

01621
36



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EL USO DE LA FITASA EN DIETAS PRACTICAS PARA
POLLOS DE ENGORDA.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
RAUL GUERRERO ELIZARRARAZ**

**ASESORES: MVZ MPA. ARTURO CORTES CUEVAS
MVZ MSc. ERNESTO AVILA GONZALEZ**



MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2003

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

EL USO DE LA FITASA EN DIETAS PRACTICAS PARA POLLOS DE ENGORDA

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
De la Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Medico Veterinario Zootecnista
por
Raúl Guerrero Elizarraraz

Asesores:

MVZ MPA. Arturo Cortes Cuevas
MVZ MSc. Ernesto Ávila González

México, D.F.

2003

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DEDICATORIA

A mis padres:

Por formar en mi el habito del estudio desde pequeño, ya que sin su apoyo ni consejos mi vida no seria la misma

A ti papa, que aunque ya nos estas con nosotros es una pequeña muestra de mi amor por ti y este pequeño trabajo es en tu honor.

A mi Citlali porque en el tiempo que llevamos juntos siempre me ha apoyado tanto en lo personal como en lo profesional

A Fernandita que es el motor de mi vida ya que con su llegada ha sido para alegrar a la familia

A mi abuelo porque sin sus sabios consejos y enseñanzas me han hecho mejorar como persona

A mis hermanos por su ayuda incondicional en todo momento y porque siempre hemos estado juntos para salir adelante

A todos mis amigos desde la infancia hasta la madurez gracias a todos por compartir su amistad conmigo, esta es una pequeña muestra de mi amistad

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, mediante la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por haberme formado profesionalmente.

A todos los académicos que intervinieron durante mi educación ya que sin todos sus consejos y enseñanzas jamás hubiera logrado esto

Al personal del C.E.I.E.P.A. por abrirme las puertas para trabajar con ellos, por su amabilidad y amistad brindadas al Dr. Jaime, Dr. Arturo, Dr. Benjamín, Dr. Tomas, Dra. Elizabeth y al Dr. Ezequiel

A mis asesores, por su tiempo y comentarios profesionales para que este trabajo saliera lo mejor posible

En especial al Dr. Ernesto Ávila porque me dio la oportunidad de trabajar con él y gracias a ello pude aprender un poco de sus muchos conocimientos y gran experiencia profesional.

A los miembros del jurado por su colaboración:

**MVZ MC. Ezequiel Sánchez Ramírez
MVZ. Jaime Esquivel Peña
MVZ MC. Benjamín Fuente Martínez
MVZ MC. Marco Antonio Juárez Estrada
MVZ MPA. Arturo Cortes Cuevas**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

CONTENIDO

	<i>Páginas</i>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	8
HIPÓTESIS.....	9
MATERIAL Y METODOS	10
RESULTADOS.....	13
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIONES	17
LITERATURA CITADA.....	18
CUADROS.....	25

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

RESUMEN

Raúl Guerrero Elizarraraz. El uso de la fitasa en dietas prácticas para pollos de engorda (Bajo la supervisión de: MVZ MPA Arturo Cortes Cuevas, MVZ MSc Ernesto Ávila González)

Con la finalidad de evaluar si la adición de la enzima fitasa en dietas sorgo + pasta de soya con menor contenido de Calcio (Ca) y Fósforo (P) (0.1%), para pollos de engorda no tiene efecto detrimental sobre los parámetros productivos, se realizó el presente experimento. Se emplearon 600 pollos de engorda (300 machos y 300 hembras) de un día de edad de la línea comercial Ross x Ross, los cuales se distribuyeron en 12 corrales divididos en 4 tratamientos con 3 repeticiones de 50 pollos cada uno. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 2; donde un factor fue el sexo y el otro la dieta normal o el menor contenido de Ca y P junto con la adición de fitasa. Los tratamientos consistieron en: 1) Dieta normal en machos, 2) Dieta con menor contenido de Ca y P inorgánico (0.1%) + fitasa Natuphos ® 600 FTU/Kg en machos, 3) Dieta normal en hembras y 4) Dieta con menor contenido de Ca y P inorgánico (0.1%) + fitasa Natuphos ® 600 FTU/Kg en hembras. A los 49 días se sacrificaron en rastro comercial 30

aves por tratamiento (15 machos y 15 hembras), a los cuales se les midió el amarillamiento en la piel de la pechuga con un fotolorímetro de reflectancia Minolta R-300 ®. Los resultados obtenidos a los 49 días de edad para la ganancia de peso (2,814a, 2,886a 2,352 b y 2,372b g.), consumo de alimento (5,377a, 5,522a, 4,8741b y 4,930b g.) y conversión alimenticia (1.91, 1.91 ,2.07 y 2.08) respectivamente indicaron solo efecto ($P < 0.01$) para el factor sexo con mejores resultados en los machos. No existió efecto detrimental a la disminución de calcio y fósforo en la dieta con la adición de fitasa. Para el amarillamiento de la piel (18.95, 18.24, 19.68 y 19.15) respectivamente no existió efecto significativo para ambos factores. De los resultados obtenidos se puede concluir que los machos tuvieron un mejor rendimiento respecto a las hembras y que la adición de fitasa a una dieta practica con menor contenido de calcio y fósforo (0.1%) en dietas para pollos de engorda no afecta el comportamiento productivo.

EL USO DE LA FITASA EN DIETAS PRACTICAS PARA POLLOS DE
ENGORDA

INTRODUCCIÓN

En México, la avicultura tiene especial importancia en la producción de alimentos de origen animal, además de ser una fuente de empleo para miles de mexicanos. Las principales zonas productoras se encuentran concentradas básicamente en los estados de Puebla, Sonora, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán y Yucatán¹.

La producción de carne de pollo en México, en los últimos años ha requerido obtener mejores índices de conversión para abatir los costos de producción que representa esta actividad, ya que día a día las empresas dedicadas a este rubro compiten por obtener mejores fórmulas para la alimentación de las aves, dependiendo muchas veces de la efectividad de estas fórmulas para bajar puntos de conversión que aseguren la permanencia de la empresa en el mercado^{1,2}.

Las dietas para pollos se elaboran en México principalmente con base a granos como el maíz, el sorgo y se complementan con la pasta de soya.

Estos ingredientes no cubren las necesidades de fósforo digestible para el animal. Debido a que el fósforo (P) en las plantas está unido a fitatos y no es totalmente disponible para las aves. Las aves no producen la enzima fitasa requerida para liberar el P unido a fitatos ³. Solo entre el 30 y 40 % del P total que consumen a través de ingredientes de origen vegetal es P disponible y el resto no se aprovecha. La resultante excreción de P en heces origina problemas de contaminación ambiental⁴; diferentes autores mencionan que es de vital importancia la disminución de P ya que con esto mejora notablemente la calidad del medio ambiente ^{1,5,6}.

Además surge la necesidad de complementar las dietas con fosfatos, como fuentes de P de origen inorgánico con el consecuente costo que este representa^{6,7}.

El fósforo es uno de los nutrientes más costosos, y debido a las consecuencias severas de una deficiencia, es necesario adicionar fósforo inorgánico a la dieta, a fin de poder cubrir los requerimientos de este importante nutrimento. Para reducir el riesgo de una deficiencia de fósforo, se acostumbra adicionar un nivel de fósforo mayor al del requerimiento, lo que aumenta los costos totales de la dieta ⁸.

Actualmente se producen a escala industrial varios tipos de enzimas fitasas. Estas enzimas hidrolizan parte del ácido fítico con lo que se mejora el aprovechamiento del fósforo de la dieta en el tracto intestinal disminuyendo su excreción, lo que representa ahorros en el costo del alimento balanceado y al mismo tiempo se obtiene un beneficio ecológico, puesto que el fósforo constituye uno de los principales contaminantes de los mantos freáticos, ya que favorece la eutricación de las fuentes de agua causando un excesivo crecimiento de algas que muchas veces resulta en un alta mortalidad de los peces. También la excesiva aplicación de excreta en los suelos, tiene consecuencias detrimenales en el crecimiento de las plantas y causa riesgos potenciales a la salud humana y animal, ya que muchos metales pesados se acumulan en la primera capa del suelo ^{7,8,9,10,11}.

La fitasa fue introducida en el mercado en los años 90's, como una enzima que facilita la liberación del fósforo ligado a fitatos y reduce hasta en 30% el fósforo eliminado en las excretas de las aves, además de optimizar los costos de producción por concepto de alimentación ya que se reduce el empleo de fosfatos inorgánicos ^{5,12,13}.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MODO DE ACCION DE LA FITASA

Desde hace 50 años se sabe que la fitasa vegetal tiene la facultad de hidrolizar el fitato y se ha mostrado su efectividad para mejorar la actividad digestiva del fósforo en las aves. A excepción del trigo, la mayoría de los granos tienen una actividad de fitasa muy baja y en maíz y pasta de soya es tan baja que no tiene importancia práctica. La fitasa de trigo tiene un pH de 5.2 de 5.2 contrario a la fitasa microbiana que tiene dos pH óptimos de 2.5 y el otro de 5.5. La fitasa se produce actualmente por manipulación genética, como efecto esta la enzima producida por la fermentación a partir de una cepa modificada de *Aspergillus niger*. La enzima fitasa (mio-inositol hexafosfato fosfohidrolasa), toma su nombre del ácido fítico, sustancia sobre la cual ejerce su acción. Actúa sobre los fitatos presentes en los ingredientes vegetales, liberando al P y a los nutrimentos que se encuentran unidos al complejo ^{2,11,14}.

La respuesta del ave hacia la acción de la fitasa no es de tipo lineal, es decir no se puede esperar el mismo mejoramiento en la utilización del fósforo fítico con un aumento creciente del nivel de fitasa en la dieta ¹⁵.

Normalmente la disponibilidad del fósforo en las plantas es alrededor del 30%, el otro 70% es fósforo fítico. Si la fitasa mejora la disponibilidad del

fósforo fítico en 60%, se puede asegurar una disponibilidad máxima del 70% del fósforo contenido en materias vegetales cuando se utiliza la enzima a su nivel máximo¹⁶.

Estudios realizados en pollos de engorda alimentados con dietas a base de maíz y soya indican que la suplementación con fitasa mejora significativamente además de la disponibilidad del P la utilización de N, Ca y Zn^{9,14,17}.

El desarrollo de las fitasas comerciales a partir de hongos ascomicetos es el resultado de avances de la biotecnología y en la tecnología de la fermentación que condujeron a la producción de hongos modificados genéticamente. Lograr una reducción en la excreción de fósforo fue uno de los hechos que motivó el desarrollo de esta tecnología^{18,19,20}.

En los últimos años se ha introducido al país esta enzima, para su uso a nivel comercial. Esta enzima es termosensible, por lo cual es factible utilizar en alimentos con base de harinas, sin embargo hay algunos laboratorios comerciales que la ofrecen en forma termoprottegida.

Con el objeto de conocer mas sobre su valor en dietas practicas para pollos de engorda se realizo ésta investigación.

JUSTIFICACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Con base en estos antecedentes y ante la necesidad de reducir costos en las dietas por concepto de fósforo, además de investigar a la fitasa en una engorda completa de pollos utilizando dietas prácticas, surgió la necesidad de evaluar si la adición de fitasa en dietas sorgo + soya con menor contenido de fósforo inorgánico y calcio (0.1%) no tiene efecto detrimental sobre los parámetros productivos.

HIPÓTESIS

La adición de fitasa en dietas con menor contenido de fósforo inorgánico y calcio (0.1%) en pollos de engorda, no disminuye los parámetros productivos.

OBJETIVO

Evaluar si la adición de fitasa en dietas con menor contenido de fósforo inorgánico y calcio (0.1%) para pollos de engorda, no afecta el rendimiento productivo reduciéndolo.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. El cual está localizado en la calle Salvador Díaz Mirón S/N en el poblado de Santiago Zapotitlán, Tláhuac D.F; a una altura de 2,250 m.s.n.m. en los paralelos 19°15' latitud Norte. Bajo condiciones de clima templado húmedo Cw, siendo enero el mes mas frío y mayo el más caluroso, su temperatura promedio anual es de 16 °C y presenta una precipitación pluvial anual media de 747 mm ²¹.

Para la realización de este trabajo se utilizaron 600 pollos de engorda (300 hembras y 300 machos), de la línea comercial Ross x Ross, de un día de edad, los cuales fueron distribuidos en 12 corrales, divididos en 4 tratamientos con 3 repeticiones de 50 pollos cada uno.

El experimento se llevó a cabo en una caseta convencional con piso de cemento. En cada corral se utilizó un bebedero automático de campana, dos comederos de tolva de plástico y una criadora de gas colgada entre dos corrales para proporcionarles calor durante las 4 primeras semanas de vida. Se emplearon rodetes para los primeros 15 días de vida de los pollos.

Existen ventanas a ambos lados de la caseta, protegidas por cortinas para regular la ventilación de la caseta.

Se empleó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 2 x 2; un factor fue el sexo y el otro la dieta. Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento 1: Dieta normal en machos.

Tratamiento 2: Dieta con menor contenido de 0.1% de calcio y fósforo inorgánico + fitasa en machos.

Tratamiento 3: Dieta normal en hembras.

Tratamiento 4: Dieta con menor contenido de 0.1% de calcio y fósforo inorgánico + fitasa en hembras.

Las dietas se elaboraron con base a sorgo + pasta de soya de acuerdo a los requerimientos señalados para pollos por Cuca et al ³.

Una dieta se elaboró con los niveles de calcio y fósforo recomendados por el NRC 1994 ²². La dieta experimental se elaboró con un menor contenido de calcio y fósforo inorgánico (0.1%). La adición de fitasa Natuphos® para los tratamientos 2 y 4 fue a razón de 600 FTU/Kg. Las dietas se proporcionaron en dos etapas de alimentación (iniciación 0 – 21 días de edad y finalización 22 – 49 días de edad). La formulación de las dietas utilizadas aparece en los Cuadros 1 y 2.

Cabe señalar que se les agregó pigmento Avelut ®. En la etapa de finalización (22-49 días) a una dosificación de 4 Kg. por tonelada la que equivale a 80 ppm de xantofilas.

A los 49 días de edad se midió la coloración en la piel de la pechuga en el área de la vena de la grasa en pollos in vivo con un colorímetro de reflectancia Minolta R300 ®.

Se llevaron registros semanales de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad general. Los datos obtenidos de las variables antes mencionadas en 49 días de experimentación se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) conforme al diseño experimental empleado ²³.

RESULTADOS

Los resultados del comportamiento productivo a los 49 días de edad aparecen en el Cuadro 3. La ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia fueron similares entre los pollos machos y hembras alimentadas con dietas normales y con menor contenido de Ca y P y adición de fitasa, es decir tanto los machos como las hembras no se vieron afectados por el tipo de dieta y adición de fitasa. Existió efecto significativo al factor sexo ($P > 0.05$). Los machos tuvieron un mejor comportamiento productivo que las hembras; mayor ganancia de peso, mayor consumo y mejor conversión. No existió efecto de interacción dietas x sexo.

La mortalidad general aparece en el Cuadro 4, se puede apreciar que no hubo diferencia significativa a la adición de fitasa, pero sí existió efecto ($P < 0.08$) al factor sexo, con una menor mortalidad en las hembras respecto a los machos. Por otro lado no existió efecto de interacción entre las variables.

En el amarillamiento de la piel *in vivo*, no existió efecto significativo ($P > 0.05$) respecto a la adición de fitasa, ni al factor sexo. Sin embargo,

numéricamente se pueden observar mejores resultados de pigmentación para los machos respecto a las hembras (Cuadro 4).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DISCUSIÓN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los datos obtenidos en 49 días de experimentación, mostraron nuevamente que los machos tienen un mejor comportamiento productivo que las hembras. Por otra parte la información obtenida tanto en machos como en hembras, de cuando se agrega fitasa en los alimentos y se reduce la cantidad de fosfato y carbonato de calcio, coincide con lo informado en diferentes estudios, en donde se ha demostrado que no hay efecto detrimental en el comportamiento productivo de la aves ^{24,25,26,27}.

Los resultados obtenidos de que la adición de fitasa permite reducir el contenido de Ca y P en 0.01%, coinciden con estudios que han demostrado que la adición de la enzima fitasa, mejora la utilización del P y del calcio en pollos de engorda; además de minimizar la excreción fecal de fósforo en el ambiente ²⁸.

Algunos autores describen que al disminuir el fósforo en un 0.1% en dietas para pollos de engorda, la adición de fitasa sustituye no solo la disminución de P en las dietas. Si no que tiende a mejorar los resultados productivos (mejor crecimiento y/o mejor conversión alimenticia), debido a que la molécula del fitato en los ingredientes de origen vegetal esta unido no solo al P sino también quelata a una variedad de elementos catiónicos tales

como fósforo, calcio, zinc, magnesio, aminoácidos y carbohidratos. Por esta razón los fitatos, se consideran como poderosos factores anti-nutricionales que reducen, la disponibilidad de varios nutrientes en los animales monogástricos ^{29,30, 31}.

En lo que respecta a la piel de los pollos no existen estudios donde se haya evaluado esta variable; sin embargo, cuando se midió esta variable con el fin de observar algún efecto que tuviera que ver la adición de fitasa en la dieta de pollos de engorda, no se encontró efecto alguno en esta variable.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio y bajo las condiciones experimentales se puede concluir que:

- Los machos tuvieron una mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia respecto a las hembras
- La adición de 600 FTU de fitasa en dietas sorgo + soya con menor contenido de fósforo y calcio (0.1%) ,no afecta el comportamiento productivo en pollos de engorda
- La pigmentación de la piel, no se vió afectada cuando se adicionó fitasa en la dieta de los pollos de engorda

LITERATURA CITADA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 1.- Unión Nacional de Avicultores. Perspectivas de la avicultura hacia el año 2000. México (DF): UNA, 1999.
- 2.- Coelho BM, Kornegay ET Phytase in animal nutrition and waste management. A BASF Reference Manual. 2nd. Ed New Jersey USA BASF Corporation 1999.
- 3.- Cuca GM, Ávila GE, Pró MA. Alimentación de las aves. 8ª ed. Chapingo, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma Chapingo; 1996.
- 4.- Edwards JR, Carlos AB, Kasim AB, Toledo RT, Effects of steam pelleting and extrusion of feed on phytate phosphorus utilization in broiler chickens. Poul. Sci. 1999 78:96-101.
- 5.- Ibrahim S, Jacob JP, Blair R. Phytate supplementation to reduce phosphorus excretion of broilers Applied. Poul. Sci. 1999 79:414-425.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- 6.- Rama R, Ravindra R Ramasubba R, Enhancemet of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers. *Animal Feed and Technology*. 1999 79.211-222
- 7.- Ravindran V, Selle PH, Bryden WL, Effects of phytate supplementation, individually and in combination, with glucanase, on the nutritive value of wheat and barley, *Poult. Sci*. 1999 78:1588-1595
- 8.- Keshavarz K. Reevaluation of nonphytate phosphorus requirement of growing pullets with and without phytase *Sci*. 2000 79. 1143-1153
- 9.- Namkung H, Lesson S, Effect on Phytase enzyme on dietary Nitrogen corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broilers chicks *poult Sci*. 1999 78. 1317-1319
- 10.- Huff WE, Moore JR, Waldroup PW, Balog JM, Effect of dietary phytase and high available phosphorus corn on broiler chicken performance, *Poult Sci*. 1998 77, 1899-1904
- 11.- Zyla K, Korelesky J, Swiatkiewicz. Ledoux DR, Piironen J, Influence of supplemental enzymes on the performance and phosphorus excretion of

broilers fed wheat-based diets to 6 weeks of age, *Animal feed science and technology*, 2001 89, 113-118.

12.- Sebastian S, Touchburn, Chavez ER, Lague PC, Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poult. Sci.* 1997 76:1760-1769.

13.- Boling SD, Webel DM, Mavromichalis CM, Parsons, Baker DH, The effects of citric on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. *American Society of Animal Science* 2000 78:682-689.

14.- Zanini SF, Sazzad MH, Effects of microbial phytase on growth and mineral utilization in broilers fed on maize soybean-based diets. *British Poult. Sci.* 1999 40: 348-352

15.- Ravindran V, Cabahug S, Ravindran G, Selle PH, Bryden WL, Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorus levels effects on apparent metabolizable energy, nutrient digestibility and nutrient retention. *British. Poult. Sci.* 2000 41:193-200.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

16.- Um JS, Paik IK, Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. *Poult. Sci.* 1999 78:75-79.

17.- Rama SV, Ramasubba V, Ravindra R, Non-Phytim Phosphorus Requirements of Commercial Broilers and White Leghorn Layers. *Animal Feed Science and Technology* 1999 80:1-10.

18.- Maenz DD, Henry L, Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. *Poult. Sci.* 1998 77:557-563.

19.- Punna S, Roland, SR, Variation in phytate phosphorus utilization within the same broiler strain, *Applied Poult. Sci.* 1999:10-15.

20.- Rama SV, Ravindra V, Ramasubba R, Enhancement of phytate phosphorus availability in the diets of commercial broilers and layers metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. *Poult. Sci.* 1999 78:1317-1319

21.-INEGI. Tiáhuac : Cuaderno de información básica delegacional. INEGI, México, 1992.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

22.-National Research Council. Nutrient Requirements of domestic animal. Nutrient Requirement of poultry. 8th. Ed. National Academy of Sciences. Washington, D.C. 1994.

23.- Steel GD, Torrie HJ, Bioestadística, principios y procedimientos; Mc Graw Hill México, 1985

24.- Scott TA, Kampen R, Silversides FG, The Effect of phosphorus, phytase enzyme and calcium on the performance of layers fed corn-based diets, Poultr Sci. 1999 78: 1742-1749

25.- Kasim AB, Edwards HM, effect of sources of maize particle sizes on the utilization of phytate phosphorus in broiler chicks, Animal feed Sci and Technology 2000 86:15-26

26.- Peter CM, Han Y, Boling-Frankenbach SD, Parsons CM, Baker DH, Limiting order of amino acids and the effects of phytase on protein quality in corn gluten meal fed to young chicks, J. Anim Sci. 2000 78:2150-2156

27.- Korin L, Leske, Craig N, A Bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens, Poutl Sci. 1999 78: 1151-1157

28.- Quian H, Komegay ET, Denbow DM, Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broilers diets, Poutl Sci. 1997 76:37-46

29.- Li YC, Ledoux DR, Veum TL, Raboy V, Ertl DS, Effects of low phytic acid corn on phosphorus utilization, performance, and bone mineralization in broiler chicks Poutl Sci. 2000 79:1444-1450

30.- Yan F, Kersey JH, Fritts CA, Waldroup PW, Stilborn HL, Crum RC, Rice DW, Raboy V, Evaluation of normal yellow dent corn and high available phosphorus corn in combination with reduced dietary phosphorus and phytase supplementation for broilers grown to market weights in litter pens, Poutl Sci. 2000 79: 1282-1289

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

31.- Zhang ZB, Komegay ET, Radcliffe JS, Denbow DM, Veit HP, Larsen CT.
Comparison of genetically engineered microbial and plant phytase for young
broilers, Poul. Sci. 2000 79:709-717.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 1 Composición de las dietas para los pollos de engorda en iniciación

Ingredientes	% Normal	% con fitasa
Sorgo	55.14	56.02
Pasta de soya 46%	37.18	36.97
Aceite segunda	3.08	2.73
Ortofosfato	1.82	1.34
Carbonato de calcio	1.53	1.47
Sal	0.42	0.42
DL-Metionina	0.20	0.19
Minerales*	0.10	0.10
Vitaminas**	0.25	0.25
Cloruro de colina 60%	0.10	0.10
Coccidiostato	0.05	0.05
Bacitracina	0.02	0.02
Antioxidante	0.01	0.01
L-Lisina HCl	0.09	0.14
L-Treonina	0.01	0.19
Fitasa	---	+
Nutrimiento	Análisis	Calculado
Proteína cruda %	22.0	22.0
EM Kcal/kg	3000	3000
Lisina %	1.20	1.20
Treonina %	0.80	0.80
Metionina + Cistina	0.90	0.90
Calcio %	1.00	1.00
Fósforo disponible %	0.50	0.40

*Composición de la premezcla de minerales para aves cada Kg contiene:
Selenio 0.200g, Cobalto 0.100 g, Yodo 0.300 g, Cobre 10.000 g, Zinc 50.00 g Fierro 100.0 g,
Manganeso 100.0 g, Excipiente c.b.p.m 1000.0 g

** Composición de la premezcla vitamínica para aves:
Vitamina A 3,000,000.0 UI, Vitamina D3 750,000.0 UI, Vitamina E 6,000.0 UI, Vitamina K3
1.0 g, Riboflavina 4.0g, Niacina 25.0 g, D pantotenato de calcio 13.0 g, Vitamina B12 6.0
mg, Cloruro de colina 250.0 g, B.H.T 40.0 g, Vehículo c.b.p. 2500.0 g

CUADRO 2 Composición de las dietas para los pollos de engorda finalizador

Ingredientes	% Normal	% con fitasa
Sorgo	62.14	63.25
Pasta de soya 46%	31.60	31.38
Aceite de segunda	2.23	1.88
Ortofosfato	1.36	0.88
Carbonato de calcio	1.49	1.43
Sal	0.38	0.38
DL- Metionina	0.25	0.25
Minerales*	0.10	0.10
Vitaminas**	0.25	0.25
Cloruro de colina 60 %	0.08	0.08
Cocciostato	0.05	0.05
Bacitracina	0.03	0.03
Antioxidante	0.01	0.01
L-Treonina	0.03	0.03
Fitasa	-	+
Nutrimiento	Análisis Calculado	
Proteína cruda %	20.0	20.0
EM Aves Kcal/kg	3000	3000
Lisina %	1.04	1.03
Treonina %	0.74	0.74
Metionina + Cistina	0.90	0.90
Calcio %	0.90	0.80
Fósforo disponible%	0.40	0.30

*Composición de la premezcla de minerales para aves cada Kg contiene:
Selenio 0.200g, Cobalto 0.100 g, Yodo 0.300 g, Cobre 10.000 g, Zinc 50.00 g, Hierro 100.0 g, Manganeso 100.0 g, Excipiente c.b.p.m 1000.0 g

** Composición de la premezcla vitamínica para aves:
Vitamina A 3,000,000.0 UI, Vitamina D3 750,000.0 UI, Vitamina E 6,000.0 UI, Vitamina K3 1.0 g, Riboflavina 4.0g, Niacina 25.0 g, D pantotenato de calcio 13.0 g, Vitamina B12 6.0 mg, Cloruro de colina 250.0 g, B.H.T 40.0 g, Vehículo c.b.p. 2500.0 g

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 3 Datos promedio obtenidos en 49 días de experimentación de los parámetros productivos

Tratamiento	Ganancia de peso g	Consumo de alimento g	Conversión alimenticia g/g
Sexo sin fitasa			
Machos	2814	5377.4	1.91
Hembras	2351	4870.6	2.07
Promedio	2582	5124.0	1.99
Sexo con fitasa			
Machos	2885	5522.0	1.91
Hembras	2372	4929.6	2.07
Promedio	2628	5225.8	1.99
Fuente de Variación		Probabilidad	
Sexo	0.010	0.010	0.010
Adición de fitasa	0.235	0.254	0.910
Interacción	0.504	0.624	0.905

Literales distintas en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CUADRO 4 Datos promedio en 49 días de experimentación, para porcentaje de mortalidad general y pigmentación final amarilla de la piel *in vivo*

Tratamiento	% de Mortalidad	Pigmentación (b)
Sexo sin fitasa		
Machos	7.40	19.68
Hembras	1.93	18.95
Promedio	4.66	19.31
Sexo con fitasa		
Machos	5.86	19.15
Hembras	0.00	18.24
Promedio	2.93	18.69
Fuente de Variación	Probabilidad	
Sexo	0.081	0.201
Adición de fitasa	0.567	0.663
Interacción	0.944	0.883

(b) amarillamiento en el CR 300