

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

**"EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE FITASA SOBRE VARIABLES
PRODUCTIVAS DE GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES"**



GUILLERMO ESTUARDO GODOY MARROQUÍN

GUATEMALA, MAYO 2003

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**"EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE FITASA SOBRE VARIABLES
PRODUCTIVAS DE GALLINAS PONEDORAS COMERCIALES"**



**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

GUILLERMO ESTUARDO GODOY MARROQUÍN

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADEMICO DE:

LICENCIADO EN ZOOTECNIA

GUATEMALA, MAYO 2003

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

DECANO:	Dr. Mario Llerena
SECRETARIO:	Dra. Beatriz Santizo
VOCAL I:	Lic. Carlos Saavedra
VOCAL II:	Dr. Fredy González
VOCAL III:	Lic. Eduardo Spiegel
VOCAL IV:	Br. Juan Pablo Nájera Rosales
VOCAL V:	Br. Luz Francisca García

ASESORES

Lic. Luis Corado
Dra. Beatriz Santizo
Dr. Jorge Luis Noriega

TESIS QUE DEDICO

A DIOS Por regalarme la vida e iluminarme y orientarme espiritualmente como el mejor guía en mi vida.

A LA SANTÍSIMA VIRGEN MARÍA Por atender mis oraciones y hacer realidad el sueño de mis padres.

A MIS PADRES Por ese gran amor y apoyo total, por ser ese ejemplo de lucha y entrega ante todo obstáculo.

A MI HERMANO Por su apoyo y cariño incondicionales.

A MI NOVIA Por amarme y apoyarme de una manera incondicional, sin importarle las circunstancias pero siempre velando por los mejores intereses de mi vida y brindándome valor para todas esas situaciones difíciles.

A MIS ABUELOS En la inmensidad de lo infinito siempre me apoyaron.
(Q.E.P.D.)

A MI TIO Rodolfo por su amistad y ayuda.

A MI CUÑADA Por su cariño y apoyo.

A MIS AMIGOS Gracias por su amistad y compañerismo en especial a Nelson, Tono, Jorge, Daniel, Henry.

A MIS AMIGAS Alejandra y Roxana por brindarme su ayuda y apoyo.

A MIS ASESORES Lic. Luis Corado, Dra. Beatriz Santizo y Dr. Jorge Luis Noriega. Muchas gracias por sus valiosos aportes a cada uno de ustedes, por su paciencia y dedicación en el presente estudio.

A los licenciados Víctor Aguirre, Ronald Rodriguez, Aldo Azzari y Enrique Corzantes: gracias por su colaboración en el presente estudio.

A la Granja Avícola California.

Al claustro de catedráticos y personal administrativo de la Escuela de Zootecnia

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
	3.1 General	3
	3.2 Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
	4.1 Generalidades de las enzimas	4
	4.2 Uso de las enzimas en la nutrición animal	5
	4.3 Fitato	5
	4.4 Uso de fitasa en dietas para aves	6
	4.5 Estudios del uso de fitasa en dietas para aves	7
V.	MATERIALES Y METODOS	9
	5.1 Localización y descripción del área	9
	5.2 Metodología	9
	5.3 Tratamientos evaluados	10
	5.4 Variables evaluadas	11
	5.5 Análisis estadístico	12
	5.6 Análisis económico	13
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
	6.1 Producción de huevo	14
	6.2 Peso del huevo	
	6.3 Consumo de alimento	16
	6.4 Conversión alimenticia	17
	6.5 Peso del ave	17
	6.6 Mortalidad	18
	6.7 Grosor del cascarón	18
	6.8 Huevo roto	19
	6.9 Del Análisis económico	19
VII.	CONCLUSIONES	23
VIII.	RECOMENDACIONES	24
IX.	RESUMEN	25
X.	BIBLIOGRAFÍA	27
XI.	ANEXOS	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos evaluados	10
Cuadro 2. Composición nutricional	11
Cuadro 3. Resultados de la inclusión de fitasa sobre las variables productivas en dietas para gallinas de postura comercial de 25 - 35 semanas de edad	14
Cuadro 4. Ingresos brutos y costos del alimento	20
Cuadro 5. Estructura de costos	21
Cuadro 6. Índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (estimado)	21
Cuadro 7. Índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (calculado)	22

I. INTRODUCCIÓN

La población mundial se ha incrementado en los últimos años lo que ha llevado

a una creciente demanda de alimentos y por ende a una maximización de las explotaciones avícolas, con el objeto de abastecer la población actual y futura.

Con las demandas anteriormente mencionadas también han existido avances genéticos que han conducido a obtener aves cada vez de mayor producción y por ende de mayores exigencias nutricionales.

Es importante alcanzar resultados óptimos en la producción avícola para así optimizar los recursos que en ella se invierten, de esa manera obtendremos un producto a menor costo y a un precio alcanzable al ingreso de la mayoría de la población y que contenga nutrientes de calidad como proteína para la dieta.

Por eso las dietas para aves deben ser formuladas atendiendo una mayor especificidad en el uso de macro y micronutrientes tratando de maximizar su uso. Por lo que deben ser estudiados mecanismos que contribuyan a mejorar la digestión y absorción de nutrientes en el ave. Con la inclusión de fitasa se pretende hacer más eficiente el proceso de aprovechamiento del fósforo de las materias primas de origen vegetal para que así sean mejor utilizados los recursos para hacer un mejor efecto en el comportamiento productivo, para que puedan reducirse costos en la alimentación y que disminuya la contaminación ambiental al minimizar la excreción de fósforo.

Con el propósito de proporcionar una recomendación al productor avícola nacional del nivel adecuado de fitasa se realizó el presente trabajo de investigación.

II. HIPÓTESIS

La inclusión de fitasa en el alimento de gallinas ponedoras comerciales, no altera las variables productivas durante el período crítico de postura.

III. OBJETIVOS

3.1 General Aportar información sobre el uso de enzimas exógenas en la alimentación de gallinas ponedoras comerciales.

3.2 Específicos Determinar el efecto de la inclusión de fitasa en el alimento a a razón de 450 FTU fitasa/kg de alimento sobre la postura, peso del huevo, grosor del cascarón, peso del ave, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y huevo roto en aves de 25 a 35 semanas de edad.

Evaluar económicamente los tratamientos a través del índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz (IOR).

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Según Animal Feed (1996) la alimentación animal se compone en su mayoría de materias primas vegetales, cereales y semillas oleaginosas como la soya son altas en proteínas. Una porción de los nutrientes contenidos en la dieta no pueden ser digeridos en su totalidad y ser utilizados por monogástricos. Sin embargo la utilización y digestión del alimento puede ser incrementado por la adición de enzimas exógenas en la alimentación.

Solís, J.; Zumbado, M. (1999) mencionan que aproximadamente el 70% del fósforo en las materias primas vegetales esta presente como fósforo fítico, el cual es deficientemente utilizado por las aves. La incapacidad para utilizar el fósforo fítico origina problemas de tipo económico y medio ambientales; grandes cantidades de fósforo se eliminan a través de las excretas lo que ocasiona contaminación de lagos y ríos. Otro aspecto relacionado es que los alimentos balanceados se tienen que suplementar con fosfatos inorgánicos, para poder cubrir el requerimiento de fósforo del ave y esto resulta ser costoso. En base a lo anterior una mejora en la utilización del fósforo fítico por el animal reducirá los costos de producción y la contaminación por fósforo.

4.1 Generalidades de las enzimas

Se conoce como enzima a cualquiera de las sustancias que se elaboran en las células vivas y que actúan como catalizadoras de todos los procesos bioquímicos del organismo animal o vegetal. Entre los procesos fisiológicos en que actúan, están la conducción de los impulsos nerviosos, la contracción de los músculos, la coagulación de la sangre, el aprovechamiento de la energía solar en las plantas, entre otras. (Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado, 1979)

Las enzimas se clasifican en exógenas y endógenas según su fuente de

origen. Respecto al criterio de especificidad, el cual es general al referirse al tipo de sustrato en el que actúa. La denominación de una enzima se compone generalmente del nombre del sustrato que es desdoblado por la acción de la enzima, al cual se le añade la terminación "asa".(Enciclopedia Salvat de las Ciencias, 1972)

4.2 Uso de las enzimas en la nutrición animal

La principal razón por la que se utilizan las enzimas exógenas como aditivo alimenticio es porque mejora la eficiencia en la utilización del alimento por el animal, representando esto una disminución en el costo de la alimentación. Para entender el mecanismo de cómo sucede esto es necesario tener una visión clara de las particularidades del funcionamiento del sistema animal en interés, aunado a un conocimiento de las características biológicas de dichas enzimas ya que esto nos dará la clave de su uso. (Mojica Enriquez, M. del C. 1998)

Las aves jóvenes no tienen un sistema digestivo completamente desarrollado comparado con los adultos, la capacidad digestiva de un animal esta dada por una combinación de los microorganismos que naturalmente están establecidos en el intestino. Esto sugiere que hay un potencial para suplementar las dietas tanto de los animales jóvenes como de los adultos. Los aditivos enzimáticos son usados para aumentar la capacidad digestiva temprana, así como para introducir al animal adulto la habilidad de utilizar un nuevo rango de posibilidades en las dietas suplementadas. (Mojica Enriquez, M. del C. 1998)

4.3 Fitato

El nombre químico para el fitato es mio-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexakis fosfato dihidrógeno. Consiste en un núcleo de inositol con 6 fosfatos radicales. El fósforo

de fitato 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. En la parte final del intestino grueso de las aves los microorganismos que habitan allí producen fitasa, pero el desprendimiento de fósforo en esta parte del intestino es de poco valor para el animal por la pobre absorción en esta región. (Pallauf, J.; Rimbach, G. 1997)

4.4 Uso de fitasa en dietas para aves

La actividad de la fitasa se define como FTU (unidades totales de fósforo, es la cantidad de fósforo que tiene la molécula de fitasa) y se refiere a la actividad enzimática que bajo un pH 5.5 y a una temperatura de 37° centígrados libera un mol de fosfato inorgánico por minuto a partir de una cantidad sobrante de fitato de sodio. En el mercado hay varios tipos de fitasa obtenidas a partir de la fermentación de hongos como *Aspergillus niger* y *Peniophora lycij*. (Solís, J.; Zumbado, M. 1999)

La fitasa hidroliza el ácido fítico que se encuentra en las materias primas de origen vegetal tales como el maíz y la harina de soya. El ácido fítico es la forma en que las plantas almacenan el fósforo. Dos terceras partes del fósforo de las plantas están en forma de fitatos no siendo aprovechable para las aves y cerdos. El ácido fítico tiende a ligar otros minerales a parte del fósforo tales como calcio, zinc, magnesio, formando los llamados "fitatos". Varios autores han demostrado que estos fitatos pueden ligar aminoácidos, proteínas, grasas y carbohidratos. (Solís, J.; Zumbado, M. 1999)

La baja disponibilidad del fósforo vegetal hace necesaria su suplementación a través de fuentes de fosfato inorgánico (dicálcico, monocálcico, etc.) o mediante el uso de materias primas de origen animal (harina de carne y hueso, harinas de pescado, etc.). Sin embargo con estas suplementaciones entre el 65 - 75% del

fósforo total es excretado en las heces. (Solís, J.; Zumbado, M. 1999)

El fósforo está asociado a varias y muy importantes funciones metabólicas, interviene en el metabolismo energético (relación con peso y conversión alimenticia), formación y mantenimiento de huesos y formación del cascarón del huevo. (Solís, J.; Zumbado, M. 1999)

4.5 Estudios del uso de fitasa en dietas para aves

A finales de los años 60 se empezó a demostrar la eficacia de la fitasa en cuanto a mejorar la disponibilidad del fitato de fósforo (P) en dietas para aves de postura. Luego se demostró que la fitasa no sólo mejoraba la biodisponibilidad de P en la dieta, reducía costos de producción en el alimento sino que también disminuía su excreción al medio ambiente. (Solís, J.; Zumbado, M. 1999)

Utilizando dietas deficientes en P (bajas en suplementación de P inorgánico) reportaron que la fitasa corregía completamente todas las deficiencias en el rendimiento de ponedoras, concluyeron que el suplemento de 450 FTU de fitasa/kg de alimento era el recomendado para incluir en la dieta. (Punna, S.; Roland, D.A. 1999)

Boling, S.D. *et al.* (2000) reportaron que 300 FTU fitasa/kg de alimento en dietas deficientes en P inorgánico suplementado era suficiente para sostener un rendimiento óptimo de producción en ponedoras de 24 a 52 semanas de edad. (2) Algunas investigaciones utilizando diferentes niveles de suplemento de fitasa (300 y 450 FTU fitasa/kg) reportaron igualdad en el consumo de alimento respecto a las dietas no suplementadas con fitasa, disminución del costo de la alimentación y mantenimiento en la producción de huevos.

Boling, S.D. *et al.* (2000) reportaron diferentes pruebas llevadas a cabo durante 18 semanas o menos y utilizando dosis que van desde los 300 hasta los 500 FTU fitasa/kg de alimento en dietas con bajas suplementaciones de P inorgánico, han demostrado que la fitasa mejora el uso del fitato de P de las materias primas que se encuentran en el alimento de gallinas ponedoras alimentadas con una dieta de concentrado maíz-soya, manteniendo la postura, la calidad de la cáscara del huevo y reduciendo costos.

Con el objetivo de optimizar el uso del P en dietas para aves los nutricionistas que formulan las mismas deberían considerar la reducción de los niveles que usan actualmente. Una reducción del 10 ó 20% del insumo de P puede resultar en una disminución mayor del P que se excreta ya que todo el que excede los requisitos es eliminado. (Summers, J.D. 1997)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Localización y descripción del área

El presente trabajo se llevo a cabo en la granja avícola "California", localizada a 16 km. de la ciudad de Guatemala en el municipio de Villa Nueva departamento de Guatemala. Se encuentra a una altitud de 1325 msnm presentando las siguientes condiciones climatológicas: temperatura media anual 20°C, precipitación pluvial media anual 1,250mm, humedad relativa 80%. Según Cruz, J.R. de la (1982) corresponde a la zona de vida bosque húmedo subtropical templado.

5.2 Metodología

Se seleccionaron 1280 gallinas Babcock (B-300) blancas de 25 semanas de edad procedentes del mismo lote de reproductoras. Se realizó una distribución de los tratamientos según su respectivo análisis estadístico. El estudio tuvo una duración de 70 días mas un período de 15 días de adaptación. Se pesaron las aves al principio y al final de la fase experimental. Se anotaron diariamente los datos de producción de huevo, cantidad de alimento consumido y mortalidad. Semanalmente se midió el peso del huevo, el grosor del cascarón y la conversión alimenticia. Para el cálculo de peso de huevo y grosor de cascarón se utilizaron 40 huevos por tratamiento o sea 5 huevos por repetición previamente clasificados; esta medición se realizó una vez por semana el mismo día y a la misma hora tanto la recolección como las mediciones, estas se hicieron con la ayuda de una balanza electrónica y un tornillo micrométrico. Además se verificó el porcentaje de huevo quebrado. También se realizó un análisis proximal completo al alimento balanceado el cual se llevo a cabo en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y Soluciones Analíticas - Agrilab.

5.3 Tratamientos Evaluados

Se evaluaron dos tratamientos, uno con la adición de fitasa (450 FTU de fitasa/kg de alimento) y el otro sin ella.

Cuadro No. 1 Tratamientos Evaluados

Características	Tratamientos	
Fuentes de fósforo	A	B
Fosfato monodicalcico (%)	1.505	1.035
Fitasa (FTU fitasa/Kg)	0 FTU	450 FTU (180 g/ton mt)

Se les proporciono un alimento balanceado elaborado en la misma granja a base de maíz amarillo, harina de soya, fosfato monodicalcico, carbonato de calcio, grasa animal - vegetal, sal industrial, premezcla vitamínica - mineral, DL-metionina y aluminocilicato con la siguiente composición nutricional:

Cuadro No. 2 Composición Nutricional

Energía Metabolizable	2.910 Mcal/kg
Proteína Cruda	17.700 %
Calcio	3.900 %
Fósforo Disponible	0.470 %
Fósforo Total	0.630 %
Metionina	0.440 %
Metionina + Cistina	0.740 %
Lisina	0.940 %
Triptofano	0.210 %
Treonina	0.660 %
Sodio	0.190 %
Cloro	0.250 %
Potasio	0.720 %

Ambos alimentos tuvieron el mismo perfil de nutrientes (incluyendo Ca y P) la diferencia se baso en la fuente de fósforo de los mismos. En el tratamiento A se suplemento con una fuente inorgánica de fósforo, mientras que en el B se aprovecho el fósforo proveniente de las materias primas de origen vegetal habiéndose obtenido por la inclusión de la fitasa. La relación Ca:P total en el alimento terminado fue de 6.2:1.

5.4 Variables Evaluadas

1. Producción de huevo/unidad experimental/día (%)
2. Peso del huevo/semana (g)
3. Consumo de alimento (g/ave/día)
4. Conversión alimenticia (g alimento/g masa de huevo)
5. Mortalidad (%)
6. Grosor de la cascara (mm)
7. Peso del ave inicial y final (kg)
8. Huevos rotos (%)

5.5 Análisis Estadístico

En el presente trabajo se plantean 2 tratamientos, por lo tanto el análisis estadístico para las variables anteriormente mencionadas será una prueba de hipótesis para dos tratamientos independientes. (Melgar, M. 1985)

Estadístico de prueba: t de Student

$$t_c = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

donde:

t_c = t de Student calculada.

\bar{x}_1 = Media calculada del tratamiento 1.

\bar{x}_2 = Media calculada del tratamiento 2.

\bar{S}_x = Error estándar de las diferencias de las medias calculadas.

5.6 Análisis Económico

La evaluación económica de los resultados se realizó a través del índice de rentabilidad para ambos tratamientos, según la metodología propuesta por Ingalls-Ortiz (IOR). (Ortiz, A. *et al.* 1997)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro No. 3 Resultados de la inclusión de fitasa sobre las variables productivas en dietas para gallinas de postura comercial, de 25 a 35 semanas de edad.

Variable	Unidad	Nivel de fitasa (g)		% respecto al testigo
		A (testigo)	B (450 FTU)	
Producción	%	85.86	86.08	0.22
Peso del huevo	g.	64.53	65.10	0.88
Grosor de cascarón	mm.	0.3720	0.3726	0.16
Consumo de alimento	g.	100.2	100.0	-0.20
Peso del ave	kg.	1.62	1.64	1.23
Conversión alimenticia	g:g	1.924	1.907	-0.88
Huevo roto	%	0.33	0.31	-6.06
Mortalidad	%	3.12	3.28	5.13

6.1 Producción de huevo

La producción total de huevo no presentó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos como se observa en el cuadro No. 3, donde el tratamiento A presentó menor producción de huevo (85.86 %) siendo superior el tratamiento B con un porcentaje de postura de (86.08%), según la Guía de manejo (1994) para este tipo de aves, la producción de huevo tendría que haber estado alrededor de 92% de postura. Entre tratamientos hubo un incremento de postura de 0.22% del tratamiento B respecto al A, coincidiendo con los estudios realizados por Boling *et al* (2000) que presentaron incrementos de 0.31% y 0.34% respectivamente en gallinas Hy-Line de 19 semanas de edad alimentadas con dietas a base de maíz-soya y dosis de fitasa de 300 y 450 FTU, la prueba tuvo una

duración de 27 semanas (de la 21 a las 48 semanas de edad). Resultados similares presentaron Solís y Zumbado (1999) con aves de 24 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de maíz-soya, dosis de 450 FTU y una duración de 20 semanas; el incremento fue de 1.58 % respecto al testigo.

6.2 Peso del huevo

En lo que respecta a peso de huevo (ver cuadro No.3) no existió diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre tratamientos, encontrándose el tratamiento B (65.10g) superior al tratamiento A (64.53g). Se observa el incremento del tratamiento B sobre el A en un 0.57g (0.88%), según la Guía de manejo (1994) para este tipo de aves, el peso del huevo tendría que haber estado alrededor de 62.5g. Resultados similares se observan en los trabajos reportados por la Universidad de Freie (1999), en donde no existió diferencia estadística significativa y un incremento de 0.20g respecto al testigo, en aves Lohmann-Brown de 19 semanas de edad alimentadas con dietas a base de maíz-soya, por un espacio de tiempo de 13 semanas; en otro estudio reportado por la misma universidad en donde se trabajo con aves White Leghorns de 20 a 24 semanas de edad no existiendo diferencias estadísticas significativas y existiendo una diferencia entre tratamientos de 0.60 g. Cabe mencionar que para los dos estudios anteriores se utilizaron dosis de 500 FTU de fitasa. Resultados similares presentaron Solís y Zumbado (1999) con aves de 24 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de maíz-soya, dosis de 450 FTU y una duración de 20 semanas, no encontrándose diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, presentando diferencias a favor del tratamiento testigo contra el que se dosifico con fitasa (450 FTU) de 0.05g.

6.3 Consumo de alimento

Los resultados de consumo de alimento no expresaron diferencia estadística

significativa ($P > 0.05$) donde el tratamiento A (100.2 g/ave/día) fue similar al tratamiento B (100 g/ave/día). Esto concuerda con los estudios del Seminario Internacional Roche (2001), en donde se reporta un consumo sin diferencia estadística significativa respecto a su testigo, ya que reportan consumos de 92.4 g/ave/día para el control y 90.7 g/ave/día para el tratamiento de 450 FTU de fitasa, la base de las dietas era maíz-soya; las aves del experimento fueron ponedoras Hyline W-36 de 47 semanas de edad y la duración de la prueba fue de 12 semanas. Otros estudios presentados en el Seminario Internacional Roche (2001) también muestran un estudio en el que aumentó el consumo de alimento del testigo (100.3 g/ave/día) en relación al tratamiento de 600 FTU de fitasa (99.9 g/ave/día), la prueba se realizó en ponedoras Hyline W-36 de 44 semanas de edad, alimentadas con una dieta a base de sorgo-soya y la duración de la prueba fue de 10 semanas. En otro experimento realizado por Solís y Zumbado (1999) con aves de 24 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de maíz-soya, dosis de 450 FTU y una duración de 20 semanas, se reportaron consumos sin diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, pero presentando el testigo un consumo de 97.28 g/ave/día, en comparación a los 98.82 g/ave/día del tratamiento de 450 FTU de fitasa. Según los resultados de Solís y Zumbado demostraron que la adición de fitasa redujo el costo de producción por kilo de huevo sin afectar la producción. El uso de fitasa en dietas para aves de postura podría disminuir el costo de la ración entre 0.50 y 5 dólares por tonelada métrica. Este ahorro se explica por el mayor aprovechamiento del fósforo fítico y disminución en la cantidad de fósforo inorgánico agregado.

6.4 Conversión alimenticia

La conversión alimenticia (g alimento consumido: g masa de huevo producido) no mostró diferencia significativa ($P > 0.05$) como se muestra en el cuadro No. 3, donde el tratamiento B (1.907) fue más eficiente que el tratamiento A (1.924). Se obtuvo una mejora de un 0.88 % del tratamiento B respecto al tratamiento A. Solís

y Zumbado (1999) con aves de 24 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de maíz-soya, dosis de 450 FTU y una duración de 20 semanas, reportaron una mejora de 0.52%; otra prueba realizada en la Universidad de Freie (1999), se obtuvo la mejora de 1.16% en aves Lohmann-Brown de 19 semanas de edad alimentadas con dietas a base de maíz-soya, por un espacio de tiempo de 13 semanas. Así también en otro estudio reportado por el Instituto de Ciencia Animal y Salud (1999) en donde se trabajó con aves White Leghorns de 20 a 24 semanas de edad no existiendo diferencia estadística significativa y existiendo una mejora de 0.54%. Cabe mencionar que para los dos estudios anteriores se utilizaron dosis de 500 FTU de fitasa. Una mejora de 1.39 % se reportó en el Seminario Internacional Roche (2001), la base de las dietas fue maíz-soya, las aves del experimento fueron gallinas ponedoras Hyline W-36 de 47 semanas de edad y la duración de la prueba fue de 12 semanas.

6.5 Peso del ave

Respecto al peso del ave, no existió diferencia estadística significativa ($P > 0.05$) siendo el tratamiento B (1.64kg) y el tratamiento A (1.62kg), existiendo una diferencia porcentual de 1.23 del tratamiento B respecto al A. Resultados similares sin diferencia estadística lo demuestran los reportados por Boling *et al* (2000) en gallinas Hy-Line de 19 semanas de edad alimentadas con dietas a base de maíz-soya y dosis de fitasa de 300 y 450 FTU, la prueba duró 27 semanas (de la 21 a las 48 semanas de edad). Otros resultados reportados sin diferencia estadística significativa son los realizados por Punna y Roland (1999), utilizando dietas a base de maíz-soya. También Mojica Enriquez (1998) menciona el mantenimiento de la ganancia de peso en una prueba realizada con gallinas de postura Isa Babcock alimentadas con una dieta de maíz-soya, reportando un incremento del peso del ave dosificada con fitasa sobre el testigo de 1.88 %.

6.6 Mortalidad

En este experimento la mortalidad no expresó ninguna diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos, presentando el tratamiento A (3.12%) y el B (3.28%). Concordando con lo reportado por Solís y Zumbado (1999) con aves de 24 semanas de edad, alimentadas con dietas a base de maíz-soya, dosis de 450 FTU y una duración de 20 semanas reportaron para el tratamiento testigo una mortalidad de 5.04% y para el tratamiento que se dosificó con fitasa 4.79%. Punna y Roland (1999) no reportaron en su experimento con gallinas ponedoras Hy-Line W-36 de 19 semanas de edad diferencias estadísticas significativas.

6.7 Grosor de cascarón

En cuanto al valor del grosor del cascarón no expresó diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos, presentando el tratamiento A (0.3720 mm) y el B (0.3726 mm). Estudios reportados en el Seminario Internacional Roche (2001) indican que la diferencia no fue estadísticamente significativa entre tratamientos teniendo una diferencia entre ambos de 0.014 mm, esta prueba fue realizada en ponedoras Hyline W-36 de 44 semanas de edad, alimentadas con una dieta a base de sorgo-soya y la duración de la prueba fue de 10 semanas.

6.8 Huevo roto

Otra variable es el porcentaje de huevo roto reportándose que no existió diferencia estadística significativa ($P>0.05$), donde en el tratamiento A se obtuvo 12.5 huevos rotos/semana (0.33 %) y en el B 11.9 huevos rotos/semana (0.31 %). Um y Paik (1999) reportaron que el porcentaje de huevo roto no fue estadísticamente significativo, el cual tuvo gallinas de postura Isa Brown de 18 semanas de edad, la duración de la fase experimental fue de 21 semanas, la dieta fue a base de maíz-soya y una suplementación de 500 FTU de fitasa.

6.9 Análisis Económico

En el cálculo del Índice Ingalls-Ortiz se toman en cuenta los ingresos totales los cuales se originan de los kilogramos de huevo vendidos por el precio de venta, el costo del alimento consumido y desperdiciado y el factor de ajuste que estima los otros costos de producción. En el tratamiento con B existió un menor consumo, menor rechazo por consiguiente una menor cantidad de alimento utilizado teniendo un menor costo en la alimentación y un ligero aumento en huevos producidos y vendidos. Por consiguiente un ingreso mayor en relación al tratamiento A existiendo una diferencia de costos entre tratamientos de Q195.50. En el cuadro No. 4 se detalla la información:

Cuadro No. 4 Ingresos brutos y costos del alimento

Indicadores Económicos	Tratamientos	
	A	B
Alimento consumido kg	4382.7	4373.6
Alimento rechazado kg	2.7	2.4
Alimento utilizado kg	4385.4	4376
Costo total alimento Q	6,463.11	6,293.30
Huevo Producido y vendido kg	2430.5	2453.6
Precio venta kg	8.42	8.42
Ingreso total (Q.)	20,464.81	20,659.31

En el cuadro No. 5 se observa la información relacionada a costos de mano de obra directa, costos de operación, depreciación y gastos administrativos. Se puede observar que el tratamiento con 450 FTU presenta menor costo de alimentación en relación con el tratamiento con 0 FTU, de 65.12 que presenta el primero aumenta a 65.92 que presenta el segundo, existiendo una disminución de 0.80% entre ambos; por lo que el de 450 FTU presento mayor utilidad contable en el ciclo productivo el cual tuvo una duración de 10 semanas (25 - 35 semanas de edad).

Cuadro No. 5 Estructura de costos

COSTOS	A		B	
	MONTO (Q.)	%	MONTO (Q.)	%
Aves (640)	2,240.00	22.85%	2,240.00	23.18%
Alimento	6,463.11	65.92%	6,293.30	65.12%
Mano de Obra	196.00	2.00%	196.00	2.03%
Depreciación construcción	109.59	1.12%	109.59	1.13%
Depreciación equipo	167.23	1.71%	167.23	1.73%
Administración	58.07	0.59%	58.07	0.60%
Mortalidad	570.00	5.81%	600.00	6.21%
Total	9,804.00	100.00%	9,664.19	100.00%

Cuadro No. 6 Índice de Rentabilidad Ingalls-Ortiz (estimado)

Indicador Económico	A	B
Ingreso Total	Q20,464.81	Q20,659.31
Costo alimento	Q6,463.11	Q6,293.30
Factor ajuste*	1.43	1.43
Índice IOR**	2.21	2.29

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

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

Cuadro No. 7 Índice de Rentabilidad Ingalls-Ortiz (calculado)

Indicador Económico	A	B
Ingreso Total	Q20,464.81	Q20,659.31
Costo alimento	Q6,463.11	Q6,293.30
Factor ajuste*	1.52*	1.54**
Índice IOR***	2.08	2.13

* Factor de ajuste = $100/65.92$, donde 65.92 representa el % del costo de alimento en relación a los costos totales.

** Factor de ajuste = $100/65.12$, donde 65.12 representa el % del costo de alimento en relación a los costos totales.

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

En los cuadros No. 6 y 7 se muestra el Índice de Rentabilidad Ingalls-Ortiz (IOR) estimado y calculado respectivamente, dicho valor indica que teniendo un IOR mayor a 1 se obtiene utilidad contable, igual a 1 se está en el punto de equilibrio y menor a 1 existió pérdida de dinero en el ciclo. Con el cálculo del IOR se mide la eficiencia económica de cada tratamiento ya que es un índice comparativo y de esta manera se dice que el tratamiento con 450 FTU (B) que obtuvo un IOR calculado de 2.13 obtuvo la mayor utilidad contable comparado con el tratamiento (A) de 0 FTU que obtuvo un IOR calculado de 2.08, durante el periodo del ciclo productivo para el experimento (semana 25 a la 35 de edad). El IOR estimado indica que el factor de ajuste fue de 1.43, debido al cálculo del porcentaje de costos en alimentación bajo un sistema de producción tecnificado el cual se promedia en 70 %, comparado con el IOR calculado, el cual utiliza un factor de ajuste real según sus costos de alimentación del total del porcentaje de los costos totales.

VII. CONCLUSIONES

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

1. No se detectaron diferencias estadísticas significativas en gallinas de postura comercial Babcock (B-300) blancas de 25 semanas de edad en las variables productivas: producción de huevo, peso del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, grosor de la cascara, peso del ave y huevos rotos en ambos tratamientos.
2. El tratamiento que ofreció mejores beneficios económicos expresado como índice de rentabilidad Ingalls-Ortiz fue el B, el cual obtuvo 2.13 y fue el que incluyó la dosis de 450 FTU de fitasa/kg de alimento suministrado en dietas balanceadas para gallinas de postura comercial.
3. El ahorro calculado por tonelada métrica de alimento elaborado al utilizar una dosis de 450 FTU de fitasa/kg de alimento fue de cuatro dólares de los Estados Unidos de América con cincuenta centavos (US\$ 4.50).

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar fitasa en dietas de gallinas de postura comercial durante el pico de postura (semanas 25 - 35 de edad) en dosis de 450 FTU de fitasa/kg de alimento.
2. Determinar el efecto de la inclusión de fitasa en todo el ciclo de postura de gallinas ponedoras con el objeto de obtener un mayor margen de comparación.
3. Evaluar el uso de fitasa en otras especies de monogástricos de importancia zotécnica.

IX RESUMEN

GODOY M., G. 2003. Efectos de la inclusión de fitasa sobre variables productivas de gallinas ponedoras comerciales. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 26 p.

Palabras claves. Gallinas ponedoras comerciales, fitasa, producción de huevo, peso del huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, grosor de la cascara, peso del ave, huevos rotos, tratamientos, índice de rentabilidad, dosificación.

El presente estudio se llevó a cabo en una granja avícola ubicada en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala. Se utilizaron 1280 gallinas Babcock B - 300 de 25 semanas de edad, procedentes del mismo lote de reproductoras, las cuales fueron distribuidas en un tratamiento mas un control o testigo con 8 repeticiones cada uno, realizando un análisis estadístico llamado Prueba de Hipótesis para dos tratamientos independientes. El estudio tuvo una duración de 10 semanas incluyendo 2 de adaptación.

El propósito del experimento fue determinar el ahorro que puede alcanzar el avicultor nacional incluyendo fitasa en la dieta de gallinas de postura comercial y no alterar las variables productivas (producción y peso de huevo, grosor del cascarón, peso del ave, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad y huevo roto) durante el período crítico de postura. El nivel evaluado en la dieta experimental suplementada fue de 450 FTU de fitasa/kg de alimento con 1.035% de fosfato monodicalcico y de 0 FTU de fitasa/kg de alimento con 1.505% de fosfato monodicalcico para el testigo.

Los resultados obtenidos no mostraron diferencia estadística significativa en respuesta a la inclusión de fitasa en ambos tratamientos para las variables productivas evaluadas ($p>0.05$).

El análisis económico determinó eficiencia económica con la inclusión de la dosis de 450 FTU de fitasa/kg de alimento y una utilidad contable representada en un ahorro calculado de cuatro dólares de los Estados Unidos de América con cincuenta centavos (US\$ 4.50) por tonelada métrica de alimento elaborado.

De acuerdo a las condiciones en que se realizó el presente estudio desde el punto de vista económico y productivo se recomienda el uso de enzima fitasa, así como continuar estudios y experimentación en este tema.

X. BIBLIOGRAFÍA

ANIMAL FEED. Animal feed is predominatly composed of plant material mainly cereals and vegetable proteins. Much of this cannot be fully digested and... 1996. Tomado de internet:

http://www.novo.dk/enzymes/ind_appl/animal.htm-size

BOLING, S.D. et al. 2000. Los efectos de varios niveles de fitasa y fósforo disponible en el rendimiento de gallinas ponedoras. Poultry Science (EE.UU.) 79:535-538.

CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.

EFFECTS OF a microbial phytase in layers diets. 1999. Universidad de Freie, Berlín, Alemania. In. Feed Enzymes Business Unit. 1999. Ronozyme P (CT) Product Manual. Basel, Suiza. Section 4.2.

ENCICLOPEDIA SALVAT de las ciencias. 1972. Barcelona, España, Pamplona. 90-94 p.

GRAN DICCIONARIO enciclopédico ilustrado. 1979. 8 ed. Madrid, España, Selecciones del Reader's Digest. t.4. 1284 p.

GUIA DE MANEJO: AVES ISA BABCOCK B-300. 1994. s.n.t 12 p.

INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL Y SALUD, 1999. The efficiency of Ronozyme P in wheat-based layer diets. In. Feed Enzymes Business Unit. 1999. Ronozyme P (CT) Product Manual. Basel, Suiza. Section 4.1.

MELGAR, M. 1985. Curso de Métodos Estadísticos para Docentes de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia: platica sobre pruebas de hipótesis mas usadas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 3-4 p.

MOJICA ENRIQUEZ, M. del C. 1998. Efecto de las enzimas exógenas sobre el valor nutritivo de dietas para aves. Cuernavaca, México, Roche. 13 p.

- ORTIZ, A. et al. 1997. Evaluación de la productividad y la utilidad contable en gallinas de postura 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>
- PALLAUF, J.; RIMBACH, G. 1997. Significado nutricional del ácido fítico y fitasa. Arch. Anim. Nutr. (India) 50: 301-319.
- PUNNA, S.; ROLAND, D.A. 1999. Influencia del suplemento de fitasa microbial en gallinas ponedoras del primer ciclo alimentadas con dietas deficientes en fósforo desde el primer día de edad. Poultry Science (EE.UU.) 78: 1407-1411.
- SEMINARIO INTERNACIONAL ROCHE (2001, México). 2001. Ronozyme P (CT) una nueva fitasa en la industria animal. México, Roche. 28-39 p.
- SOLÍS, J.; ZUMBADO, M. 1999. Uso de fitasa en dietas para aves. s.l., Roche. 4 p.
- SUMMERS, J.D. 1997. Nutrición precisa de fósforo. J.Appl. Poultry Research (Can.) 6:495-500.
- UM, J.S.; PAIK, I. K. 1999. Efectos del suplemento de fitasa microbial sobre la producción de huevos, calidad de la cáscara y retención mineral de gallinas ponedoras alimentadas con diferentes niveles de fósforo. Poultry Science (EE.UU.) 78:75-79.

XI. ANEXOS

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DEL ALIMENTO

Descripción de la muestra	Agua %	M.S. %	E.E. %	F.C. %	Proteína %	Cenizas %	E.L.N. %
Concentrado (sin fitasa)	9.43	90.57	11.59	3.63	16.30	15.38	53.10
Concentrado (con fitasa)	11.44	88.56	9.83	4.10	15.99	10.24	53.10

Estos resultados fueron calculados en base a materia seca total y realizados al final de la fase experimental en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Descripción de la muestra	Parámetros	Resultado
Concentrado (sin fitasa)	Calcio (Ca)	4.06 %
Concentrado (sin fitasa)	Fósforo (P)	0.51 %
Concentrado (con fitasa)	Calcio (Ca)	2.50 %
Concentrado (con fitasa)	Fósforo (P)	0.46 %

Estos resultados fueron calculados en base a materia seca total y realizados al final de la fase experimental en Soluciones Analíticas - Agrilab.

FORMULAS E INGREDIENTES DE LAS DIETAS

Nombre del ingrediente	Porcentaje
Maíz amarillo	55.4149
Soya	26.6042
Calcio	10.5893
Grasa amarilla	5.0813
Fosfato monodicalcico	1.5055
Sal	0.3042
Metionina	0.1931
Novasil	0.1500
Bicarbonato de sodio	0.0974
Cloruro de colina	0.6000

La formula utilizada en el tratamiento A o testigo el cual no utilizó fitasa y 1.5055 de fosfato monodicalcico.

Nombre del ingrediente	Porcentaje
Maíz amarillo	57.8480
Soya	25.8534
Calcio	10.5229
Grasa amarilla	3.9182
Fosfato monodicalcico	1.0357
Sal	0.3032
Metionina	0.1937
Novasil	0.1500
Bicarbonato de sodio	0.0968
Cloruro de colina	0.6000
Ronozyme P	0.0180

La formula utilizada en el tratamiento B el cual utilizó una dosis de fitasa de 450 FTU de fitasa/kg de alimento mas 1.0357 de fosfato monodicalcico.

Br. GUILLERMO ESTUARDO GODOY MARROQUÍN

Lic. Zoot. LUIS CORADO
Asesor Principal

Dra. M.V. BEATRIZ SANTIZO
Asesor

Dr. M.V. JORGE LUIS NORIEGA
Asesor

IMPRIMASE:

Dr. M.V. MARIO ESTUARDO R. LLERENA QUAN
DECANO