

Efecto de la fitasa (Natuphos[®]) sobre la excreción de nitrógeno y fósforo en pollos de engorde

Miguel Francisco Alvarado Teni

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2000

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Efecto de la fitasa (Natuphos[®]) sobre la excreción de
nitrógeno y fósforo en pollos de engorde**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el grado académico de Licenciatura

Presentado por

Miguel Francisco Alvarado Teni

Zamorano, 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 del autor.

Miguel Francisco Alvarado Teni

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2000

Efecto de la fitasa (Natuphos[®]) sobre la excreción de nitrógeno y fósforo en pollos de engorde

Presentado por

Miguel Francisco Alvarado Teni

Aprobada

Dr. Abel Gernat
Asesor Principal

Dr. Miguel Vélez
Coordinador de Area Temática

Ing. Rogel Castillo
Asesor Secundario

Ing. Jorge Iván Restrepo
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Ing. Gerardo Murillo
Asesor Secundario

Dr. Antonio Flores
Decano Académico

Dr. John Jairo Hincapié
Coordinador PIA Zootecnia

Dr. Keith L. Andrews
Director General

DEDICATORIA

A mis padres Francisco y Elvia por todo su apoyo incondicional, por toda la comprensión que tuvieron hacia mí, por haberme dado la oportunidad de ser alguien mejor en la vida por ser siempre mis guías que nunca me abandonan, por estar siempre conmigo en las buenas y en las malas gracias padres por todo su cariño.

A mis hermanos Helmuth, Jenny y Shuandy, por ser los mejores hermanos que Dios me pudo haber dado, gracias por haberme ayudado siempre que los necesite, por ser buenos ejemplos en mi vida ya que gracias a ustedes yo pude caminar con mayor seguridad en la vida, sencillamente muchas gracias a los tres.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por todo el apoyo y cariño que me han dado durante estos cuatro años.

Al Dr. Abel Gernat por guiarme en la elaboración de este proyecto y por sus conocimientos compartidos.

Al Ing. Castillo por su incondicional disposición para ayudarme en la elaboración de este proyecto.

Al Ing. Murillo por su participación en el proyecto y por toda su ayuda en la elaboración del mismo.

A César Monroy por toda la ayuda y apoyo que siempre me brindo, mil gracias Edy.

A mis hermanos de la vida Juan Barillas, Adolfo del Cid, Juan Luis Gómez, Diego Vila, Pietro Albani, César Monroy, Luis Ponce, Miguel Molina, Rafael García-prendes, por todo su apoyo.

A mis compañeros de la sección de aves Héctor Ferréira, Luís Morales y Luís López por los buenos momentos vividos.

A mis amigos de siempre Mario Valladares, Tomas Leal, Erick Quím, Alejandro Portillo, Mario y Gabriel Estrada y Esteve de la Vega, gracias por su amistad y apoyo.

A Bertha por su valiosa y sincera amistad.

Al Lic. Berlioz por su sincera amistad y por los buenos momentos convivido.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A mis padres por patrocinar me los tres años del Programa de Agrónomo y por el año del Programa de Ingeniería Agronómica, a mí hermano Helmuth por haber contribuido en gran parte para el logro de mi carrera.

RESUMEN

Alvarado Teni, Miguel Francisco. 2000. Efecto de la fitasa (Natuphos[®]) sobre la excreción de nitrógeno y fósforo en pollos de engorde. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 14 p.

En la producción avícola la alimentación representa 70% de los costos, por lo que los productores buscan la manera de hacer más eficiente el aprovechamiento del alimento por los pollos. Se han usado las fitasas, ya que éstas son producidas en bajas cantidades por animal, estas enzimas ayudan a desdoblar el fósforo orgánico y mejoran el aprovechamiento del nitrógeno por el ave. El objetivo del estudio fue evaluar la fitasa (Natuphos[®]) en dietas de pollos de engorde de la línea Arbor Acres[®] × Arbor Acres[®]. Se usaron 25 pollos/jaula de un día de edad, alojados en dos baterías de cuatro compartimientos cada una, con medidas de 1.80 m de largo y 0.93 m de ancho, con dos réplicas por tratamiento. Los tratamientos fueron el control en base a maíz y harina de soya, dieta control más Natuphos[®] a razón de 400 FTU, dieta control con sólo el 65% de fósforo inorgánico sin Natuphos[®] y dieta control con Natuphos[®] a razón de 400 FTU, sin la suplementación de fósforo inorgánico. Se determinaron el peso corporal, consumo acumulado, conversión alimenticia, mortalidad y se analizó el contenido de fósforo y nitrógeno en las heces para determinar el nivel de absorción. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el peso corporal y consumo acumulado, siendo los mejores la dieta control y control más Natuphos[®] a razón de 400 FTU, pero no se encontró diferencia entre los tratamientos en la conversión alimenticia, mortalidad o absorción de fósforo y nitrógeno. Natuphos[®] sin fósforo inorgánico a ese nivel de dosis bajo, no ayudó a mejorar las variables medidas ya que no logró absorber todo el fósforo orgánico de la dieta.

Palabras Claves: Análisis, broilers, enzimas.

NOTA DE PRENSA

¿ES LA FITASA UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR EL APROVECHAMIENTO DE ALIMENTO EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA?

Actualmente se busca la manera de mejorar la disponibilidad de los nutrientes del alimento para su utilización por el ave. Una de las formas más efectiva que se conoce hasta ahora es la utilización de enzimas, como las fitasas.

Estas enzimas desdoblan el alimento para hacer más disponible el fósforo orgánico y mejorar el aprovechamiento de nitrógeno, con esto se disminuye la suplementación de fósforo inorgánico y aumenta la capacidad del ave de asimilar los mismos.

En Zamorano se realizó un experimento utilizando el producto Natuphos[®], que contiene una fitasa microbiana, capaz de actuar sin ningún problema en el tracto digestivo del animal.

Como resultado, se obtuvo que la utilización solamente de la fitasa a una dosis de 400FTU no mejoró la absorción de fósforo y nitrógeno, pero la combinación de fitasas con 65% de fósforo inorgánico tuvieron los mismos resultados con la dieta control, por lo que los costos de la dieta disminuyen.

Se recomienda utilizar el producto a dosis mas altas 500FTU, para que el producto logre desdoblar todo el fósforo orgánico presente en el alimento y puede ser aprovechado por al ave.

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
	Indice de Cuadros.....	x
	Indice de Anexos.....	xi
1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	MATERIALES Y METODOS.....	3
2.1	Localización.....	3
2.2	Animales.....	3
2.3	Tratamientos.....	3
2.4	Diseño Experimental.....	5
2.5	VARIABLES MEDIDAS.....	5
2.6	Análisis Estadístico.....	5
3	RESULTADOS Y DISCUSION.....	6
3.1	Peso Corporal.....	6
3.2	Consumo de Alimento.....	6
3.3	Conversión Alimenticia.....	7
3.4	Mortalidad.....	7
3.5	Fósforo en las heces.....	8
3.6	Nitrógeno en las heces.....	8
4	CONCLUSIONES.....	10
5	RECOMENDACIONES.....	11
6	BIBLIOGRAFIA.....	12
7	ANEXOS.....	14

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Dietas experimentales.....	4
2.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en el peso corporal.....	6
3.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en el consumo acumulado.....	7
4.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en la conversión alimenticia.....	7
5.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en la mortalidad.....	8
6.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en el porcentaje de fósforo en las heces.....	8
7.	Efecto de la fitasa Natuphos [®] en el porcentaje de nitrógeno en las heces.....	9

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la tercera semana.....	14
2.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la tercera semana.....	14
3.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para excreción de nitrógeno y fósforo en la tercera semana.....	14

1. INTRODUCCION

Actualmente la producción avícola se basa en los concentrados cuyos dos ingredientes principales (maíz y soya) son de origen vegetal, en los cuales alrededor del 67% de fósforo está en forma de ácido fitico o fitatos de fósforo. Los no rumiantes (aves y cerdos), carecen de fitasas en el intestino lo que conduce a que el fósforo de origen vegetal tenga baja digestibilidad. Este problema induce a que los productores suplementen fósforo inorgánico en la dieta para cubrir los requerimientos del ave, pero estas fuentes de fósforo inorgánico presentan una baja digestibilidad (70%) y aumentan el costo de la dieta, además contribuye a la presencia elevada de fósforo en las heces (Nelson *et al.*, 1971; Jongbloed, 1987; Cromwell, 1997).

El fósforo es un nutriente esencial y crítico para la producción animal, ya que del total de elementos minerales en el cuerpo, el calcio y, el fósforo representan el 70% y son esenciales para la formación de huesos, transferencia de energía y como regulador de pH en la sangre, además de controlar el apetito, la ganancia de peso y la conversión alimenticia. Si no se suplementa adecuadamente la cantidad de fósforo necesario se presentará un crecimiento reducido, altas mortalidades y reducción en la calidad de la canal (Leeson, 1993).

Según Pallauf y Rimbach (1993), la interacción del pH del intestino con el ácido fiticos o con fitatos de fósforo causan la formación de fitatos insolubles de fósforo y calcio, el zinc, cobre, cobalto, magnesio, manganeso y hierro. Una forma de contrarrestar estos problemas es la utilización de fitasas, que son enzimas que vuelven asimilables al ácido fitico y a los fitatos de fósforo para ser utilizados por el animal.

La adición de fitasas en las dietas reduce la suplementación de fósforo inorgánico y la presencia de fósforo no asimilado en las heces, además de reducir el costo de la dieta¹. Según Schöner y Hopper (1992), la respuesta a la fitasa tiene una tendencia lineal hasta una dosis de 600FTU/kg de alimento (FTU cantidad de enzima que libera 1micromol de fosfato inorgánico por minuto de 0.0051 mol/l de fitato de sodio bajo un pH de 5.5 y a una temperatura de 37°C a partir de una cantidad sobrante de fitato de calcio) y arriba de esta dosis la respuesta es menor.

La fitasa también mejora la liberación de proteínas y aminoácidos ya que causa una hidrólisis de complejos de proteína con fitatos que se encuentran: a) naturalmente en los alimentos vegetales, b) formados en el intestino animal, c) formados por fitatos y aminoácidos libres en el concentrado (Cosgrove, 1980). Como resultado hay una mejor asimilación de las proteínas y aminoácidos y reduce la presencia de nitrógeno en las heces.

Las semillas de numerosas plantas incluidos cereales tienen fitasa, la desventaja de estas enzimas vegetales es que tiene una actividad relativamente baja y pueden fluctuar grandemente, y se inactiva a pH ácidos. En cambio la s fitasas de origen microbiano, como la que se obtienen de *Aspergillus niger* son tolerantese incluso aumentan su actividad a pH bajos (Jongbloed, 1992; Yi *et al.*, 1996).

¹ Alex Oderkirk. 1998. Phytase enzyme for layer. <http://aagri.gou.ns.ca/pt/lives/poultry/laypull/phytase.htm>. Accesado: 4 de Noviembre del 2000.

Natuphos[®] es una presentación de fitasa que libera el fósforo del anillo de fitato con los que el organismo puede absorber este mineral, además reduce en más de una tercera parte el contenido de fósforo en el estiércol de cerdos y aves.

Basado en lo anterior, en el Zamorano se evaluó la inclusión de la fitasa (Natuphos[®]) en dietas de pollos de engorde sobre la excreción de nitrógeno y fósforo en las heces.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 LOCALIZACION

El estudio se realizó en los galpones de la sección de aves en Zamorano a 32 km de Tegucigalpa, a una altitud de 800 msnm, con una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1,100 mm.

2.2 ANIMALES

Se usaron 200 pollos de la línea Arbor acres × Arbor acres[®] de un día de edad, los cuales fueron alojados aleatoriamente en dos baterías con cuatro compartimientos de 0.93 m de ancho y 1.80 m de largo. Se distribuyeron 25 pollos por compartimiento a una densidad de 15 pollos/m². Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* y fueron sometidos a un programa de luz de 24 horas.

2.3 TRATAMIENTOS

Los tratamientos fueron en base a la dieta control, cambiando en algunos los porcentajes de fósforo y la inclusión ó 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 utilizó lo mismo que en el Tratamiento 2, pero sin la suplementación de fitasa por lo que quedó como un tratamiento negativo.

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

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

T3: T2, sin Natuphos[®].

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

Las dietas se formularon de acuerdo a los requerimientos de la línea de los pollos de engorde.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se usó un diseño en bloques completamente al azar, con dos repeticiones por cada tratamiento. El experimento se llevó a cabo hasta los 21 días de edad.

2.5 VARIABLES MEDIDAS

- Peso corporal (g), se pesaron todos los pollos cada 7 días.
- Consumo alimento (g), fue calculado con la diferencia entre el concentrado entregado al principio de la semana y el residual al final de la misma.
- Conversión alimenticia, fue calculada a partir de los pesos corporales y el consumo acumulado de alimento.
- Mortalidad diaria (%), fue necesaria para calcular la mortalidad semanal.
- Contenido de nitrógeno y fósforo en las heces. Las muestras se tomaron cada semana durante 24hr. Para el análisis de fósforo se utilizó el método de la digestión húmeda del fosfomolibdeno azul para el análisis de nitrógeno se utilizó el método de kjeldahl.

2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos se evaluaron con ANDEVA usando el Modelo Lineal General (GLM) del programa estadístico "Statistical Analysis System" (SAS[®], 1993). Los datos en porcentaje se sometieron a la corrección con arcoseno y la separación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de diferencia mínima significativa (LSD). Una probabilidad de ($P < 0.05$) fue requerida para reconocer el grado de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 PESO CORPORAL

Al final de la tercera semana la dieta control junto con los Tratamientos 2 y 3 mostraron los mejores pesos ($P= 0.0248$) que el Tratamiento 4, sin fósforo inorgánico (Cuadro 2). Huff *et al.* (1998) encontró que la adición de fitasa no tuvo efecto sobre el peso corporal en los días 21 y 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. En otro estudio Lesson (1993) muestra que la utilización de fitasa aumentó el peso corporal en los animales.

Cuadro 2. Efecto de la fitasa Natuphos[®] en el peso corporal.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(g)-----			
7	126.3 ^{ab}	130.3 ^a	121.5 ^{ab}	111.7 ^b
14	323.2 ^a	325.1 ^a	291.4 ^b	267.7 ^c
21	624.5 ^a	612.3 ^a	555.0 ^{ab}	508.7 ^b

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

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.

En el Tratamiento 4, el bajo peso pudo deberse a que no se suplementó con fósforo inorgánico y que la dieta estaba disminuida en su contenido de proteína y aminoácidos, por lo que el animal no pudo llenar sus requerimientos productivos.

3.2 CONSUMO DE ALIMENTO

Al final de la tercera semana los animales con la dieta control junto con los Tratamientos 2 y 3 mostraron el mayor consumo ($P= 0.05$) y fueron diferentes de el Tratamiento 4, que mostró el menor consumo (Cuadro 3). Esto no coincide con lo reportado por Sebastián *et al.* (1997) quienes encontraron un mayor consumo en los tratamientos con fitasa.

Cuadro 3. Efecto de la fitasa Natuphos® en el consumo acumulado.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(g)-----			
7	105.2	104.8	99.5	89.7
14	390.1 ^a	395.4 ^a	367.8 ^{ab}	342.0 ^b
21	859.1 ^a	852.6 ^a	780.0 ^{ab}	735.8 ^b

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P< 0.05)

¹ Control en base a maíz y harina de soya.

² Control más Natuphos® a razón 400FTU.

³ T2, sin Natuphos®.

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

El Tratamiento 4, mostró el menor consumo al final del experimento, esto pudo deberse a que no se suplemento con fósforo inorgánico y a la disminución de proteína y energía en la dieta, por lo que el animal no tuvo un mayor crecimiento reduciendo así la cantidad de alimento para llenar sus requerimientos.

3.3 CONVERSION ALIMENTICIA

Al final de la tercera semana no hubo diferencia significativa en la conversión alimenticia entre los tratamientos (Cuadro 4). Esto coincide con Shoail y Roland (1999) quienes con dos niveles de fitasa (300 y 600 FTU) no encontraron diferencia en la conversión alimenticia.

Cuadro 4. Efecto de la fitasa Natuphos® en la conversión alimenticia.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(g)-----			
7	0.84	0.80	0.82	0.81
14	1.21	1.22	1.27	1.28
21	1.38	1.39	1.41	1.45

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P< 0.05)

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

Al final de la tercera semana no se encontró diferencia significativa en la mortalidad entre los tratamientos (Cuadro 5). Lesson (1993) establece que si no se suplementa adecuadamente la cantidad de fósforo tendrá como resultado una alta mortalidad.

Cuadro 5. Efecto de la fitasa Natuphos® en la mortalidad.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(%)-----			
7	1.9	0.0	0.0	0.0
14	1.9	0.0	0.0	1.9
21	1.9	0.0	0.0	3.8

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente (P< 0.05)

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.

El no encontrarse diferencia en mortalidad es debido a que la fitasa si logró llenar los requerimientos de mantenimiento del animal pero no los de producción por lo que las mortalidades pudieron deberse a otros factores.

3.5 FOSFORO EXCRETADO

Al final de la tercera semana no se encontró diferencia significativa en la cantidad de fósforo excretado por los pollos (Cuadro 6). Esto no coincide con lo reportado por Simons *et al.* (1990), Kornegay (1996) y Waldroup (1999) en que reportaron que el uso de fitasa (200 a 1000 FTU) reduce la excreción de fósforo en las heces entre un 25 y un 50 %. Schwarz (1992) encontró que la utilización de fitasas (500 FTU) reducía en un 32 % el contenido de fósforo en las heces. Cromwell (1997), Jongbloed (1987) y Klein (1991) encontraron también una reducción en el contenido de fósforo en las heces al utilizar fitasas en el alimento

Cuadro 6. Efecto de la fitasa Natuphos® en el porcentaje de fósforo en las heces.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(%)-----			
7	0.99	0.84	0.84	0.51

14	0.86	0.81	0.63	0.52
21	0.83	0.98	0.81	0.47

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

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.

Una posible causa de no haber encontrado diferencia entre los tratamientos fue que los animales solo se llevaron hasta la tercera semana de edad, por lo que sus niveles de consumo de fitasa fueron bajos.

3.6 NITROGENO EXCRETADO

Al final de la tercera semana no se encontró diferencia en la cantidad de nitrógeno excretado por los pollos (Cuadro 7). Esto no coincide con lo reportado por Ravindran *et al.* (1999) que encontraron que la fitasa aumentaba el aprovechamiento del nitrógeno en un 3.5 %, pero si coincide con Biehl *et al.* (1995) quienes utilizando fitasa a 600FTU, no encontraron diferencia significativa en la cantidad de nitrógeno excretado.

Cuadro 7. Efecto de la fitasa Natuphos[®] en el porcentaje de nitrógeno en las heces.

Días	T1 ¹	T2 ²	T3 ³	T4 ⁴
	------(%)-----			
7	4.96	5.46	5.11	5.59
14	5.18	5.17	5.03	5.52
21	5.64	6.69	5.71	5.23

* Medias en la misma fila con diferentes letras difieren significativamente ($P < 0.05$)

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.

Una posible causa por la que no se encontró diferencia entre los tratamientos fue la forma en la que se secaron las heces, ya que las muestras pierden gran parte del nitrógeno que contienen al no ser analizadas rápidamente.

4. CONCLUSIONES

La dieta control y el Tratamiento 2, no tuvieron diferencia en peso, consumo, mortalidad, conversión y en contenido de nitrógeno y fósforo en las heces.

Con el Tratamiento 4, se obtuvieron los menores pesos y consumos de alimento.

No se encontraron diferencias entre los tratamientos en la conversión alimenticia y la mortalidad.

Con el nivel de fitasa Natuphos[®] utilizados no se encontraron una disminución en la excreción de nitrógeno y fósforo en las heces.

5. RECOMENDACIONES

Repetir el estudio pero llevando los animales hasta los 42 días de edad.

Estudiar otros niveles de fitasas para ver los efectos sobre las variables medidas.

Hacer un estudio en gallinas ponedoras para ver el efecto de la fitasa en la calidad del huevo.

6. BIBLIOGRAFIAS

BIEHL, R.R.; BAKER, D.H.; DE LUCA, H.F. 1995. 1-hydroxylated cholecalciferol compound act additively with microbial phytase to improve phosphorus, zinc and manganese utilization in chick fed soy-based diet. *J. Nutr.* 125: 2407-2416.

COSGROVE, D.J. 1980. *Inositol Phosphate: Their chemistry, biochemistry and physiology.* Elsevier Scientific Publishing Co. New York, NY.

CROMWELL, G.L. 1997. Technologies to minimize nitrogen and phosphorus excretion by swine, ADM swine nutrition and management seminar, Ames, Iowa, February 6, 1997.

HUFF, W.E.; MOORE, P.A.; WALDROUP, P.W.; BALOG, J.M.; HUFF, G.R.; RATH, N.C.; DANIEL, T.C.; RABOY, V. 1998. Effect of dietary phytase end high available phosphorus corn on broiler chicken performance. *J. Poultry. Sci.* 77: 1899-1904.

JONGBLOED, A.W. 1987. Phosphorus in the feeding of pigs, Ph.D. Thesis. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.

JONGBLOED, A.W. 1992. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. *Livest. Prod. Sci.* 31: 75-94.

KORNEGAY, E.T. 1996. 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, editors), BASF Corporation, Mount Olive, NJ. PP. 275-288.

KLEIN, F.W. 1991. Futterwertleistungsprüfung für Broilermastfutter. *DGS* 18:510.

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

NELSON, T.S.; SHIEH, T.R.; WODZINSKI, R.J.; WARE, J.H. 1971. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks. *J. Nutr.* 101: 1289.

PALLAUF, V.J.; RIMBACH, G. 1993. Enzymeinsatz in der Tierernährung am Beispiel Phytase. In: *Vitamine und weitere Zusatzstoffe bei Mensch und Tier.* (G. Flachowsky and R. Shubert, Eds.) *Proceed. 4th symp.* Jena, 30.09:354.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. *Poultry Sci.* 78: 699-706.

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

SCHÖNER, F.J.; HOPPE, P.P. 1992. Microbial phytase, a tool to alleviate environmental phosphorus pollution from broiler production. *Proc. World's poultry Congress* 3:429-432.

SCHWARZ, G. 1992. Benefit of microbial phytase on phosphorus availability and excretion in poultry and swine feeding. NFIA Nutrition Institute, Chicago. P. 1-12.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBUM, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. 1997. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed 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.; VERSCHOOR, G.J. 1990. improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. *Br. J. Nutr.* 64: 525-540.

SOHAIL, S.S.; ROLAND, D.A. 1999. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six weeks of age. *Poultry Sci.* 78: 550-555.

WALDROUP, P.W. 1999. Nutritional approaches to reducing phosphorus excretion by poultry. *Poultry Sci.* 78: 683-691.

YI, X.; Kornegay, E.T.; Denbow, D.M. 1996. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of turkey puolts fed corn-soybean meal diets. *Poultry Sci.* 75: 979-9990.

7. ANEXOS

Anexo 1. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y consumo de alimento en la tercera semana.

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Consumo de Alimento
Tratamiento	3	5764.49 (0.0248)	7059.64 (0.0195)
Bloque	1	1005.76 (0.1981)	236.53 (0.4893)
Error	3	370.69	382.99
C.V.		3.34	2.42
R2		0.94	0.94

Anexo 2. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para conversión alimenticia y mortalidad en la tercera semana.

Fuente	G.L.	Conversión Alimenticia	Mortalidad
Tratamiento	3	0.001812 (0.7215)	0.01009 (0.6959)
Bloque	1	0.002812 (0.4535)	0.00090 (0.8426)
Error	3	0.003812	0.01929
C.V.		4.38	232.76
R2		0.41	0.35

Anexo 3. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para excreción de fósforo y nitrógeno en la tercera semana.

Fuente	G.L.	Fósforo	Nitrógeno
Tratamiento	3	0.042289 (0.6262)	0.000195 (0.9970)
Bloque	1	0.00166 (0.8817)	0.042315 (0.1711)
Error	3	0.06336	0.01318
C.V.		39.00	3.34
R2		0.40	0.94

CUADROS

Cuadro 1. Dietas Experimentales

Ingredientes	INICIO			
	T1	T2	T3	T4

	(%)-----			

Maiz	51,01	53,35	53,35	54,18
Harina de Soya (46%PC)	40,98	40,16	40,16	40,03
Carbonato de Calcio	1,76	1,71	1,71	2,04
Fosfato Monocalcico	1,12	0,73	0,73	0,00
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Broiler Premix ¹	0,30	0,30	0,30	0,30
Aceite vegetal	4,38	3,30	3,30	3,00
Oxitetraciclina ²	0,01	0,01	0,01	0,01
Sacox ³	0,02	0,02	0,02	0,02
DL-Metionina	0,12	0,12	0,12	0,12
Natuphos ⁴	0,00	0,008	0,00	0,008
Análisis calculado				
Energía metabolizable Kcal/kg	3100	3100	3100	3100
Proteína cruda %	23,00	23,00	23,00	23,00
Calcio %	0,90	0,90	0,90	0,90
Fósforo disponible %	0,45	0,45	0,45	0,30
Lisina %	1,41	1,41	1,41	1,41
Metionina %	0,50	0,50	0,50	0,50

¹El broiler premix provee las siguientes cantidades por kg de la dieta: Vitamina A, 10,000 UI; Colicalciferol, 2,500 UI; Vitamina E, 10 UI; Vitamina K3, 2 mg; Riboflavina, 5 mg; Niacina, 35 mg; D-Pantotenato de calcio, 10 mg; Biotina, 434.7 mg; Acido fólico, 0.75 mg; Vitamina B12, 12 mg; Cloruro de Colina, 250 mg; Manganeso, 70 mg; Hierro, 30 mg; Zinc, 50 mg; Cobre, 10 mg; Yodo, 1.5 mg; Cobalto, 0.15 mg; Selenio, 0.19 mg; Antioxidante, 10 mg.

² Oxitetraciclina, Antibiótico, 6.60gr / 100 kg de alimento, Ascog Hamburg Germany.

³Sacox, Prevención de coccidiosis en pollos de engorde, 22gr / 100 kg de alimento, Hoechst Marion Roussel.

⁴Natuphos, fitasa, BASF, Germany.