    - 4.2.1 [Efecto de la fitasa microbiana sobre la digestibilidad y crecimiento en pollos de engorde](#)
    - 4.2.2 [Fitasa microbiana y su efecto en la biodisponibilidad de lisina, aminoácidos azufrados totales y energía metabolizable en pollos de engorde](#)
      - 4.2.2.a [Aminoácidos Azufrados Totales \(TSAA\)](#)
      - 4.2.2.b [Energía metabolizable](#)
    - 4.2.3 [Fitasa y rendimiento de pollos de engorde](#)
- V. [MATERIALES Y MÉTODOS](#)
  - 5.1 [Localización](#)
  - 5.2 [Materiales](#)
  - 5.3 [Manejo del experimento](#)
    - 5.3.1 [Elaboración del alimento](#)
    - 5.3.2 [Manejo de las Unidades Experimentales](#)
  - 5.4 [Tratamientos y variables evaluadas](#)
  - 5.5 [Diseño del experimento](#)

5.6 [Análisis económico](#)

VI. [RESULTADOS Y DISCUSIÓN](#)

6.1 [Análisis Bromatológico](#)

6.1.1 [Calidad de los recursos alimenticios](#)

6.2 [Consumo de alimento](#)

6.3 [Ganancia de peso](#)

6.4 [Conversión alimenticia](#)

6.5 [Análisis económico](#)

VII. [CONCLUSIONES](#)

VIII. [RECOMENDACIONES](#)

IX. [RESUMEN](#)

X. [BIBLIOGRAFIA](#)

XI. [ANEXO](#)

## ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICAS

Cuadro 1. Contenidos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno, fibra cruda y cenizas de las dietas ofrecidas durante el período de inicio y finalización utilizados en el estudio de campo.

Cuadro 2. Efecto de la inclusión de tres niveles de fitasa en dietas balanceadas para pollo de engorde sobre el consumo voluntario de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

Gráfica 1. Efecto de los niveles de fitasa sobre el consumo acumulado en pollo de engorde.

Gráfica 2. Efecto de los niveles de fitasa sobre la conversión alimenticia en pollo de engorde.

Cuadro 3. Resumen de ingresos brutos y costos del alimento de los diferentes tratamientos.

Cuadro 4. Índice de rentabilidad.

Gráfica 3. Efecto de los niveles de fitasa sobre el IOR.

## I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala en el año 2000, según la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI), se obtuvo una producción de pollo de engorde de 96.5 millones, con un peso promedio de 1.5 kg, por lo que formó parte del Producto Interno Bruto (PIB) en un 2%. Para ese mismo año se estimó un consumo per capita de 12.3 kg de pollo al año; en comparación a otros años el consumo ha ido aumentando paulatinamente.<sup>1</sup>

Los principales ingredientes de las dietas comerciales para aves en Centroamérica son los granos y las semillas de oleaginosas. La mayor parte de fósforo en el maíz, harina de soya y subproductos de cereales se encuentra en forma de fitatos o sales de ácido fítico (Congreso Nacional de Porcinocultura, 2000.).

El fósforo fítico no es aprovechado por el ave, ya que este carece de la enzima necesaria (fitasa) para liberar este nutrimento de los fitatos. De hecho sólo el 15% del fósforo de una dieta típica de maíz y soya está disponible para el ave (Jongbloed y Mroz, 1999).

Desde hace 50 años se sabe que la fitasa vegetal tiene la facultad de hidrolizar el fitato y se ha demostrado claramente su efectividad para mejorar la eficiencia de utilización del fósforo en aves; la mayoría de granos tiene una actividad de fitasa muy baja, contrario a la fitasa microbiana producida por el hongo *Aspergillus* que actúa en un pH que varía de 2.5 a 5.5 (Jongbloed y Mroz, 1999).

Por lo anterior, el propósito de este trabajo fue evaluar el efecto de 3 niveles de fitasa sobre consumo de alimento, la ganancia de peso y conversión alimenticia en pollos de engorde.

---

<sup>1</sup> Hoffman, E. 2000. Estadísticas de producción y consumo per capita de pollo de engorde. Guatemala. ANAVI. (comunicación personal).

## **II. HIPÓTESIS**

“La utilización de diferentes niveles de fitasa en la dieta no afecta la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos de engorde”.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1 General:**

- Evaluar el uso de enzimas digestivas en la nutrición de aves.

#### **3.2 Específicos:**

- Evaluar el efecto de 3 niveles de inclusión de fitasa (300, 600, 900 unidades formadoras de fitasa, FTU) en la dieta sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos de engorde.
- Evaluar económicamente los tratamientos a través del índice de rentabilidad Ingalls-Ortíz (IOR).

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 COMPOSICION QUIMICA DE LA FITASA

El nombre químico para el fitato es myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakisfosfato. Consiste en un núcleo de inositol con 6 fosfatos radicales. El fósforo fítico no puede ser utilizado adecuadamente por la falta de la enzima digestiva fitasa la cual es requerida para remover los grupos ortho-fosfato de grupos orgánicos, para que el fósforo sea absorbido. Los microorganismos en la parte posterior de los intestinos de las aves, producen un poco de fitasa, pero el desprendimiento de fósforo en esta parte del intestino es de poco valor para el animal por la pobre absorción de fósforo del intestino grueso (BASF, s.f., 2).

Estudios realizados en los últimos 15 años demuestran que los monogástricos pueden utilizar alrededor de un 10-12% de fósforo contenido en el maíz y un 15% en dietas a base de soya (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1971).

Esto significa, que alrededor del 10-15% del fósforo suplementado en dietas a base de maíz y soya está disponible para las aves. A consecuencia, las dietas deben ser suplementadas con fuentes de mayor disponibilidad de fósforo, como el fósforo inorgánico (p.e. fosfato dicálcico, fosfato defluorinado) o proveniente de productos animales. Sin embargo con estas dietas entre el 65 –75% del fósforo total es excretado en las heces (IMPROVING PHOSPHORUS, 1997).

La fitasa utilizada en la mayoría de los estudios para dietas en monogástricos es proveniente del *Aspergillus*, el cual produce 3-fitases una fosfomonoesterasas no específicas (pertenecientes al grupo de los ácidos fosfóricos), catalizando la desfosforilación del myoinositol hexakisfosfato (fitato) de una mejor manera, produciendo ortho-fosfato, el cual puede ser absorbido por el animal (BASF, s.f., 2).

## 4.2 ESTUDIOS DEL USO DE FITASA EN DIETAS PARA AVES

### 4.2.1 Efecto de la fitasa microbiana sobre la digestibilidad y crecimiento en pollos de engorde.

Un experimento, se realizó para determinar el efecto de la adición de fitasa microbiana a dietas para pollos a base de maíz y pasta de soya sobre el crecimiento, así como la digestibilidad de aminoácidos en pollos. En este experimento las aves fueron asignadas a cuatro tratamientos, diez repeticiones con 4 aves por repetición en un diseño completamente al azar. En los tratamientos se variaron el calcio (Ca) y el fósforo aprovechable (Pa), siendo estos los siguientes:

- a) Dieta de maíz y pasta de soya (0.90% Ca, 0.35% Pa)
- b) Dieta "a" con niveles reducidos en Ca y P (0.80% Ca, 0.25%Pa)
- c) Dieta "a" con 600 FTU/kg de alimento.
- d) Dieta "b" con 600 FTU/kg de alimento.

Comparando con la dieta control, ("a") la reducción en la concentración de Ca y P en la dieta (dieta b) disminuyó la ganancia, el consumo de alimento, así como la eficiencia ( $P < 0.07$ ). La adición de fitasa microbiana a la dieta control no mejoró la digestibilidad de aminoácidos, pero la reducción en la concentración de Ca y Pa en la dieta incrementó la digestibilidad de la histidina ( $p < 0.04$ ). La combinación de la reducción en el nivel de Ca y Pa y la adición de la fitasa microbiana incrementó la digestibilidad de la lisina, isoleucina y leucina ( $P < 0.09$ ) (AVANCES EN LA INVESTIGACIÓN Y USO DE NATUPHOS, 2000).

### 4.2.2 Fitasa microbiana y su efecto en la biodisponibilidad de lisina, aminoácidos azufrados totales y energía metabolizable en pollos de engorde

Se realizaron 4 experimentos de tasa de liberación para determinar el efecto de la fitasa microbiana en la biodisponibilidad de lisina. Los primeros dos

experimentos se realizaron para determinar la biodisponibilidad de la lisina en dietas conteniendo fitasa microbiana y niveles adecuados de calcio (Ca) y fósforo aprovechable (Pa) (1.0% Ca y 0.5% de Pa) e inadecuados (0.9% Ca y 0.4% de Pa). En cada experimento, 210 aves de una estirpe comercial se asignaron a siete tratamientos con seis repeticiones de cinco pollos por repetición. Las dietas estuvieron hechas a base de maíz y pasta de soya, las cuales fueron adecuadas en todos los nutrimentos excepto en Ca y Pa. Las dietas prueba fueron:

- 1) 0.8% de lisina, 1.0% Ca y 0.5% Pa + 600 FTU;
- 2) 0.8% de lisina, 0.9% Ca y 0.4% Pa + 600 FTU; y
- 3) 0.8% lisina, 0.9% Ca y 0.4% Pa sin adición de fitasa.

Las estimaciones de ganancia y eficiencia alimenticia indican que la fitasa proporcionó 0.021% de lisina en la dieta cuyos contenidos eran 1.0% Ca, 0.5% Pa (dieta 1), y 0.023 de lisina en la dieta con 0.9% Ca y 0.04% Pa (dieta 2). La dieta 3 en el experimento 2 no se aumentó la liberación de lisina, ni la eficiencia alimenticia, así como la ganancia de peso.

Dos trabajos adicionales se realizaron para determinar el efecto de incrementar las unidades de actividad enzimática de la fitasa en la biodisponibilidad de lisina. Las dietas prueba fueron 1) 200; 2) 400; 3) 600 FTU. El Ca y el Pa fueron reducidos en las dietas de prueba al considerar la cantidad de cada uno de esos nutrimentos que en promedio se liberan al utilizar fitasa. Una regresión lineal múltiple de ganancia diaria de peso por consumo de lisina, y por otro lado eficiencia alimenticia por nivel de lisina en la dieta, se realizaron para obtener las estimaciones del valor de la fitasa para aumentar la biodisponibilidad de la lisina al aumentar el nivel de fitasa en las dietas. El tipo de comportamiento observado que se encontró en la curva de respuesta de las dietas con la adición de fitasa fué de tipo lineal y cuadrático (BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 2000).

#### 4.2.2.a Aminoácidos Azufrados Totales (TSAA)

Se evaluó el uso de adicionar 600 FTU sobre la biodisponibilidad de aminoácidos azufrados, se utilizaron 140 pollos de estirpe comercial, los cuales fueron asignados a cuatro tratamientos con siete repeticiones de cinco pollos cada repetición, la duración del experimento fué de los 5 a los 14 días de nacidos de los pollos. Las dietas fueron hechas a base de maíz y pasta de soya. La dieta base fue formulada a 0.55% de TSAA en base a aminoácidos digestibles verdaderos. La dieta prueba tuvo un 0.55% de TSAA más 600 FTU y 0.9% Ca y 0.35% de Pa. Una regresión lineal múltiple para la ganancia de peso diario y el consumo TSAA, y otra para la eficiencia alimenticia y el nivel de TSAA en la dieta se realizó para obtener estimaciones de como el valor de la fitasa para incrementar la biodisponibilidad de TSAA.

El promedio de las estimaciones de ganancia y eficiencia alimenticia indican que la fitasa proporciona 0.0255% de TSAA en la dieta. La adición de 600 FTU incrementaron la eficiencia alimenticia en 3.8% ( $P < 0.10$ ) (BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 2000).

#### 4.2.2.b Energía metabolizable

Se realizaron dos experimentos para determinar el efecto de la fitasa en la biodisponibilidad de la energía en dietas a base de maíz y pasta de soya para pollos. Las dietas fueron adecuadas en todos los nutrimentos con excepción de la energía metabolizable. En el primer experimento 120 pollos de engorda de estirpe comercial se asignaron a cuatro tratamientos con seis repeticiones de cinco pollos cada una. Los tratamientos fueron tres concentraciones de energía metabolizable (EM) para formar una curva standard (2917, 2972, y 3027 Kcal/kg) al incrementar el aceite de maíz en la dieta. Las dietas en la curva standard contenían 1.0% de Ca y 0.45% Pa. La fitasa (600 FTU) fue adicionada y el Ca y aP se disminuyeron en la dieta prueba en 0.1%. En el segundo experimento 60 pollitos se utilizaron y el nivel de energía

metabolizable 2972 Kcal/kg en la curva standard fue omitido. Una regresión lineal múltiple del promedio de ganancia diaria y de la eficiencia alimenticia con el nivel de EM en la dieta se realizó para estimar el valor de la fitasa y de como afecta la biodisponibilidad de la energía. En el experimento 1, la fitasa proporcionó el equivalente de 81 y 69 Kcal de EM/kg de alimento basado en la ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia respectivamente. En el experimento 2, la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia proporcionó el equivalente a 0.4 y 32 Kcal/kg respectivamente. El promedio de ambos experimentos y las estimaciones hechas a partir de la ganancia de peso diaria y la eficiencia alimenticia sugieren que 600 FTU de fitasa proporcionan 46 Kcal de EM/kg de alimento (Johnston y Southern, s.f.).

#### 4.2.2.c Fitasas y rendimiento de pollos de engorde

Se han realizado experimentos para determinar el rendimiento de pollos de engorde y la excreción de fósforo con la presencia de la fitasa en el alimento. En un experimento realizado en 1998, se evaluó el efecto de la fitasa microbiana en el rendimiento de 50 pollos de engorde de una estirpe comercial, donde los tratamientos quedaron así: 500FTU/kg sustituyendo 0.1 % de Ca y P.

El peso corporal y el consumo alimenticio fueron determinados a los 21, 42 y 49 días de edad. La adición de fitasa no tuvo efecto a los 21 y 42 días de edad pero a los 49 días de edad, el peso corporal se incrementó (4%) significativamente comparado con la dieta control. La conversión alimenticia no tuvo ninguna diferencia significativa (AVANCES EN LA INVESTIGACION Y USO DE NATUPHOS, 2000).

Todos estos experimentos han indicado que además del Pa y el Ca, la aplicación de fitasa a las dietas de aves incrementa la disponibilidad de aminoácidos y energía, así como también se mejora la eficiencia alimenticia y la ganancia diaria de peso.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 5.1 LOCALIZACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ubicada en la ciudad universitaria zona 12 de esta capital, la cual se encuentra dentro de la Zona de vida “Bosque Húmedo Subtropical Templado” a una altura de 1550 msnm, 20 a 26°C de temperatura anual y una precipitación pluvial entre 1100 a 1345 mm/año, distribuidos de mayo a noviembre. La humedad relativa media anual es de 78%. (Cruz, 1982).

### 5.2 MATERIALES

Para la realización del presente estudio se utilizó el siguiente material:

- ❑ Galera experimental la cual cuenta con tramos experimentales de 1m<sup>2</sup> cada uno (4 filas y 4 columnas).
- ❑ 200 pollos (machos) de un día de edad de la variedad Arbor Acres, procedentes de un mismo lote de producción.
- ❑ 909 kg de alimento balanceado para pollos de engorde.
- ❑ Comederos de tolva y bebederos de pomo.
- ❑ Vacunas (New Castle Cepa la Sota y Gumboro).
- ❑ 1 báscula de reloj.
- ❑ Desinfectantes.

- Cascarilla de arroz.
  
- Cortinas de tela de manta.

### **5.3 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **5.3.1 Elaboración del alimento**

Se formularon las dietas para pollo de engorde, (iniciación y finalización) con soya y maíz como ingredientes básicos, la fitasa se agregó a la premezcla de vitaminas, aminoácidos y minerales, según los niveles acordados en los tratamientos.

El alimento fue elaborado en una empresa de concentrados, la cual mezcló los diferentes concentrados de acuerdo a las diferentes fórmulas para cada tratamiento evaluado.

Para la formulación de las dietas se utilizó el programa de cómputo Brill (programa de balanceo por mínimo costo), donde el producto comercial que contiene la fitasa se incluyó como un ingrediente, considerando el aporte de nutrimentos que sugiere la matriz de la casa comercial.

#### **5.3.2 Manejo de las Unidades Experimentales**

Previo al traslado de los pollos a la galera experimental, se procedió a la limpieza y desinfección, tanto de la galera experimental como del equipo a utilizar. Se utilizó cascarilla de arroz como cama y sobre ella se colocaron 200 aves de un día de nacidos en los tramos experimentales, de acuerdo al diseño experimental, brindándoles calor por medio de campanas de gas y controlando la ventilación por medio del uso de cortinas, la alimentación que se les brindó durante la primer semana fue un alimento comercial. Al iniciar la segunda semana se dividieron en los

diferentes tratamientos y repeticiones, teniendo un total de 20 unidades experimentales, contando cada unidad experimental con 10 pollos. Los pollos que representaron cada unidad experimental se pesaron el primer día y posteriormente cada semana, para tener control de la ganancia de peso. Se midió a diario el consumo de alimento por unidad experimental.

El plan profiláctico fue el siguiente:

Día 1	En Incubadora: New Castle + Bronquitis Infecciosa
Día 8	Gumboro al pico
Día 9	New Castle al ojo
Día 18	Gumboro al pico

#### **5.4 TRATAMIENTOS Y VARIABLES EVALUADAS**

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1	0 FTU de fitasa
Tratamiento 2	300 FTU/kg de alimento
Tratamiento 3	600 FTU/kg de alimento
Tratamiento 4	900 FTU/kg de alimento

Las variables medidas fueron:

- Peso inicial y semanal (g/ave)
- Consumo de alimento (g/ave/día)

Las variables evaluadas fueron:

- Ganancia de peso total (g/animal)
- Consumo de alimento total (g/animal/día)
- Conversión alimenticia (g de alimento/g de ganancia de peso)

## 5.5 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Para el presente estudio, se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental fue de 10 pollos.

El modelo estadístico a utilizar fue el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i * E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta para la  $ij$ -ésima unidad experimental

$M$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

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

Los valores obtenidos para cada una de las variables a evaluar fueron sometidos a un análisis de varianza, al existir diferencias estadísticas significativas se realizaron pruebas de tendencias con polinomios ortogonales y análisis de regresión.

## **5.6 ANÁLISIS ECONÓMICO**

La evaluación económica de los resultados se realizó a través del índice de rentabilidad, utilizando para ello un análisis de ingreso bruto y costo del alimento para cada uno de los tratamientos, según la metodología propuesta por Ingalls-Ortíz (1997), el IOR se plantea como un complemento en el análisis económico de los ciclos productivos que permite comparar la eficiencia económica entre parvadas.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

#### 6.1.1 Calidad de los recursos alimenticios

En el Cuadro 1 se presenta la composición nutricional de las dietas de inicio y finalización ofrecidas, en términos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), fibra cruda (FC), y cenizas.

**Cuadro 1.** Contenidos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno fibra cruda y cenizas de las dietas ofrecidas durante el período de inicio y finalización utilizados en el estudio de campo.

ALIMENTO	MS % <sup>1</sup>	PC % <sup>1</sup>	EE % <sup>1</sup>	ELN % <sup>1</sup>	F.C. <sup>1</sup>	CENIZAS % <sup>1</sup>
Inicio 0 FTU	87.46	20.06	7.29	60.09	5.45	7.1
Inicio 300 FTU	82.77	18.38	6.27	62.98	5.51	6.86
Inicio 600 FTU	84.42	17.9	6.62	62.98	5.41	7.35
Inicio 900 FTU	87.37	16.69	10.54	59.74	5.47	7.56
Finalizador 0 FTU	88.69	20.49	10.78	57.19	5.66	5.88
Finalizador 300 FTU	87.63	18.75	8.84	62.26	5.21	4.94
Finalizador 600 FTU	87.59	20.1	9.24	59.61	5.23	5.82
Finalizador 900 FTU	85.52	22.84	12.53	53.06	5.40	6.16

<sup>1</sup>Análisis realizados en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala, (2002).

Como se muestra en el Cuadro 1, los valores de proteína cruda tienen una tendencia a disminuir conforme se incrementa el nivel de fitasa en el alimento de inicio no así en el alimento finalizador también tienden a disminuir los porcentajes de proteína cruda aunque en el tratamiento con mayores niveles de fitasa incrementa en

comparación a los demás tratamientos. La tendencia a disminuir de la proteína cruda es debido a que conforme se incrementa la inclusión de fitasa en el alimento, existe una mayor liberación de proteína ligada a los fitatos que contienen los granos y semillas de oleaginosas (maíz y soya).(BASF, 2., s.f.).

En lo que respecta al extracto etéreo (grasa) para el alimento de inicio y finalización, los porcentajes contenidos en el alimento disminuyen conforme aumenta el nivel de fitasa aunque en el nivel más alto (900 FTU) tiende a aumentar. Según Basf 2, (s.f.), conforme se aumenta el contenido de sorgo, se tiene la tendencia a liberar mucho más contenido de energía que está ligado a los fitatos contenidos en la dieta formulada, como se puede observar en el Anexo 1 el contenido de sorgo va aumentando en las dietas conforme se incrementa el nivel de fitasa de los diferentes tratamientos.

**Cuadro 2.** Efecto de la inclusión de tres niveles de fitasa en dietas balanceadas para pollo de engorde sobre el consumo voluntario de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia.

VARIABLES RESPUESTA	TRATAMIENTOS				SIGNIFICANCIA	
	0 FTU	300 FTU	600 FTU	900 FTU	MODELO	TENDENCIA
Consumo de alimento (g/ animal)	4294.9	4102.2	4027.8	3946.1	*	L (**)
						C (NS)
Ganancia de peso (g/animal)	2023	2073.7	2068.7	2081.7	NS	L (NS)
						C (NS)
Conversión alimenticia (g alimento/g ganancia peso)	2.121	1.977	1.948	1.891	*	L (**)
						C (NS)

\* Significativo (P < 0.05)

L = Lineal

\*\* Altamente significativo (P < 0.01)

C = Cuadrático

NS= No significativo

## 6.2 CONSUMO DE ALIMENTO

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 2 se detectaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). La prueba de tendencias con polinomios ortogonales reportó un efecto lineal ( $P < 0.05$ ) de los niveles de fitasa sobre el consumo de alimento.

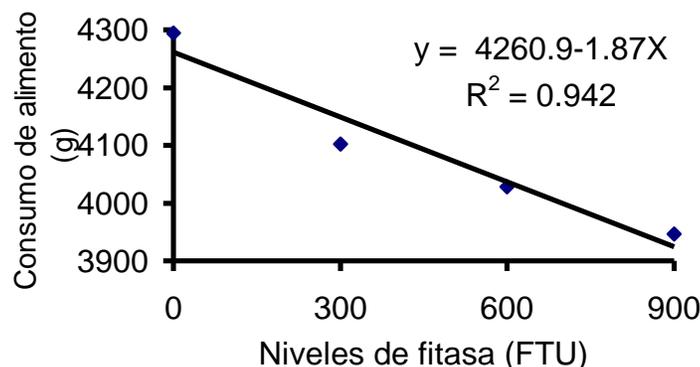
La regresión entre niveles de fitasa y consumo de alimento fue significativa ( $P < 0.05$ ) y la ecuación se presenta en la Gráfica 1.

De acuerdo a los resultados anteriores, el consumo de alimento de las aves evaluadas disminuyó 8.12 % entre el tratamiento 0 y el que contenía 900 FTU, esto indicando que conforme se incrementó el nivel de fitasa en la dieta, disminuye el consumo de alimento. Esto tiene concordancia con estudios anteriores realizados por Johnston y Southern (s.f.), (2000).

Por otro lado Johnston y Southern (s.f.) reportan que se obtienen menores consumos de alimento ( $P < 0.07$ ) al utilizar niveles altos de fitasa (600 FTU) en la dieta de pollos de engorde.

Huff *et al* (1998) citado en Basf (3), (2000) encontró diferencias ( $P < 0.05$ ) al evaluar fitasa (500 FTU) con respecto a un tratamiento sin enzima. El consumo fue un 2.5% menor para el tratamiento sin enzima.

**GRÁFICA 1.** Efecto de los niveles de fitasa sobre el consumo acumulado en pollo de engorde.



### 6.3 GANANCIA DE PESO

El análisis de varianza, realizado para la variable ganancia de peso, no detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. (Cuadro 2.)

Los resultados anteriores muestran que la inclusión de diferentes niveles de fitasa en dietas balanceadas para aves de engorde no afectó la ganancia de peso, coincidiendo con los datos reportados por Basf (1), (2000) donde varios autores reportan no encontrar diferencias estadísticas significativas utilizando niveles crecientes de fitasa en dietas para aves de engorde.

Sims *et al*, (1999) citado en Basf (3), (2000) no encontraron diferencias significativas entre el grupo testigo y donde se suplementó fitasa (600 FTU). De igual forma Cachaldora *et al* (s.f.) citado en Poultry Science (2000) reportan que no existieron diferencias entre el grupo testigo y los grupos donde suplementaron fitasa (200, 400 y 600 FTU).

### 6.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

De acuerdo a los resultados presentados en el Cuadro 2 se detectó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ). La prueba de tendencias con polinomios ortogonales reportó un efecto lineal ( $P < 0.05$ ) de los niveles de fitasa sobre la conversión alimenticia.

La regresión entre niveles de fitasa y la conversión de alimento fue significativa ( $P < 0.05$ ) y la ecuación se presenta en la Gráfica 2.

De acuerdo a los resultados anteriores, la conversión alimenticia de las aves evaluadas varió 10.84 % entre el tratamiento testigo y el que tiene 900 FTU, indicando que al incrementar el nivel de fitasa en la dieta se mejoró la eficiencia de conversión alimenticia. Esto coincide con estudios anteriores realizados por Johnston y Southern (s.f.), donde indican que al utilizar inclusión de fitasa en niveles

de 600 FTU se mejora la conversión alimenticia en un 3.8% en comparación a dietas que no contienen fitasa.

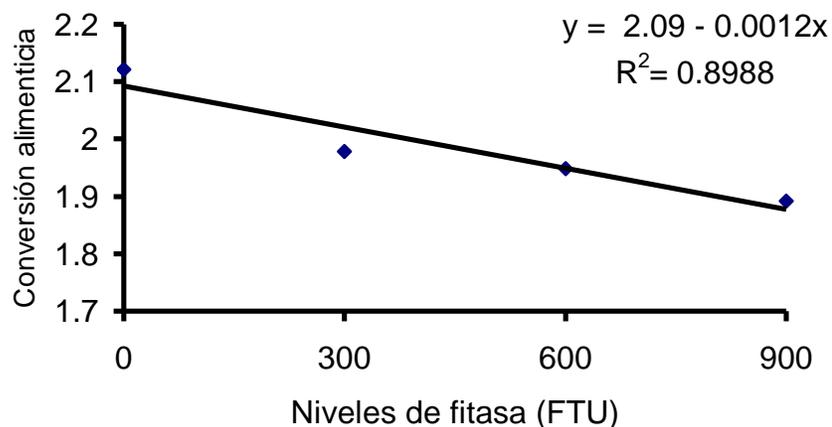
Basf (1), (2000) sin embargo, reporta que al utilizar niveles de 200 y 400 FTU de fitasa no se mejora la conversión alimenticia.

Cachaldora *et al* (s.f.) citado en Poultry Science (2000) reporta haber encontrado diferencias ( $P < 0.05$ ) en la conversión alimenticia entre tratamientos con fitasa (500 FTU) y el control que no contenía la enzima, siendo la diferencia de 4.2 % entre tratamientos.

Sims *et al* (1999) citado en Basf (3), (2000) también indica que la conversión alimenticia se mejora 2.3 % al utilizar fitasa en un nivel de 600 FTU contra un tratamiento que no contiene fitasa.

Basf (2), (2000) sugiere que la enzima digestiva fitasa no solo mejora la utilización de fósforo fítico sino que también ayuda a la liberación de nutrientes tales como proteína, aminoácidos y energía metabolizable por lo tanto mejora el consumo alimenticio y la conversión alimenticia (2, 10, 11).

**Gráfica 2.** Efecto de los niveles de fitasa sobre la conversión alimenticia en pollo de engorde.



## 6.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se consideraron los costos directos atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivaron de la venta de las aves al final del experimento como se describe en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Resumen de ingresos brutos y costos del alimento de los diferentes tratamientos .

Indicador Económico	TRATAMIENTOS			
	0 FTU	300 FTU	600 FTU	900 FTU
Peso final prom. (kg)	101.14	103.69	103.44	104.09
Precio kg en pie (Q.)	9.02	9.02	9.02	9.02
Ingreso Bruto (Q.)	912	935	933	938.50
Alimento consumido (kg)	214.71	205.11	201.39	197.31
Alimento rechazado (kg)	4.29	4.10	4.03	3.95
Alimento utilizado (kg)	219	209.21	205.42	201.26
Costo total alimento (Q.)	424.51	398.90	379.38	365.32

En el cuadro 4 se muestra el índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (IOR) como un parámetro que mide la eficiencia económica de cada tratamiento. Por medio del mismo pudo determinarse que el tratamiento con 900 FTU fue el que mejor rendimiento económico presentó obteniendo la mayor utilidad contable en el ciclo productivo.

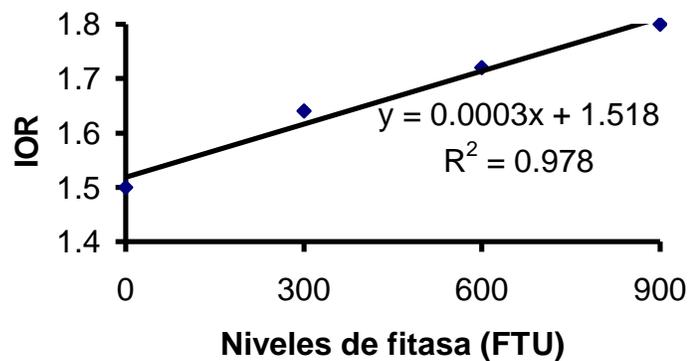
#### Cuadro 4. Índice de rentabilidad

Indicador Económico	0 FTU	300 FTU	600 FTU	900 FTU
Ingreso Bruto	912	935	933	938.5
Costo Alimento	424.5	398.9	379.38	365.32
Factor de Ajuste*	1.43	1.43	1.43	1.43
Indice IOR **	1.50	1.64	1.72	1.80

\*Factor de ajuste=  $100/70$ , donde 70 representa el costo de alimento en relación a los costos totales.

\*\*  $\text{Ingreso Bruto}/(\text{Costo alimento})(\text{Ajuste})$

**Gráfica 3.** Efecto de los niveles de fitasa sobre el IOR.



Como se puede observar al realizar una regresión sobre el IOR para los tratamientos evaluados, se tuvo un aumento lineal y significativo ( $P < 0.05$ ) a medida que se aumentaron los niveles de fitasa por lo que se puede concluir que para el presente trabajo niveles de hasta 900 FTU rendirá una mayor utilidad contable del ciclo productivo.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó el presente trabajo se concluye qué:

- No se detectaron diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso en pollos de engorde, que recibieron diferentes niveles de fitasa en dietas balanceadas.
- Al incrementar la inclusión de fitasa en dietas balanceadas para pollos de engorde se mejoró el consumo de alimento así como también la eficiencia de conversión alimenticia.
- El tratamiento que ofreció mejores beneficios económicos expresada como índice de rentabilidad Ingalls-Ortíz fue el de 900 FTU suministrado en dietas balanceadas para pollos de engorde.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda utilizar fitasa en dietas para aves de engorde en niveles de hasta 900 FTU/ kg de alimento.
- Evaluar el uso de fitasa en otras especies de monogástricas de interés zootécnico.
- Realizar investigaciones que proporcionen información de la forma más adecuada de determinar la energía metabolizable en aves, de acuerdo a los condiciones de nuestro país.

## IX. RESUMEN

**LÓPEZ T, B.G. 2003.** Evaluación de tres niveles de fitasa en dietas balanceadas para pollo de engorde. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 29p.

**Palabras claves:** Pollos, Fitasa, FTU, Ganancia de peso, Consumo de alimento, Conversión alimenticia, Índice de Rentabilidad Ingalls-Ortíz.

Con el propósito de conocer la eficiencia productiva del pollo de engorde durante sus 6 semanas de vida, se realizó el presente estudio cuyo objetivo fue determinar el efecto de la inclusión de tres niveles de fitasa en dietas balanceadas sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, así como también su rentabilidad por medio del índice Ingalls-Ortíz.

Se utilizaron 200 pollos de la raza Arbor Acres de un día de nacidos provenientes de un mismo lote de producción. El estudio se realizó en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala, en la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado.

El diseño utilizado fue completamente al azar para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, siendo analizadas las variables con un análisis de varianza, al existir diferencia estadística significativa se realizó un análisis de tendencia con polinomios ortogonales y regresión. La unidad experimental contó con 10 aves.

Los tratamientos evaluados fueron Alimento 0 FTU (tratamiento testigo), 300 FTU/kg de alimento (tratamiento dos), 600 FTU/ kg de alimento (tratamiento tres), 900 FTU/kg de alimento (tratamiento cuatro). A cada tratamiento se le

brindó alimento a libre acceso y las dietas fueron balanceadas de acuerdo a cada una de las etapas (inicio: 1-3 semanas, finalización: 4-6 semanas).

Los resultados obtenidos demuestran que la inclusión de fitasa con niveles de hasta 900 FTU/kg de alimento muestran mejoras significativas ( $p < 0.05$ ) en el consumo de alimento así como la conversión alimenticia de las aves que recibieron los tratamientos.

Desde el punto de vista económico el tratamiento 4 (900 FTU/kg de alimento) obtuvo la mayor rentabilidad expresada como índice Ingalls-Ortíz debido a que obtuvo el mayor ingreso bruto y el menor costo de alimento total.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente estudio desde el punto de vista económico y biológico se recomienda el uso de fitasa con un nivel de hasta 900 FTU/ kg de alimento para pollos de engorde, así como también realizar evaluaciones en especies monogástricas de interés zootécnico.

## X. BIBLIOGRAFIA

1. AVANCES EN LA INVESTIGACION Y USO DE NATUPHOS® (2000, México, D.F.). 2000. Efecto de la fitasa microbiana sobre la digestibilidad y crecimiento en pollos de engorda. México, D.F., BASF. P.4-6.
2. BASF. s.f. La clave natural para un mayor rendimiento. natuphos. (Disco Compacto). Alemania, BASF, 1CD-ROM. [7 min], son.
3. BASF TECHNICAL SYMPOSIUM (2000, EE.UU.). 2000. Phosphorus as an essential nutrient anti-nutritional factor and environmental pollutant. BASF. EE.UU., BASF. p. 7-11.
4. CACHALDORA, P. *et al.* 2000. Influence of microbial phytase on bone ash and performance of broilers. *In* POULTRY SCIENCE. ANNUAL MEETING ABSTRACTS. (89., 2000, Montreal, Can.). 2000 Influence of microbial.... Montreal, Can., Poultry Science Association. p.21.
5. CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo ). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México, 79 p.
6. CONGRESO NACIONAL DE PORCINOCULTURA (11, 2000, Gua.). 2000. Utilización de fitasa microbiana en nutrición porcina. Ed. por Mario López. Guatemala, APOGUA GRETECEG. p.23-36.
7. CRUZ S.J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, MAGA. 42p.
8. FORMULAS FOR feed and forage analysis calculations. 1996. Clemson, University. 5p. Tomado de Internet:  
<http://www.clemson.edu/agsrvlb/Feed%20formulas.txt>.
9. IMPROVING PHOSPHORUS utilization in soybean meal through phytase gene engineering. 1997. Phytate is the major storage form of phosphorus in soybean seeds. Tomado de internet:  
<http://www.biotech.vt.edu/plants/grabau/projects.html-size13K-24-feb-97-english>.
10. JOHNSTON, S.L.; SOUTHERN, L.L. s.f. The effect of phytase addition on metabolizable energy in diets for chicks. *In* POULTRY SCIENCE. ANNUAL MEETING ABSTRACTS. (89., 2000, Montreal, Can.). 2000 The effect of phytase.... Montreal, Can., Poultry Science Association. P.93.

11. JONGBLOED, A.; MROZ, Z. 1999. Influence of phytase on the availability of phosphorus, protein and energy in swine. In LOPEZ CORDÓN, M. 2000. Utilización de fitasa microbiana en nutrición porcina. Guatemala, Apogua.
12. LA ALIMENTACION de los pollos. s.f. ULPGC, Espana. 10p. Tomado de internet:  
<http://www4.ulpgc.es/departamentos/animal/nutricion/tema19.htm#arriba>
13. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1971. Nutrient requeriments of poultry. 6ed. EE.UU. National academy of sciences. 54p
14. ORTÍZ, A. et al. 1997. Evaluación de la productividad y la utiltlidad contable en pollo de engorda en México. México Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 5p. Tomado de Internet:  
<http://www.alpa.org.ve/publicac/archivos./alpa97/SE15.pdf>

## **XI. ANEXOS**



FÓRMULAS Y COMPOSICIÓN TEÓRICA DEL ALIMENTO A UTILIZAR DURANTE EL BIOENSAYO DE EVALUACIÓN DE TRES DIFERENTES NIVELES DE FITASA EN DIETAS BALANCEADAS PARA POLLO DE ENGORDE.

INICIADOR

INGREDIENTE	0 FTU (%)	300 FTU (%)	600 FTU (%)	900 FTU (%)
Maíz	14.35	12.7	13.8	15.1
Sorgo	21.5	24.42	23.25	21.5
Soya Americana	28.85	27.8	27.5	27.25
Harina de carne y hueso	0.6	0.7	0.3	0
Avena Descascarillada	20	20	20	20
Subproductos de ajonjolí	10	10	10	10
Metionina	0.227	0.228	0.229	0.23
Lisina	0.158	0.17	0.165	0.157
Vitaminas	0.2	0.2	0.2	0.2
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05
Sal	0.3	0.3	0.3	0.3
Carbonato de Calcio Fino	0.9	0.9	1.02	1.19
Fosfato	0.44	1.097	0.844	0.58
Melaza	0	0	1.2	2.3
Aceite de Palma	2.3	1.299	1	1
Sulfato de Cobre	0.05	0.05	0.05	0.05
Pigmentos Vegetales	0.075	0.08	0.08	0.075
Fitasa	0	0.006	0.012	0.018

NUTRIENTE	%
Materia Seca	88
Proteína Cruda	21.5
Energía Metabolizable	3000 Kcal/kg.
Grasa	6.5
Fibra	3.0
Calcio	1
Fósforo Disponible	0.50

FINALIZADOR

Ingrediente	0 FTU (%)	300 FTU (%)	600 FTU (%)	900 FTU (%)
Maíz	30.33	34.9	15.66	21.6
Sorgo	30.47	27	49.13	43.383
Soya Americana	28.2	27.8	28.13	29.9
Harina de carne y hueso	5.4	5.866	4.966	3.266
Coccidiostato	0.0499	0.049	0.049	0.049
Metionina	0.199	0.196	0.193	0.199
Vitaminas	0.2	0.2	0.2	0.2
Sal	0.3	0.3	0.3	0.3
Avelut líquido	0.433	0.433	0.433	0.433
Capsantal rojo	0.019	0.019	0.019	0.019
Aceite de palma	2.5	2.33	0	0
Calcio fino	1	0.9	0.908	0.633
Fosfato	0.9	0	0	0
Fitasa	0	0.006	0.012	0.18
Costo/qq (Q.)	88.1	86.66	83.94	82.5

NUTRIENTE	(%)
Materia seca	88
Proteína Cruda	19
Energía Metabolizable	3300Kcal/kg.
Grasa	9.5
Fibra	3.70
Calcio	0.90
Fósforo Disponible	0.42

