

ZAMORANO

**CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA**

**Efecto de la inclusion de la enzima fitasa
(Natuphos) en dietas para pollos de engorde.
El Zamorano, Honduras**

Tesis presentada como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura.


Por:

Maria Auxiliadora Castillo Ruiz

Escuela de Ingeniería Agronómica
El Zamorano, Honduras

Honduras: Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



María Auxiliadora Castillo Ruiz

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

DEDICATORIA

A mis padres José y María Auxiliadora, con todo amor les dedico este logro, por ser mi fuente de inspiración, por su comprensión, paciencia y dedicación. Sin su apoyo incondicional a través de la distancia no hubiese sido posible concluir esta meta ahora hecha realidad, siempre han y seguirán siendo esa luz que me inspira a seguir, a luchar por lo que quiero.

A mis sobrinos, Kevin, Maria Joaquina, Alexandra y Joaquín André, por esperarme siempre con el mismo amor, a pesar de que no he estado a su lado, pero siempre los llevo en mi corazón donde sea que haya estado. A sus papis por cultivar en ustedes este Amor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por estar siempre a mi lado, por compartir todo conmigo y por darme la oportunidad de superarme, aunque esto haya significado estar lejos del nido, Ya estoy de regreso!!!

A Zoili por ser más que una amiga una hermana incondicional, por las mil y una anécdotas juntas, por las interminables noches que fueron necesarias para lograr culminar esta y otras metas que nos propusimos. Las circunstancias nos separan, pero se que amistad como la nuestra no conocerá frontera. Te adoro maridito!

A Nelson Camilo, por tratar de enseñarme que en la vida hay situaciones mas duras que por las que normalmente uno se ahoga y que para esas situaciones es que deben guardarse las lagrimas y las preocupaciones. Te prometo que tratare de aprenderlo! Por tu apoyo, por tu sinceridad, por el tiempo que compartimos. Nunca te voy a olvidar!

A Armando Serrano, Eva Maria Díaz, Nelson Ramírez, Erick Caamaño y Andrés Felipe García por ser amigos en todo momento, por hacerme ver siempre la cara positiva en cada situación, Los quiero mucho!

A Dilcia Toro, Ricardo Araujo, Gerardo Boquín, Luis Ortiz, Ricardo Espinoza, Isidra Sabio, Ana Silvia Rivera, la amistad sincera que compartimos este ano.

A mis asesores, Doctor Gernat e Ingeniero Murillo, por ser mi guía en la ejecución de este proyecto, por su ayuda, su tiempo y mas que nada su paciencia, Gracias!

A la Familia Miselem, por ser en este ano mi guía espiritual, reviviendo en mi la fe y el amor de familia del que uno se llenaba cada vez que visitaba su casa para las clases de confirma.

A las Familias Matamoros y Paz, por brindarme la oportunidad de compartir con ustedes el calor y el amor de su hogar.

A Don Fermín y Don Orlando por apoyarme con su trabajo en las galeras.

A todos mis compañeros de aves, especialmente a Tito Ferreira, por todo tu apoyo, por animarme siempre. A Luis Ponce, por ser incondicional, Gracias Hermanito! A Miguel Alvarado, porque una vez mas nos probamos que somos capaces de lograr lo que nos proponemos.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A la Deutsche Stiftung für die internationale Entwicklung (DSE) por la ayuda económica en el Programa de Agrónomo.

A mis padres por financiarme el Programa de Ingeniero Agrónomo.

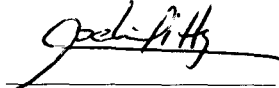
A la empresa BASF por proporcionar las enzimas para el estudio.

RESUMEN

Castillo, M.A. 2000. Efecto de la enzima fitasa (Natuphos[®]) en dietas para pollos machos de engorde de la Línea Arbor acres[®]. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 20 p.

El uso de fitasas se ha generalizado como una práctica en la avicultura, ante la necesidad de aprovechar al máximo los nutrientes presentes en las materias primas de origen vegetal. El estudio se realizó en Zamorano con el objetivo de evaluar el efecto de la enzima fitasa (Natuphos[®]) sobre la producción de pollos de engorde de la raza Arbor acres[®] alimentados con concentrados a base de maíz y harina de soya. Se utilizaron 1600 pollos alimentados *ad libitum* con las siguientes dietas: dieta testigo, dieta testigo más fitasa, dieta 65% de fósforo más fitasa y dieta 0% fósforo más fitasa. Las variables medidas semanalmente fueron: consumo de alimento, peso corporal y mortalidad. A la última semana se midió el peso vivo y a la matanza se midió el peso en canal, peso de la grasa abdominal y peso de la pechuga. Se determinó el índice de conversión alimenticia, porcentaje de grasa abdominal, rendimiento en canal y porcentaje de pechuga. Los índices de conversión alimenticia al final de la sexta semana fueron de 1.68, 1.69, 1.63 y 1.49 para cada dieta, respectivamente. La utilización de fitasa no tuvo efecto significativo para ninguna de las variables, pero económicamente representó una reducción en los costos de alimentación.

Palabras claves: Ácido fítico, alimentación, aves, digestibilidad, disponibilidad, fitato, fósforo.



Abelino Pitty, Ph.D.

NOTA DE PRENSA

NATUPHOS LA RESPUESTA PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LOS PIENSOS PARA POLLOS DE ENGORDE

Actualmente la producción avícola basa la formulación de sus piensos en concentrados, que están constituidos principalmente por ingredientes de origen vegetal, maíz y soya.

En estos componentes el fósforo se encuentra almacenado en forma de ácido fitico y atrapado en las sales de éste que se conocen como fitatos. El fósforo atrapado en los fitatos subutilizado por los monogástricos debido a la pobre actividad enzimática de la fitasa, en dietas bajo condiciones normales.

Como respuesta a la necesidad de encontrar ingredientes que contribuyan al mayor aprovechamiento de los piensos, la compañía BASF creó la enzima fitasa (Natuphos®) para la nutrición animal elaborada a partir de cepas de *Aspergillus niger*.

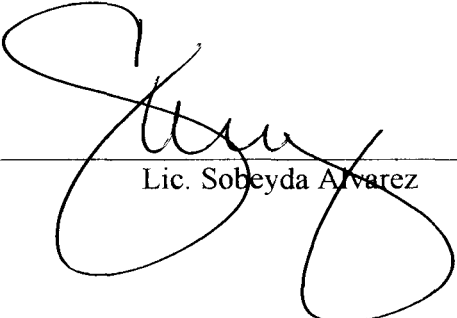
La adición de fitasas en las dietas reduce la suplementación de fósforo inorgánico; es por ello que el uso de las fitasas se ha generalizado como una práctica en la avicultura ante la necesidad de tratar de aprovechar al máximo, los nutrientes presentes en las materias primas de origen vegetal.

El estudio se llevó a cabo en Zamorano durante 42 días. Se engordaron 1600 pollos de la línea Arbor acres® utilizando cuatro dietas a base de harina de soya y maíz. Se midió el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia, mortalidad, peso en canal, rendimiento en canal, porcentaje de pechuga y porcentaje de grasa abdominal.

Al final del estudio, se encontró que la fitasa contribuyó a la digestibilidad del fósforo, ya que permitió bajar la cantidad de fósforo suplementado hasta en un 65%, sin afectar los rendimientos tanto biológicos como productivos, pero al comparar entre tratamientos con y sin la adición de fitasa, no hubo diferencias representativas.

A pesar del resultado del experimento, el informe recomienda continuar evaluando la fitasa con diferente nivel de actividad enzimática y determinar si a ese nivel la respuesta biológica y productiva produce ahorros en la elaboración del concentrado para estas aves.

UFT: Unidad fitásica es la forma en que se mide la actividad enzimática.



Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría	ii
	Página de Firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos	v
	Agradecimientos a patrocinadores	vi
	Resumen	vii
	Nota de prensa	viii
	Contenido	ix
	Índice de Cuadros	x
	Índice de Anexos	xi
1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1	Localización	3
2.2	Selección de los animales	3
2.3	Tratamientos	3
2.4	Diseño experimental	5
2.5	Variables medidas	5
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	6
3.1	Peso corporal	6
3.2	Consumo de alimento	6
3.3	Conversión alimenticia	7
3.4	Mortalidad	8
3.5	Peso en canal	9
3.6	Porcentaje de pechuga	9
3.7	Porcentaje de grasa abdominal	10
3.8	Rendimiento en canal	10
4.	CONCLUSIONES	11
5.	RECOMENDACIONES	12
6.	BIBLIOGRAFÍA	13
7.	ANEXOS	15

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Dietas experimentales.....	4
2. Efecto de la enzima fitasa sobre el peso corporal.....	6
3. Efecto de la enzima fitasa sobre el consumo de alimento.....	7
4. Efecto de la enzima fitasa sobre la conversión alimenticia.....	8
5. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de mortalidad.....	8
6. Efecto de la enzima fitasa sobre el peso en canal.....	9
7. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de pechuga.....	9
8. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de grasa abdominal.....	10
9. Efecto de la enzima fitasa sobre el rendimiento en canal.....	10

INDICE DE ANEXOS**Anexo**

1.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días	15
2.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para la conversión alimenticia y mortalidad a los 42 días	15
3.	Cuadrados medios , probabilidades y grados de libertad para porcentaje de pechuga y porcentaje de grasa abdominal a los 42 días.....	16
3.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso en canal a los 42 días.....	16

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia de la industria avícola de América Latina ha convertido a la carne de ave en la mayor fuente de proteínas en la región. En 1999 el consumo promedio per cápita fue de 18 kg que representa el 36.1% de las carnes que se consumieron comparado con 25.9% del total del consumo de carnes en el ámbito mundial (ALA, 2000).

Actualmente la producción avícola basa la formulación de su alimento en concentrados constituídos por ingredientes de origen vegetal, principalmente maíz y soya. En estos ingredientes aproximadamente el 67% del fósforo que contienen se encuentra en forma de ácido fitico o fitatos.

El ácido fitico (ácido mio-inositol hexafosfórico) se encuentra en granos y semillas como una sal de magnesio, calcio, sodio y potasio. Las sales del ácido fitico son conocidas como Fitatos. Seis moléculas de fosfato se unen a cada anillo de inositol, formando así el ácido fitico. Esta es la forma principal en que las semillas de las plantas almacenan el fósforo, constituyendo del 60 al 80% del fósforo total.

Las dietas para aves cuyos ingredientes principales son maíz y harina de soya contienen de 8 a 9g/kg de ácido fitico, o sea de 2.2 a 2.5g de fitato por kg de alimento. Las aves carecen de la enzima fitasa, necesaria para el aprovechamiento del fósforo presente en las materias primas (Nelson, 1967) por lo que el fósforo atrapado en los fitatos es poco utilizado (Taylor, 1965., Nelson, 1967., Ravindran *et al.*, 1999., Fandrejewski *et al.*, 1997).

El fósforo es un nutrimento crítico y esencial en la producción animal. Junto con el calcio, conforman casi el 70% del total de los minerales en el cuerpo y son esenciales para la formación de los tejidos óseos. Además es importante en el control del apetito y por tanto en la ganancia de peso (Coelho, 2000). Si no se suplementa la cantidad de fósforo necesaria se presentará un crecimiento reducido, altas mortalidades y reducción en la calidad de la canal (Leeson, 1993, Rojas y Scott, 1996). El fósforo suplementado aumenta el costo de la dieta.

En el intestino se forman fitatos no solubles de fósforo, calcio, zinc, cobre, cobalto, magnesio y hierro. También se da la formación de complejos proteína-fitato ocasionada por la fuerte atracción electrostática entre los fitatos cargados negativamente y las proteínas con una carga neta positiva (Cosgrive, 1966). Para mejorar el aprovechamiento de los piensos por medio de la destrucción de estos complejos se usa la enzima fitasa extraída de *Aspergillus Niger*.

La adición de fitasas a las dietas reduce la suplementación de fósforo inorgánico lo que permite reducir el costo de la dieta, por lo que el uso de las fitasas se ha generalizado en la avicultura.

La actividad de la fitasa se expresa en unidades FTU, que es la cantidad de enzima que libera 1micromol de fosfato inorgánico por minuto de 0.0051 mol/l de fitato de sodio a un pH de 5.5 y 37° Celcius a partir de una cantidad sobrante de fitato de calcio

En el mercado ofrecen diferentes fitasas, una de ellas es Natuphos® de las casa BASF. Natuphos® promueve la digestión del fósforo en el tracto gastrointestinal de las aves, reduciendo así la cantidad de fósforo excretada en un 33% aproximadamente. Además promueve la digestión de elementos traza, proteínas y calcio. Natuphos® es igual de eficaz en el pH neutro del esófago que en el ambiente ácido del estómago.

Si hay otros componentes como cadenas de proteínas o aminoácidos ligados al ácido fítico, Natuphos® los libera al mismo tiempo que libera al fósforo. Igualmente aumenta la asimilación de macrominerales y oligoelementos Calcio, Magnesio, Zinc y Hierro.

En base a las consideraciones anteriores se decidió evaluar el efecto de la enzima fitasa (Natuphos®) sobre la producción de pollos de engorde de la línea Arbor acres® alimentados con concentrado a base de maíz y harina de soya en Zamorano, Honduras, estudiando su efecto sobre el peso, conversión alimenticia, porcentaje de grasa, rendimiento de pechuga, y rendimiento en canal.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en la sección de aves de Zamorano a 800msnm, con una temperatura promedio de 24°C.

2.2. ANIMALES

Se utilizaron 1600 pollos machos de la línea Arbor acres[®] x Arbor acres[®] aleatoriamente distribuidos en 16 corrales de 3*4 para tener una densidad de 12 pollos/m².

El agua y el alimento fueron proporcionados *ad libitum* y se usó un programa de luz de 24 horas en un galpón con ventilación natural.

2.3. TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron en base a la dieta control, cambiando en algunos los porcentajes de fósforo y la utilización o no de fitasas. En el Tratamiento 2, al incluir la fitasa se redujo el nivel de fósforo inorgánico en la dieta a un 65%, también se redujeron otros componentes de la dieta (soya y aceite vegetal), ya que con la inclusión de la fitasa que libera el fósforo orgánico, proteínas enlazadas y aminoácidos, se espera balancear la dieta. Para el Tratamiento 3, se utilizará lo mismo que en Tratamiento 2, pero sin la suplementación de fitasa por lo que quedará como un tratamiento negativo.

T1: Tratamiento control en base a maíz y harina de soya.

T2: Control más Natuphos[®] a razón de 400 FTU.

T3: T2, sin Natuphos[®]

T4: Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico

Las dietas se formularon tomando en cuenta los requerimientos de la línea de pollos de engorde Arbor acres[®] (Cuadro 1)

Cuadro 1. Dietas experimentales

Ingredientes y análisis	INICIO				CRECIMIENTO				FINAL			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
	------(%)-----											
Maiz	51.00	53.34	53.34	54.17	60.27	62.87	62.87	63.72	63.19	65.80	65.80	66.57
Harina de soya 46%PC	40.97	40.16	40.16	40.02	30.62	29.71	29.71	29.56	27.97	27.02	27.02	26.92
Carbonato de Calcio 36%	1.760	1.700	1.700	2.030	1.670	1.613	1.613	1.921	1.573	1.514	1.514	1.796
Fosfato monocálcico	1.110	0.720	0.720	0.000	1.130	0.693	0.693	0.000	1.071	0.634	0.634	0.000
Sal	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Premezcla vit +min ¹	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
Sacox ^{®2}	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
Oxitetraciclina ³	0.010	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
DL-Metionina	0.110	0.119	0.119	0.119	0.159	0.158	0.158	0.158	0.133	0.132	0.132	0.132
Aceite vegetal	4.380	3.300	3.300	3.000	5.510	4.307	4.307	3.996	5.420	4.217	4.217	3.932
Natuphos ^{®4}	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000	0.008	0.000	0.008
Análisis calculado												
Proteína cruda	23.00	23.00	23.00	23.00	19.00	19.00	19.00	19.00	18.00	18.00	18.00	18.00
EM Kcal/kg	3100	3100	3100	3100	3250	3250	3250	3250	3275	3275	3275	3275
Fósforo disponible	0.38	0.30	0.30	0.30	0.34	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25
Calcio	0.90	0.90	0.90	0.90	0.85	0.85	0.85	0.85	0.80	0.80	0.80	0.80
Metionina	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.48	0.48	0.48	0.44	0.44	0.44	0.44
Lisina	1.42	1.46	1.41	1.47	1.15	1.15	1.15	1.15	1.07	1.07	1.07	1.07

La dieta de crecimiento se brindó durante las semanas cuatro y cinco del ciclo.

T1=Dieta control; T2=Dieta control con fitasa; T3=Dieta igual a T2 con 65% de fosforo inorganico; T4=Dieta con fitasa sin fosforo

¹La premezcla de vitaminas y minerales provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; Colicarciferol, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; Selenio, 0.19 mg; Antioxidante, 10 mg

²Oxitetraciclina, antibiótico, 3 g / 45.5 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany.

³Sacox[®], prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 10 g / 45.5 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

⁴ Natuphos[®], enzima fitasa.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron asignados a dieciséis corrales experimentales, en un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones por tratamiento. El experimento se llevó a cabo hasta los 42 días de edad.

2.5. VARIABLES MEDIDAS

- Peso corporal (g), semanalmente se pesó una muestra del 30% de la población.
- Consumo de alimento (g), se calculó en forma semanal y acumulada para cada tratamiento. Se basa en la diferencia entre el alimento ofrecido al inicio de la semana y el residuo al final de la misma.
- Conversión alimenticia, de la relación que existe entre el consumo acumulado de alimento y el peso corporal.
- Mortalidad diaria (%), para calcular la mortalidad acumulada.
- Peso a las seis semanas (lb), una muestra del 16% de la población.
- Peso en canal (lb), muestra del 16% de la población.
- Rendimiento canal (%), de la relación entre el peso vivo y el peso canal.
- Porcentaje de grasa abdominal (%), se tomó al sacrificio de muestra el 16% de la población. Este peso se tomó excluyendo los menudos. (mollejas, patas, hígado, corazón y cuello).
- Porcentaje de pechuga deshuesada (%), en un 16% de la población.

2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos se evaluaron utilizando el Modelo Lineal General (GLM) del Statistical Analysis System (SAS,1993) utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD). Los datos porcentuales se sometieron a una corrección con la función arcoseno y la separación de medias se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa, con una probabilidad de $P < 0.005$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PESO CORPORAL

En los días 21 ($P=0.0122$), 28 ($P=0.0005$) y 35 ($P=0.0005$); se presentaron diferencias entre los Tratamientos 1, 2 y 3 con respecto al Tratamiento 4. Este último presenta un menor peso corporal debido posiblemente a la menor cantidad de fósforo suplementado en la dieta. Al día 42 no hubo diferencias significativas entre los tratamientos a los que se les adicionó fitasa y los que no. Esta respuesta no coincide con los datos obtenidos por Kornegay *et al.* (1999) quien encontró que los pollos a los que se les suplementó fitasa obtuvieron mayores pesos que los obtenidos por los que no se les adicionó. La respuesta obtenida en este estudio (Cuadro 2) coincide con la obtenida por Huff *et al.* (1998) quien encontró que la adición de fitasa no tuvo efecto sobre el peso corporal en el día 42, pero que al día 49 los animales suplementados con fitasa tuvieron un incremento en peso de 4% sobre los de la dieta control, esto pudo deberse a un mayor consumo por el animal.

Cuadro 2. Efecto de la enzima fitasa sobre el peso corporal

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴	P
 (g)				
7	117.3	115.3	111.6	109.7	
14	314.0	308.3	298.9	274.9	
21	658.3 ^a	641.3 ^a	611.0 ^a	537.2 ^b	0.0122
28	1140.6 ^a	1110.4 ^a	1015.7 ^b	870.1 ^c	0.0005
35	1618.7 ^a	1614.5 ^a	1549.2 ^a	1433.8 ^b	0.0005
42	2114.9	2111.1	2107.3	2088.4	

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.2. CONSUMO DE ALIMENTO

A partir del día 35 se presentó un menor consumo en la dieta a la que no se le incluyó fósforo inorgánico y se suplementó con fitasa. Esto se explica en parte como una reacción

de las aves para compensar la menor densidad de nutrientes de dicha dieta (Cuadro 3). Estos resultados coinciden con los obtenidos por UBA, INTA y BASF (1999). Al día 42 los tratamientos 1, 2 y 3 presentaron los mayores consumos en relación al tratamiento 4 ($P=0.0001$), resultados que no coinciden con los obtenidos por Sebastián *et al.* (1997) quien encontró mayores consumos de las dietas suplementadas con fitasa.

Cuadro 3. Efecto de la enzima fitasa sobre el consumo de alimento

Día	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴	P
	(g)				
7	103.5	102.3	101.5	97.4	
14	394.1	393.0	375.3	358.9	
21	783.1 ^a	763.5 ^a	738.1 ^a	656.6 ^b	0.0036
28	1586.4	1502.8	1305.9	1233.1	
35	2632.8 ^a	2627.4 ^a	2470.8 ^b	2145.0 ^c	0.0001
42	3585.9 ^a	3549.8 ^a	3450.2 ^a	2984.5 ^b	0.0001

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.3. CONVERSIÓN ALIMENTICIA

La dieta con fitasa y sin fósforo inorgánico mostró una mejor conversión alimenticia (Cuadro 4), que alcanzó niveles significativos ($P=0.0176$) en el día 42. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Solis (1999) en donde la conversión alimenticia mejoró al dosificar fitasa. Otro estudio es el realizado por Ravindran *et al.* (1999) quienes encontraron que la suplementación de fitasa mejoró el índice de conversión alimenticia.

Cuadro 4. Efecto de la enzima fitasa sobre la conversión alimenticia

Día	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴	P
	(g)				
7	0.90	0.89	0.89	0.86	
14	1.28	1.27	1.25	1.25	
21	1.22	1.21	1.19	1.18	
28	1.50	1.47	1.39	1.35	
35	1.63	1.62	1.59	1.50	
42	1.70 ^a	1.68 ^a	1.64 ^a	1.43 ^b	0.0176

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.4. MORTALIDAD

La mortalidad fue baja y no hubo diferencias entre los tratamientos (Cuadro 5). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ravindran (1999) quien obtuvo 2.4% de mortalidad, lo que se considera aceptable y no tuvo relación con la adición o no de fitasa.

Cuadro 5. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de mortalidad

Día	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	(%)			
7	1.22	0.73	0.24	1.46
14	1.74	0.73	0.24	1.99
21	3.02	0.98	0.49	2.25
28	3.54	0.98	0.49	2.50
35	3.80	1.48	0.74	3.03
42	3.87	1.50	0.74	3.52

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.5. PESO EN CANAL

Al sacrificio no se encontró diferencia en los pesos obtenidos (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Solis (1999) en los que la adición de fitasa no influyó significativamente en el peso de las aves. Otro estudio es el realizado por Simons *et al.* (1990) quien encontró que la respuesta en peso de los pollos suplementados y no suplementados con fitasa fue similar.

Cuadro 6. Efecto de la enzima fitasa sobre el peso en canal

T1	T2	T3	T4
..... (g)			
1486.5	1477.5	1467.5	1342.7

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.6. PORCENTAJE DE PECHUGA

El peso de la pechuga fue similar en todos los Tratamientos (Cuadro 7). Estos resultados concordaron con los obtenidos por UBA, INTA & BASF (1999) quienes tampoco observaron diferencias en el porcentaje de pechuga entre Tratamientos.

Cuadro 7. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de pechuga deshuesada

T1	T2	T3	T4
..... (%)			
22.07	22.08	22.95	22.22

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.7. PORCENTAJE DE GRASA ABDOMINAL

No se encontró diferencia en la cantidad de grasa abdominal entre tratamientos (Cuadro 8). Estos resultados concordaron con los obtenidos por UBA, INTA & BASF (1999) quienes tampoco observaron diferencias en el contenido de grasa entre tratamientos.

Cuadro 8. Efecto de la enzima fitasa sobre el porcentaje de grasa abdominal

T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
..... (%)			
2.81	2.34	2.98	2.30

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

3.8. RENDIMIENTO EN CANAL

A lo largo de los 42 días, no se notaron diferencias en el rendimiento canal. Se observó mayor rendimiento en el tratamiento testigo (Cuadro 9). El tratamiento con 0% de fósforo inorgánico suplementado presentó el menor porcentaje de rendimiento en canal debido a su menor peso a los 42 días.

Cuadro 9. Efecto de la enzima fitasa sobre el rendimiento en canal

T1	T2	T3	T4
..... (%)			
70.2	69.9	69.6	64.2

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU.

³ T2, sin Natuphos[®].

⁴ Control más Natuphos[®] a razón de 400FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico.

4. CONCLUSIONES

La fitasa no tuvo efectos que incidieran sobre la producción de pollos de engorde bajo las condiciones de Zamorano.

La variación en el porcentaje de fósforo en las dietas produjo diferencias no significativas en cuanto a los parámetros biológicos y productivos.

5. RECOMENDACIONES

Se sugiere llevar a cabo un estudio en donde se utilice fitasa a razón de 600 FTU en vez de 400 FTU que es lo que se evaluó en el presente estudio.

Elaborar un estudio en el que se evalúe la reducción en la excreción de fósforo tomando en cuenta el impacto ecológico.

3. BIBLIOGRAFÍA

ALA, (2000). Asociación Latinoamericana de Avicultura, Panamá.

CABAHUG, S.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. y BRYDEN, W.L. (1999) Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous contents. I. Effects on bird performance and toe ash. *British Poultry Science* 40: 660-666

COELHO, M.B. (2000). Nutrition and Health/Poultry. Positive, negative traits of phosphorous examined. BASF Corp. Mt. Olive, N.J. 12:20-24

COSGRIVE, D.J. (1966). The chemistry and biochemistry of inositol polyphosphates. *Reviews of Pure and Applied Chemistry* 16, 209-224.

FANDREJEWSKI, H.; RAJ, S.; WEREMKO, D. y ZEBROWSKA, T. (1997). Apparent digestibility in experimental feeds and the effect of commercial phytase. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 10:665-670.

HUFF, W.E.; MOORE, P.A.; WALDROUP, A.L.; WALDROUP, J.M.; BALOG, J.M.; HUFF, N.C.; RATH, T.C.; DANIEL, y RABOYS. (1998). Effect of dietary phytase and high available phosphorous corn on broiler chicken performance. *Poultry Science* 77:1899-1904.

KORNEGAY, E.T. (1999). Effectiveness of Natuphos Phytase in Improving the Bioavailability of Phosphorus and Other Nutrients for Broilers and Turkeys, In: *Phytase in Animal Nutrition and Waste Management* (M.B. Coelho and E.T. Kornegay), BASF Corporation, Mount Olive, NJ. PP. 275-288.

LEESON, S. (1993). Recent advances in fat utilization by poultry. In *recent advances in animal nutrition Australia*, D.J. Farrell (ed), University of New England, Armidale, pp. 170.

NELSON, T.S. (1967). The utilization of phytate phosphorous by the chick. A Review *Poultry Science* 46:862

RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L. y KORNEGAY, E.T. (1999). Phytases: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. *Poultry and Avian Biology Reviews* 6, 125-143

ROJAS, S.W. y SCOTT, M.L. (1996). Factors affecting the nutritive value of cottonseed meals a protein source in chick diets *Poultry Science* 48, 819-835.

SAS Institute, 1993. SAS[®] User's Guide Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBUM, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. (1997). Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed with a sorn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poultry Sci.* 76:1760-1769.

SIMONS, P.C.M.; VERSTEEGH, H.A.J.; JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.A.; SLUMP, P.; BOS, K.D.; WOLTERS, M.G.E.; BEUDEKER, R.F. y VERSCHOOR, G.J. (1990). Improvement of phosphorous availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br.J.Nutr.* 64:525-540.

SOLIS, J. (1999). Uso de fitasas en dietas para aves. Productos Roche, S.A. Guatemala.

TAYLOR, T.G. (1965). The availability of the calcium and phosphorous of plant materials for animals *Proceedings of the Nutrition Society* 24 105-111.

UBA, INTA y BASF. (1999). Uso de fitasas (Natuphos[®]) en dietas para pollos parrilleros. Facultad de Ciencias Veterinarias de México, pp. 12.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento a los 42 días

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de Alimento
Tratamiento	3	552.7875 (0.9901)	309216.1789 (0.0316)
Bloque	3	2651.6975 (0.9111)	88132.4272 (0.0316)
Error	9	15214.1291	18956.4267
C.V.		5.85	4.05
R ²		0.065	0.875

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para índice de conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad a los 42 días.

Fuente	G.L.	Índice de conversión	Porcentaje de Mortalidad
Tratamiento	3	0.0605 (0.0084)	0.0057 (0.3494)
Bloque	3	0.0189 (0.0189)	0.0006 (0.9355)
Error	9	0.0082	0.0045
C.V.		5.6062	119.6246
R ²		0.7640	0.3152

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para porcentaje de pechuga y porcentaje de grasa abdominal a los 42 días

Fuente	G.L.	Porcentaje de Pechuga	Porcentaje de Grasa Abdominal
Tratamiento	3	0.0003 (0.7696)	0.0003 (0.4536)
Bloque	3	0.0007 (0.4618)	0.00005 (0.9230)
Error	9	0.0007	0.0003
C.V.		5.63	12.57
R2		0.305	0.271

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso de canal a los 42 días

Fuente	G.L.	Peso de Canal
Tratamiento	3	18308.7291 (0.3141)
Bloque	3	5760.5625 (0.7365)
Error	9	13396.2291
C.V.		8.02
R2		0.3745

301109