



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y
VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

ARTICULO CIENTIFICO

**“SUPLEMENTACIÓN DE DOS TIPOS DE FITASAS EN
POLLOS, SOBRE DESEMPEÑO Y METABOLISMO”**

AUTORES

Ing. Ortiz Manzano Mario Leonardo

Ing. Torres Torres Marco Alberto

Sangolquí, marzo del 2013

“SUPLEMENTACIÓN DE DOS TIPOS DE FITAZAS EN POLLOS, SOBRE DESEMPEÑO Y METABOLISMO”

Ortiz Mario, Torres Marco¹

Departamento de Ciencias de la Vida; Escuela Politécnica del Ejército

Av. Gral. Rumiñahui s/n

mlortiz@espe.edu.ec; map110955@hotmail.com

Sangolquí - Ecuador

I. RESUMEN: En el Proyecto Avícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias, de la Escuela Politécnica del Ejército, se evaluó dos tipos de fitasas y dos dosis de cada una (100 y 200 g/Tm y 50 y 100 cc/m³), en 960 pollos Cobb 500 machos de un día de edad, distribuidos en dos ensayos (480 pollos en cada uno), con un tamaño de unidad experimental de 40 aves. Los resultados fueron procesados en el software SPSS V18, con análisis de varianza, separación de medias y prueba de Duncan. Encontrándose los mejores resultados a los 42 días con el empleo de fitasa sólida que con fitasa líquida, con pesos finales de 2,42 kg, ganancias de peso 2,38 kg, conversión alimenticia 1,64, costo/kg de ganancia de peso 0,87 dólares, peso a la canal 1,81 kg y un Índice de eficiencia de 142,86. Según los tipos de fitasas y niveles empleados, mejores desempeños productivos presentaron los pollos que recibieron fitasa sólida en 200 g/tm de alimento, con pesos finales de 2,51 kg, incrementos de peso 2,47 kg, conversión alimenticia 1,59, costo/kg de ganancia de peso 0,83 dólares, peso a la canal 1,91 kg un Índice de eficiencia de 149,36. El mayor contenido de fósforo sanguíneo (20,22 mg/dl), presentaron los que recibieron fitasa sólida, en cambio la presencia de fosfatasa alcalina fue entre 115,32 y 122,68 U/L, fósforo en las heces de 1,24 a 1,32 %, fósforo en los huesos de 6,92 a 7,14 %, calcio en huesos de 15,00 a 15,90 %, manteniendo una relación Calcio:Fósforo de 2,25. La mayor rentabilidad económica (29 %) se alcanzó con el uso de fitasa sólida en 200 g/tm, por lo que se recomienda emplear en la alimentación de pollos de engorde fitasa sólida en 200 g/tm, por cuanto se logró mejorar el desempeño productivo de los animales.

PALABRAS CLAVES: Fitasa, desempeño, aves, fósforo, resultados.

II. ABSTRACT: The Poultry Project Race Agricultural Sciences, the Army Polytechnic (ESPE) was evaluated two types of phytases (solid and liquid) and two doses of each (100 and 200 g / t and 50 to 100 cc / m³, respectively), at 480 Cobb 500 male chicks of one day old, distributed in two trials (240 chickens in each), with the experimental unit size 40 birds. The experimental results were processed in SPSS V18 software, performing the analysis of variance and mean separation by Duncan's test. Finding the best results at 42 days of age with the use of phytase phytase solid with liquid, with final weights of 2.42 kg, 2.38 kg weight gain, feed conversion 1.64, cost / kg of \$ 0.87 gain weight, carcass weight 1.81 kg and an efficiency rating of 142.86. Depending on the types and levels of phytase employees showed better performances productive chickens fed phytase solid in 200 g / ton of feed, with final weights of 2.51 kg, 2.47 kg weight gains, feed conversion 1.59, cost / kg of \$ 0.83 weight gain, carcass weight and 1.91 kg of 149.36 efficiency index. The increased blood phosphorus content (20.22 mg / dl), who were presented solid phytase, whereas the presence of alkaline phosphatase was between 115.32 and 122.68 U / L of phosphorus in the faeces of 1, 24 to 1.32% phosphorus in the bones of 6.92 to 7.14%, calcium in bones from 15.00 to 15.90% while maintaining a calcium:

¹ Autores de la investigación realizada, como requisito previo para la obtención del grado de Magister en Producción Animal en la Escuela Politécnica del Ejército.

phosphorus ratio of 2.25. Most economic profitability (29%) was achieved with the use of solid phytase at 200 g / t, so it is recommended to use in feeding broilers solid phytase at 200 g / t, because the performance was improved productive animals.

Key words: *Fitasa, acting, birds, phosphorus, results*

III. INTRODUCCIÓN:

La adición de las fitasas en la industria de alimentos balanceados es cada vez más frecuente, debido a los beneficios económicos que reporta su utilización. Así, en Centroamérica, EE.UU., México, Brasil y Suramérica, su utilización en las principales integraciones de pollos de engorde se ha incrementado Méndez, J. (2008).

Por todo lo anterior, los objetivos propuestos en el presente trabajo fueron: evaluar la adición de dos tipos fitasa (sólida y líquida al agua de bebida), mediante pruebas de desempeño y respuestas metabólicas, para medir el rendimiento productivo y metabólico en pollos de engorde; determinar el tipo de fitasa y el nivel óptimo de utilización para mejorar la producción de pollos de engorde; evaluar la respuesta metabólica de los pollos de engorde por efecto del empleo de dos tipos de fitasas en base al contenido de fósforo y calcio a nivel de huesos y sangre; y, establecer los costos de producción y su rentabilidad a través indicador beneficio/costo.

IV. MATERIALES Y METODOS: La fase experimental de esta investigación tuvo una duración de 7 meses y se realizó en el Proyecto Avícola de la Carrera de Ciencias Agropecuarias, ubicado en la hacienda El Prado, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, a una altitud de 2748 m.s.n.m., donde se evaluó el efecto de dos tipos de fitasas (sólida y líquida) y dos dosis de cada una (100 y 200 g/Tm y 50 y 100 cc/m³, respectivamente), bajo diferentes condiciones de suministro, la fitasa sólida se incluyó en la matriz de formulación y se adicionó en el proceso de mezclado; y, la líquida fue suministrada directamente al agua de bebida, para lo cual se empleó 960 pollitos Cobb 500 machos de un día de edad, distribuidos en dos ensayos (480 pollos en cada uno), siendo el tamaño de la unidad experimental de 40 aves, empleándose un diseño completamente al azar con 4 tratamientos experimentales y 3 repeticiones en cada uno.

En el primer momento se estima el efecto de los tipos de fitasa en dos ensayos consecutivos, por lo que se dispuso el estudio en un arreglo factorial, donde el factor A, estuvo conformado por los tipos de fitasa (sólida y líquida) y el factor B por el número de ensayo, sin considerarse su interacción.

El segundo momento corresponde a la estimación del efecto de los tipos de fitasa (sólida y líquida), en diferentes dosis de cada una de ellas (g/Tm y cc/m³), por lo que cada combinación conformó un tratamiento experimental que se estudiaron en los dos ensayos consecutivos, conformados por:

- B1F1 = Balanceado con fitasa sólida 100 g/Tm
- B1F2 = Balanceado con fitasa sólida 200 g/Tm.
- B2FA1 = Balanceado más fitasa líquida 50 cc/m³.
- B2FA2 = Balanceado más fitasa líquida 100 cc/m³.

Los resultados experimentales obtenidos fueron procesados en el software estadístico SPSS V18, donde se realizaron los análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Duncan.

V. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL: El experimento se inició 15 días antes de la recepción de los pollos BB, siguiendo un protocolo de limpieza, desinfección, se adecuó las instalaciones y equipos para ubicar las unidades experimentales, (boxes. El alimento balanceado fue elaborado en la planta de balanceados de la Carrera de Ciencias

Agropecuarias, de la ESPE, dividida en cuatro tipos de dietas isoprotéicas, isocalóricas e isofosfóricas, mismo alimento que se les suministró a las aves bajo un sistema de alimentación restringida en un horario fijo (07h00 a 17h00), se suministró el alimento E1 desde el día uno (1) hasta los 7 días de edad, luego el E2, de los 8 a 21 días de edad, posteriormente el alimento E3 de 22 a 35 días de edad, para culminar con el E4 entre los 35 y 42 días de edad.

Para la determinación del metabolismo mineral, al final de cada ensayo, se tomó cinco aves de cada repetición de los tratamientos, para ser sacrificados por medio de un corte en la arteria carótida y la vena yugular y se tomaron muestras de sangre para la determinación de fósforo, calcio sérico y fosfatasa alcalina (FA), las mismas que se enviaron al laboratorio de bromatología de la Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias. Las técnicas que emplearon fueron AOAC (2000); y un kit comercial para la fosfatasa alcalina (CENTIS DIAGNÓSTICO, código 1 0011 31). Para la determinación de cenizas de la tibia, se procedió a remover el muslo y se extrajo el hueso izquierdo; el hueso seco libre de grasa se incineró en una estufa a 550 °C por 48 h. A éstos se les determinó su contenido de Ca y P según el procedimiento descrito por la AOAC (2000).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

A: DESEMPEÑO PRODUCTIVO POR EFECTO DE LOS TIPOS DE FITASA

a: Pesos, kg: Los pesos iniciales de los pollitos fueron entre 40,25 y 4,50 g, presentando a los 42 días de edad pesos que fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,05$), por efecto de los tipos de fitasas suministradas (cuadro 1), registrándose los mayores pesos en los animales que recibieron la fitasa sólida con 2,42 kg frente a 2,35 kg que alcanzaron los pollos que recibieron la fitasa líquida, diferencia que se debe a las características de la enzima, esto en razón de tratarse de una enzima sustrato dependiente.

Cuadro 1. DESEMPEÑO PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE, POR EFECTO DE DOS TIPOS DE FITASA (SÓLIDA Y LIQUIDA).

Parámetro	Tipo de fitasa		Prob.	
	Sólida	Líquida		
Peso inicial, g	40,50 a	40,25 a	0,574	ns
Peso final, kg	2,42 a	2,35 b	0,042	*
Ganancia de peso total, kg	2,38 a	2,31 b	0,041	*
Consumo total de alimento, kg	3,90 a	3,91 a	0,485	ns
Conversión alimenticia	1,64 B	1,70 a	0,027	*
Costo/kg ganancia peso, dólares	0,87 A	0,89 a	0,101	ns
Peso a la canal, kg	1,81 A	1,75 a	0,176	ns
Rendimiento a la canal, %	74,48 A	74,44 a	0,953	ns
Mortalidad, %	3,33 A	2,92 a	0,754	ns
Índice de eficiencia	142,86 A	138,74 a	0,186	ns

Prob.: Probabilidad

ns: Prob. $> 0,05$; no existen diferencias estadísticas.

*: Prob. $< 0,05$; existen diferencias significativas.

** : Prob. $< 0,01$; existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en la misma fila (en cada factor de estudio), no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

b. Ganancias de pesos, kg: Por efecto de los tipos de fitasas se registraron

diferencias significativas ($P < 0,05$), alcanzándose mayores incrementos de peso con el empleo de la fitasa sólida que con la líquida, cuya superioridad es de 70 g por animal, ya que las respuestas determinadas fueron de 2,38 y 2,31 kg, respectivamente.

c: Consumo de alimento, kg: No presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de las fitasas empleadas, ya que se registraron consumos totales de 3,90 y 3,91 kg cuando se utilizó fitasa sólida y líquida respectivamente, por lo que no se considera que el tipo de fitasa influye en el consumo de alimento.

d: Conversión alimenticia: Las conversiones alimenticias de los pollos de engorde que recibieron la fitasa sólida y líquida fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,05$), ya que cuando se utilizó la fitasa sólida los animales requirieron de 1,64 kg de alimento por cada kg de ganancia de peso, a diferencia de los pollos que recibieron la fitasa líquida que necesitaron de 1,70 kg de alimento para el mismo objetivo.

e: Costo/kg de ganancia de peso, dólares: En los costos/kg de ganancia de peso no se observaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), aunque numéricamente con el empleo de la fitasa sólida los costos de producción son menores que con la fitasa líquida, ya que se determinaron costos de 0,87 y 0,89 dólares respectivamente.

f: Peso a la canal, kg: Las diferencias encontradas no fueron estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de los tipos de fitasa empleados, a pesar de que numéricamente mayor pesos registraron las canales provenientes de los pollos que se les suministró fitasa sólida pues alcanzaron pesos de 1,81 kg, a diferencia de los obtenidos de los pollos que recibieron la fitasa líquida y que fueron de 1,75 kg, cuya diferencia oscila en 60 g por canal.

g: Rendimiento a la canal, %: Las respuestas encontradas no son diferentes estadísticamente ($P > 0,05$), por efecto de los tipos de fitasas empleados, ya que además numéricamente entre estas son similares, por cuanto se registraron valores de 74,48 y 74,44 % cuando se empleo fitasas sólidas y líquidas en la alimentación de los pollos.

h: Mortalidad, %: La mortalidad registrada durante el estudio alcanza en el mayor de los casos el 3,3 % que corresponde a los animales que recibieron la fitasa sólida frente al 2,92 % de los pollos que recibieron la fitasa líquida, sin que exista un efecto significativo ($P > 0,05$), en la cantidad de bajas por efecto de los tipos de fitasa empleados.

i: Índice de eficiencia: Los Índice de Eficiencia (IE), determinados por efecto de los tipos de fitasa empleados, no registraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), a pesar de que numéricamente cuando se empleo la fitasa sólida, los pollos presentaron un mejor aprovechamiento por cuanto el IE fue de 142,86, en cambio que al suministrarles la fitasa líquida este índice se reduce al 138,74.

B: DESEMPEÑO PRODUCTIVO POR EFECTO DE TIPOS DE FITASA EN VARIOS NIVELES

a: Pesos, kg: Registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) por efecto de los tipos de fitasas en varios niveles utilizados (cuadro 2), presentando los mayores pesos (2,51 kg) los animales que recibieron la fitasa sólida en 200 g/tm, mientras que los menores pesos de las aves fueron las que recibieron la fitasa sólida y la fitasa líquida en menores cantidades, por cuanto los pesos determinados fueron de 2,33 y 2,30 kg, respectivamente (gráfico 1).

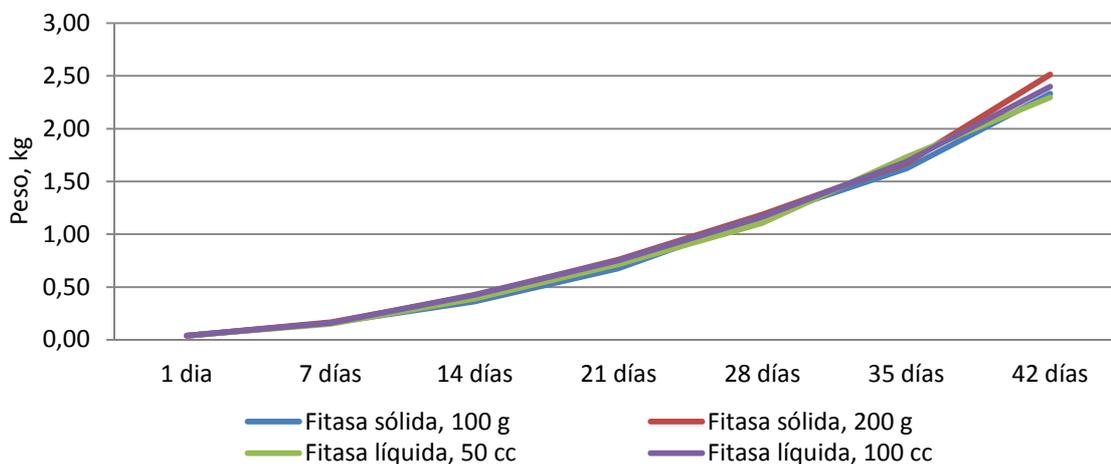


Gráfico 1. Comportamiento de los pesos (kg) de pollos de engorde hasta los 42 días de edad, en dos ensayos consecutivos que recibieron diferentes tipos de fitasa en varias dosis.

Cuadro 2. DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE POLLOS DE ENGORDE, POR EFECTO DE DOS TIPOS DE FITASA EN DIFERENTES DOSIS.

Parámetros	Fitasa sólida		Fitasa Líquida		Prob.
	100 g/tm	200 g/tm	50 cc/m ³	100 cc/m ³	
Peso inicial, g	40,17	40,83	39,83	40,67	0,530
Peso final, kg	2,33 c	2,51 a	2,30 c	2,40 ab	0,000
Ganancia de peso total, kg	2,29 c	2,47 a	2,26 c	2,36 b	0,000
Consumo total de alimento, kg	3,89 b	3,92 a	3,91 a	3,91 a	0,002
Conversión alimenticia	1,70 b	1,59 d	1,73 a	1,66 c	0,000
Costo/kg ganancia peso, dólares	0,90 a	0,83 c	0,91 a	0,87 b	0,000
Peso a la canal, %	1,70 c	1,91 a	1,68 c	1,82 b	0,000
Rendimiento a la canal, %	72,75 b	76,20 a	73,11 b	75,77 a	0,000
Mortalidad, %	4,58 a	2,08 a	2,92 a	2,92 a	0,605
Índice de eficiencia	136,36 b	149,36 a	135,88 b	141,61 b	0,001

Prob.: Probabilidad

ns: Prob. > 0,05; no existen diferencias estadísticas.

*: Prob. < 0,05; existen diferencias significativas.

** : Prob. < 0,01; existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en la misma fila (en cada factor de estudio), no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

b: Ganancias de pesos, kg: Las medias de las ganancias de peso presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), presentando los pollos mayores incrementos de peso (2,47 kg), cuando se los suministró la fitasa sólida en 200 g/tm, que se redujo a 2,26 kg al adicionárseles fitasa líquida en 50 cc/m³ en el agua de bebida.

c: Consumo de alimento, kg: El consumo de alimento, presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre la respuesta obtenida con el empleo de fitasa sólida en 100 g/tm que fue de 3,89 kg, frente a los consumos de los otros grupos evaluados, y que fueron de 3,91 kg cuando se les proporcionó la fitasa líquida en los niveles 50 y 100 cc/m³ y de 3,92 kg en los animales que recibieron la fitasa sólida en 200 g/tm.

d: Conversión alimenticia: En la conversión alimenticia se registró diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), siendo la conversión alimenticia más eficiente la registrada al utilizar el balanceado con fitasa sólida en 200 g/tm, con un valor de 1,59, elevándose a

1,66 cuando se utilizó la fitasa líquida, y aún más con la fitasa sólida en 100 g/tm y la fitasa líquida en 50 cc/m³, por cuanto se incrementaron a 1,70 y 1,73.

e: Costo/kg de ganancia de peso, dólares: Los menores costos de producción se registraron cuando se utilizó el balanceado con 200 g/tm de fitasa sólida, por cuanto por cada kg de ganancia de peso obtenido su costo es de 0,83 dólares, valor que difieren estadísticamente ($P < 0,01$), con las respuestas de los otros grupos evaluados, por cuanto al emplearse 100 cc/m³ de fitasa líquida su costo es de 0,87 dólares, elevándose a 0,90 y 0,91 dólares/kg de ganancia de peso con el empleo de de fitasa sólida en 100 g/tm y la fitasa líquida en 50 cc/m³ respectivamente.

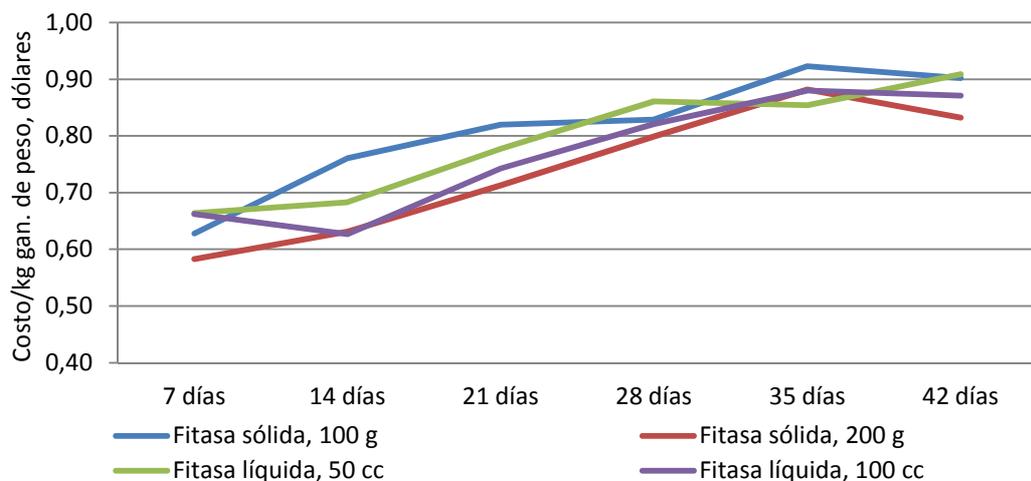


Gráfico 2. Comportamiento del costo/kg de ganancia de peso (dólares), de pollos de engorde hasta los 42 días de edad, en dos ensayos consecutivos que recibieron diferentes tipos de fitasa en varias dosis.

f: Peso a la canal, kg: Los pesos a la canal presentaron diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), por cuanto de un peso obtenido de 1,91 kg de los pollos que recibieron la fitasa sólida en 200 g/tm, este se redujo a 1,70 con la fitasa sólida en 100 g/tm y a 1,68 kg con la adición de fitasa líquida en 50 cc/m³.

g: Rendimiento a la canal, %: Las medias de los rendimientos a la canal registran diferencias estadísticas altas ($P < 0,01$), ya que los valores encontrados fueron de 76,20 % con la utilización de fitasa sólida en 200 g/tm, y que se redujeron al 75,77 % con la adición de fitasa líquida en 100 cc/m³, al 73,11 % con fitasa líquida en 50 cc/m³ y el 72,75 % con fitasa sólida en 100 g/tm.

h: Mortalidad, %: El mayor número de bajas se observaron en los animales que recibieron la fitasa sólida en 100 g/tm, con una mortalidad del 4,58 %, seguidas de los pollos que se les proporcionó la fitasa líquida en 50 y 100 cc/m³ con el 2,92 % de mortalidad, en cambio que la menor cantidad (2,08 %) se observó en los animales que se les suministró la fitasa sólida en 200 g/tm, siendo estas diferencias únicamente numéricas ($P > 0,05$).

i: Índice de eficiencia: Los Índice de Eficiencia (IE), determinados por efecto de los tipos de fitasa en los niveles empleados, registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), que demuestran que cuando se empleó la fitasa sólida en 200 g/tm,

los pollos presentaron un mejor aprovechamiento del alimento por cuanto el IE fue de 149,36, valor que se reduce en los otros grupos evaluados, por cuanto con la adición de fitasa líquida en 100 cc/m³ fue de 141,61, con la fitasa sólida en 100 g/tm de 136,36 en cambio con la fitasa líquida en 50 cc/m³ el IE determinado fue de 135,88.

C: **DESEMPEÑO PRODUCTIVO POR EFECTO DEL NÚMERO DE ENSAYOS**

Los resultados por efecto del número de ensayo (cuadro 3), determinan que a los 42 días de edad, no existen diferencias estadísticas ($P > 0,05$), en los parámetros considerados, existiendo entre ellos pequeñas diferencias numéricas.

Cuadro 3. DESEMPEÑO PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EVALUADOS EN DOS ENSAYOS CONSECUTIVOS, QUE RECIBIERON DOS TIPOS DE FITASA (SÓLIDA Y LIQUIDA).

Parámetro	Ensayo		Prob.	
	Primero	Segundo		
Peso inicial, g	40,17 a	40,58 a	0,353	ns
Peso final, kg	2,37 a	2,40 a	0,310	ns
Ganancia de peso total, kg	2,33 a	2,33 a	0,314	ns
Consumo total de alimento, kg	3,90 a	3,91 a	0,149	ns
Conversión alimenticia	1,68 a	1,66 a	0,394	ns
Costo/kg ganancia peso, dólares	0,88 a	0,87 a	0,450	ns
Peso a la canal, kg	1,76 a	1,79 a	0,529	ns
Rendimiento a la canal, %	74,48 a	74,44 a	0,956	ns
Mortalidad, %	2,50 a	3,75 a	0,352	ns
Índice de eficiencia	140,81 a	140,80 a	0,999	ns

Medias con letras iguales en la misma fila (en cada factor de estudio), no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

En el segundo ensayo se observó respuestas favorables en los pesos final con 30 g, (2,37 frente a 2,40 kg), en la conversión alimenticia 1,68 frente a 1,66, el costo/kg de ganancia de peso represento un ahorro de 10 centavos de dólar (0,88 frente a 0,88 dólares), un mayor peso a la canal en 30 g (1,76 frente a 1,79 kg), pero la mortalidad fue superior (2,50 frente a 3,75 %), mientras que en el resto de parámetros se obtuvieron respuestas similares, como en las ganancias de peso (2,33 kg), consumo de alimento (3,90 y 3,91 kg), rendimiento a la canal (74,48 y 74,44 %), al igual que en el índice de eficiencia (140,81 y 140,80), por lo que se establece que los ensayos realizados no afectaron las respuestas totales obtenidas.

D: **RESPUESTA METABÓLICA**

a: Fósforo sanguíneo, mg/dl: Las respuestas de la presencia del fósforo sanguíneo presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), por efecto de las fitasa en varios niveles empleados, encontrándose la mayor cantidad de fósforo en la sangre (20,86 mg/dl) en los pollos que recibieron fitasa sólida en 200 g/tm, que se redujo a 19,58 mg/dl cuando se les suministró fitasa sólida en 100 g/tm, y las menores cantidades se determinaron al emplearse la fitasa líquida en 50 y 100 cc/m³, con contenidos de 17,97 y 17,71 mg/dl (cuadro 4).

Cuadro 4. RESPUESTA METABÓLICA DE POLLOS DE ENGORDE, POR EFECTO DE DOS TIPOS DE FITASA EN DIFERENTES DOSIS.

Parámetro	Fitasa sólida		Fitasa Líquida		Prob.
	100 g	200 g	50 cc	100 cc	
Fósforo sanguíneo, mg/dl	19,58 ab	20,86 a	17,97 c	17,71 c	0,010
Fosfatasa Alcalina, U/L	130,25 a	115,10 a	124,57 a	106,07 a	0,696
Fósforo en las heces, %	1,39 a	1,26 a	1,11 b	1,37 a	0,003
Fósforo en los huesos (canilla), %	6,68 a	7,59 a	7,04 a	6,80 a	0,520
Calcio en los huesos (canilla), %	15,87 a	15,93 a	15,34 a	14,67 a	0,552
Relación calcio/fósforo	2,40 a	2,10 a	2,32 a	2,17 a	0,169

Medias con letras iguales en la misma fila (en cada factor de estudio), no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Duncan.

b: Fosfatasa alcalina, U/L: Las cantidades encontradas no fueron diferentes estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de las fitasas en varios niveles empleados, a pesar de que numéricamente las menores concentraciones se observaron en los pollos que recibieron fitasa solida en 200 g/tm y fitasa líquida en 50 cc/m³, por cuanto los valores determinados fueron de 115,10 y 106,67 U/l, respectivamente, en cuando se utilizó fitasa solida en 100 g/tm y fitasa líquida en 100 cc/m³, las cantidades registradas fueron de 130,25 y 124,57 U/l, en su orden, valores que están por debajo del rango normal.

c: Fósforo en las heces, %: Las cantidades de fosforo encontradas en las heces de los pollos fueron diferentes estadísticamente ($P < 0,01$), por cuanto las mayores cantidades se determinaron en las heces de los pollos que recibieron fitasa sólida en 200 g/tm y fitasa líquida en 100 cc/m³, con valores de 1,39 y 1,37, en su orden, y en menor proporción en las heces de los pollos que se les suministró fitasa solida en 200 g/tm y fitasa líquida en 50 cc/m³, con cantidades de 1,26 y 1,11 % respectivamente.

d: Fósforo en los huesos (canilla), %: Las cantidades encontradas fosforo en los huesos (en la canilla) de los pollos de engorde, por efecto de las fitasas en varios niveles empleados, no fueron diferentes estadísticas ($P > 0,05$), registrándose cantidades desde 6,68 % a 7,59 % que son los casos extremos y que corresponden a los animales que recibieron la fitasa sólida en 100 y 200 g/tm, respectivamente.

e: Calcio en los huesos (canilla), %: El contenido de calcio de los huesos de los pollos de engorde no presentaron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), por efecto de las fitasa en los niveles empleados, ya que los valores determinados fluctuaron entre 14,67 y 15,93 %, que corresponden a los animales que recibieron la fitasa líquida en 100 cc/m³ y la fitasa sólida en 200 g/tm, respectivamente.

E: ANÁLISIS ECONÓMICO

a: Por efecto de los tipos de fitasa: Mediante el análisis económico realizado a través del indicador beneficio/costo, considerando los tipos de fitasa se determinó que la mayor rentabilidad en la explotación de pollos parrilleros se consiguió cuando se utilizó la fitasa sólida, con un beneficio/costo de 1,20, que determina que por cada dólar invertido se tiene una utilidad de 20 centavos (20 % de rentabilidad), en cambio que con el uso de la fitasa sólida su rentabilidad se redujo al 17 % por cuanto su beneficio/costo fue de 1,17.

b: Por efecto de las fitasas en varios niveles: De los resultados obtenidos del

análisis económico considerando los tipos de fitasa y los niveles empleados, se puede indicar que la mayor rentabilidad económica se alcanza cuando se utilizó la fitasa sólida en 200 g/tm, con la cual se obtuvo una rentabilidad de 29 %, es decir un beneficio/costo de 1,29, seguidos de las aves que se les proporcionó la fitasa líquida en 100 cc/m³, con la cual se alcanzó una rentabilidad de 22 %, en cambio que cuando se empleó las fitasas tanto sólida como líquida pero en los niveles inferiores (100 g/tm y 50 cc/m³), las rentabilidades obtenidas se redujeron al 12 y 13 % %, en su orden, por lo que se puede recomendar alimentar a los pollos con la utilización del fitasa sólida en 200 g/tm de alimento, por cuanto a más de la mayor rentabilidad económica las aves presentaron un desempeño productivo superior.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el desempeño total de los animales, se establece que mejores resultados se consiguieron con el empleo de la fitasa sólida que con la fitasa líquida, alcanzando a los 42 días de edad: pesos finales de 2,42 kg, ganancias de peso de 2,38 kg, conversión alimenticia de 1,64, costo/kg de ganancia de peso de 0,87 dólares, peso a la canal de 1,81 kg y un Índice de eficiencia de 142,86.
- Con respecto a los tipos de fitasas en varios niveles empleados, mejores desempeños productivos presentaron los pollos que recibieron fitasa sólida en 200 g/tm de alimento, presentando pesos finales de 2,51 kg, incrementos de peso de 2,47 kg, conversión alimenticia de 1,59, costo/kg de ganancia de peso de 0,83 dólares, peso a la canal de 1,91 kg y un Índice de eficiencia de 149,36.
- El mayor contenido de fósforo sanguíneo (20,22 mg/dl), presentaron los animales que recibieron la fitasa sólida, sin que haya variación considerable en la presencia de fosfatasa alcalina que fue entre 115,32 y 122,68 U/L, fósforo en las heces fue de 1,24 a 1,32 %, fósforo en los huesos de 6,92 a 7,14 %, calcio en los huesos de 15,00 a 15,90 %, manteniendo una relación Calcio:Fósforo de 2,25.
- Con el empleo de la fitasa sólida en 200 g/tm, existe una mayor retención del fósforo, por cuanto el fósforo sanguíneo fue más alto (20,86 mg/dl), menor fosfatasa alcalina (115,10 U/L) y fósforo en las heces (1,26 %), mayor cantidad de fósforo y calcio en los huesos (7,59 % y 15,93, en su orden) y una relación Calcio:Fósforo de 2,10.
- La mayor rentabilidad económica (29 %) se alcanzó con el uso de fitasa sólida en 200 g/tm, en cambio con la fitasa líquida en 100 g/tm y la fitasa líquida en 50 cc/m³, sus rentabilidades fueron de 12 y 13 %, respectivamente.

Las recomendaciones que se deprenden de los resultados obtenidos son las siguientes:

- Emplear en la alimentación de pollos de engorde fitasa sólida en 200 g/tm, por cuanto se logró mejorar la digestibilidad del fósforo contenido en los ingredientes vegetales del alimento balanceado, efecto que se ve reflejado en el mejor desempeño productivo, con menores costos de producción y una mayor rentabilidad económica, así como también permitió reducir la excreción de fósforo al medio ambiente.
- Continuar con el estudio del empleo de la fitasa en la alimentación de pollos de engorde, pero incrementando los niveles, por cuanto las mejores respuestas se determinaron con los niveles más altos que se utilizaron en el presente trabajo.

VIII. LITERATURA CITADA

Angel, R., Tamim, N., & Christman, M. (2004). Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. *Poult Sci.* 83: 1358.

- Cahuana, J. (2006). Utilización de fitasa Microbianan Allzyme S.D. Phytase en la cría y engorde de pollos. Tesis de Grado. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. pp. 36- 72.
- Carlón, G. (2004). El uso de enzimas en la alimentación de aves. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Michoacán, México. pp 10 – 50.
- Cauja, C. (2008). Evaluación de 3 fuentes de fitasas y su efecto en la alimentación de pollos de engorde. Tesis de Grado. Facultad Ciencias Pecuarias. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. pp. 32- 65.
- Donayre, J. 2010. ¿Cómo elegir Fitasa? - Un nuevo enfoque dentro de la Formulación de Raciones. Promoción y Desarrollo – Química Suiza S.A. Disponible en <http://www.engormix.com>.
- Ingalls, F. (2009). Relación: rentabilidad de la producción y eficiencia alimenticia en 10 granjas de pollo de engorda en México. Disponible en <http://www.tuobra.unam.mx>.
- Méndez, J. (2008). Fitasas en avicultura. XIV Curso de Especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. Disponible en <http://www.uco.es/servicios/nirs/fedna/capitulos/98CAPVI.pdf>.
- Sebastian, S., Touchburn, S., Chávez, E. and Lague, P. (2002). The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper, and zinc in broiler chickens fed com-soybean diets. *World's Poultry Sci. J.* Vol. 76: 760-1769.
- Selle P., Ravindran, V., Caldwell, R., Bryden, W. (2000). Phytate and phytase: consequences for protein utilisation. *Nutr. Res. Rev.* 13: 255 a 278.
- Selle, P. (2011). Dietas para broilers. Nuevas perspectivas sobre la inclusión de fitasa. Poultry Research Foundation y Universidad de Sydney, Australia. Disponible en <http://albeitar.portalveterinaria.com>.
- Show, R.; Douglas, M.; Babal, A.; Persia, M. & Parson, C. (2003). Efficacy oh high available phosphorous corn in laying hens diets. *Poult. Sci.* 82: 1037.
- Documentos de Internet:
1. <http://www.bioalimentar.com.ec>. 2011. Plan de alimentación para pollos de engorde.
 2. <http://www.elsitioavicola.com>. 2012. Se consumen 32 kilos de pollo al año