

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**SUPLEMENTACIÓN DE ENZIMA FITASA EN DIETA PARA
POLLOS PARRILLEROS COBB 500 EN TINGO MARÍA**

Tesis

Para Optar el Título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

RIVERA AMARINGO, ABRAHAM AUGUSTO

Tingo María – Perú

2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARÍA
FACULTAD DE ZOOTECNIA
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y TESIS



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, se reunieron a las 05:00 p.m. del 27 de noviembre de 2017, para calificar la Tesis titulada "SUPLEMENTACIÓN DE ENZIMA FITASA EN DIETA PARA POLLOS PARRILLEROS COBB 500 EN TINGO MARÍA", presentada por el Bachiller en Ciencias Pecuarias **ABRAHAM AUGUSTO RIVERA AMARINGO**.

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas, el Jurado declara **APROBADA LA TESIS** con el calificativo de "MUY BUENO".

En consecuencia, el sustentante queda capacitado para optar el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ZOOTECNISTA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, y tramitado ante el Consejo Universitario, para la otorgación del título de conformidad con lo establecido en el Artículo 265°, inciso "b" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 29 de noviembre de 2017.

.....
Ing. M. Sc. Juan Lao Gonzáles
Presidente

.....
Dr. Carlos Enrique Arévalo Arévalo
Miembro

.....
Ing. Walter Alberto Paredes Orellana
Miembro

.....
Dr. Rizal Alcides Robles Huaynate
Asesor

Copia : Archivo

slcp/sec



T
ZOO

Rivera Amaringo, Abraham Augusto

Suplementación de enzima fitasa en dieta para pollos parrilleros Cobb 500 en Tingo María.

50 páginas; 07 cuadros; 01 figura; 41 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Zootecnista) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Zootecnia. 2017

- 1. CONVERSIÓN ALIMENTICIA**
- 2. FÓSFORO FÍTICO**
- 3. FÓSFORO DISPONIBLE**
- 4. MÉRITO ECONÓMICO**
- 5. GANACIA DE PESO**

DEDICATORIA

A DIOS, por darme la vida, por iluminarme, protegerme y bendecirme durante mi existencia.

A mi madre: Josefina AMARINGO RUFINO, por el amor y apoyo incondicional durante mi formación profesional, por los valores sembrados y la confianza depositada en mi persona.

A mi hermana: Delia Zazarit RIVERA, AMARINGO, por el amor y preocuparse por mi bienestar durante mi formación profesional.

A mi pareja: Marilyn Yessenia PEÑA ARIAS, por llenar mi vida de amor y alegría.

AGRADECIMIENTO

- A DIOS, por su gran amor y protección que nos viene demostrando día a día.
- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a los profesores de la Facultad de Zootecnia, que contribuyeron en mi formación profesional.
- Al Dr, Rizal Alcides Robles Huaynate Asesor del presente trabajo, mi eterno agradecimiento, por su gran apoyo y fuerza incondicional, quien con sus conocimientos y consejos contribuyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.
- A Liz Rosario Ocas Terán, Heidy Maribel Medina Velasque y Isabel Claudia Rodriguez Clemente, por su compañía y apoyo en la realización del presente trabajo.
- A mis estimados amigos, Jairo Loaisa, Hugo Cayetana, Dario Mendoza, Willian Nuñez, Dixon Apaza, Lirza Cervantes, Quijano Rojas, Kelli Caballero y Yefigenia Albornoz. con quienes compartí momentos inolvidables durante mi formación académica y me brindaron su apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

SUPLEMENTACIÓN DE ENZIMA FITASA EN DIETA PARA POLLOS PARRILLEROS COBB 500 EN TINGO MARÍA

Abraham Augusto Rivera Amaringo¹, Rizal Alcides Robles Huaynate²

La presente investigación se realizó en la unidad de aves de la Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco; con el objetivo de evaluar los índices bioeconómicos de pollos parrilleros machos en fases de inicio, crecimiento, acabado y periodo total, alimentados con dietas suplementadas con enzima fitasa; para ello fueron utilizados 105 pollos de la línea Cobb Vantress de un día de edad, las cuales se distribuyeron en tres tratamientos con siete repeticiones y cinco pollos por repetición; los tratamientos evaluados para la fase de inicio fueron: T1: Dieta control positivo con 0.47% de fósforo disponible, T2: Dieta control negativo con 0.32% de fósforo disponible y T3: Dieta control negativo más 0.010% de enzima fitasa; para la fase de crecimiento fueron: T1: Dieta control positivo con 0.40% de fósforo disponible, T2: Dieta control negativo con 0.25% de fósforo disponible y T3: Dieta control negativo más 0.010% de enzima fitasa y para la fase de acabado fueron: T1: Dieta control positivo con 0.35% de fósforo disponible, T2: Dieta control negativo con 0.20% de fósforo disponible y T3: Dieta control negativo más 0.010% de enzima fitasa. Las evaluaciones estadísticas se realizaron utilizando un Diseño Completamente al Azar (DCA), con ajuste por covariancia para peso inicial, procesados con el software estadístico InfoStat y los promedios fueron comparados utilizando la prueba de Tukey 5%. Los resultados muestran que, la ganancia de peso, el consumo de alimento y la rentabilidad económica fueron ($p < 0.05$) mejores en pollos que consumieron dietas bajas en fósforo disponible y suplementadas con fitasa; también, las concentraciones de fósforo total en cama de pollos alimentados con dieta suplementada fue 10.9% menos en relación a los otros tratamientos. Se concluye que la suplementación de 0.01% de enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros machos mejora los índices bioeconómicos y reduce las concentraciones de fósforo total en sus respectivas camas.

Palabras clave: Conversión alimenticia, fósforo disponible, fósforo fítico, ganancia de peso y mérito económico.

¹ Bachiller en Ciências Pecuárias. Universidad Nacional Agraria De La Selva

² Dr. Docente Principal de la Facultad de Zootecnia UNAS/Tingo María - Perú.

ÍNDICE GENERAL

Página	
I.	INTRODUCCIÓN 1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA..... 3
2.1.	Generalidades..... 3
2.2.	Generalidades de la fitasa..... 4
2.3.	Fósforo y fitatos..... 6
2.4.	Efecto de la enzima fitasa sobre la alimentación de aves..... 8
2.5.	Utilidad ecológica de las fitasas..... 10
2.6.	Utilidad económica de las fitasas..... 11
2.7.	Importancia del fósforo y calcio y uso de la enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros..... 12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS..... 15
3.1.	Lugar y del lugar de investigación..... 15
3.2.	Tipo de investigación..... 15
3.3.	Instalaciones y equipos..... 15
3.4.	Insumo en estudio (enzima fitasa)..... 16
3.5.	Dietas experimentales y alimentación..... 17
3.6.	Animales experimentales..... 17
3.7.	Sanidad 18
3.8.	Variable independiente..... 22
3.9.	Tratamientos en estudio..... 22
3.10.	Diseño y análisis estadístico..... 23
3.11.	Croquis de distribución de tratamientos y repeticiones..... 24
3.12.	Variables dependientes..... 25

3.13.	Metodología.....	25
3.13.1.	Ganancia diaria de peso.....	25
3.13.2.	Consumo diario de alimento.....	26
3.13.3.	Conversión alimenticia.....	26
3.13.4.	Índices biológicos.....	26
3.13.5.	Beneficio económico.....	27
IV.	RESULTADOS	29
4.1.	Índices zootécnicos.....	29
4.2.	Índices biológicos.....	29
4.3.	Índices económicos.....	29
V.	DISCUSIÓN.....	32
5.1.	Índices zootécnicos	32
5.1.1.	Fase de inicio de 1 a 7 días de edad.....	32
5.1.2.	Fase de crecimiento de 8 a 21 días de edad.....	33
5.1.3.	Fase de acabado de 22 a 33 días de edad.....	34
5.1.4.	Periodo total de 1 a 33 días de edad.....	35
5.2.	Índices biológicos.....	37
5.2.1.	Niveles de fósforo y calcio en cama de pollos parrilleros	37
5.3.	Evaluación económica.....	38
VI.	CONCLUSIONES.....	40
VII.	RECOMENDACIONES.....	41
VIII.	ABSTRACT.....	42
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	43
X.	ANEXO.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Matriz nutricional de la enzima fitasa.....	17
2.	Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de inicio de 1 a 7 días de edad.....	19
3.	Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de crecimiento de 8 a 21 días de edad.....	20
4.	Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de acabado de 22 a 33 días de edad.....	21
5	Promedios de ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos parrilleros en función de las fases y tratamientos.....	30
6.	Concentraciones de fósforo total y calcio en cama de pollos parrilleros en función de la suplementación de fitasa y los días de evaluación.....	31
7.	Beneficio neto y mérito económico de pollos parrilleros machos COBB VANTRESS 500, alimentados con dietas suplementadas con fitasa.....	31

ÍNDICE DE FIGURA

Figura	Página
1. Croquis de distribución de tratamientos, repeticiones y unidades experimentales	24

I. INTRODUCCIÓN

En la última década, la industria avícola ha presentado grandes avances en la producción de pollos parrilleros asociados principalmente al mejoramiento de desempeño mediante la genética y el avance del conocimiento en las áreas de nutrición y alimentación. Representando gran importancia para la economía peruana como generadora de empleo y renta.

Las fitasas son enzimas que hidrolizan los fitatos, libera fósforo, otros minerales (calcio, hierro y zinc) y proteína, haciendo posible el mayor aprovechamiento del fósforo presente en los vegetales. Hasta mediados de la década del noventa, el uso de las fitasas estuvo limitado por su precio; sin embargo, los problemas de contaminación ambiental, la reducción de los costos de producción, así como la aplicación de nuevas tecnologías y la consideración de otros efectos adicionales, unidos a las mejoras en la absorción de calcio, zinc, magnesio y aminoácidos, han posibilitado que su utilización sea común. En este contexto, además del beneficio económico que representan, las regulaciones ambientales de producción hacen que su uso sea prácticamente obligatorio.

Sin embargo, al contrario de otros aditivos alimenticios como los aminoácidos y las vitaminas, que en el animal tienen una función y requerimientos definidos, existe aún un conocimiento limitado acerca de las relaciones entre las unidades analizadas, las dosis requeridas y la bioeficacia óptima para los diferentes productos enzimáticos.

Por ello, surgió la siguiente interrogante ¿Cuál es el efecto de la suplementación de fitasa en dietas para pollos parrilleros sobre el desempeño zootécnico y la concentración de fósforo en la cama de pollos? Para responder esta pregunta, optamos por la siguiente hipótesis: la suplementación de enzima fitasa en dietas para pollos parrilleros reporta mejor desempeño y menor concentración de fósforo en la cama.

Objetivo general

Evaluar el desempeño bioeconómico y la concentración de fósforo total y calcio en la cama de pollos parrilleros alimentados con dietas suplementadas con fitasa.

Objetivos específicos

- Evaluar la ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia, en pollos parrilleros alimentados con dietas suplementada con enzima fitasa.
- Cuantificar las concentraciones de fósforo y calcio en cama de pollos parrilleros alimentados con dietas suplementadas con fitasa.
- Determinar el beneficio y mérito económico de pollos parrilleros alimentados con dietas suplementadas con fitasa.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades

En las últimas décadas se han presentado grandes avances en la producción de pollos parrilleros, desarrollándose investigaciones en el área de genética, manejo, alimentación y economía con la finalidad de producir carne al menor costo (MARTINEZ, 2003). La avicultura comercial está constituida por los sectores de aves reproductoras, producción de huevo y producción de carne. Los pollos de engorda se crían técnicamente para que alcancen un peso promedio de 2.5 kg en 42 días y una eficiencia alimenticia de 1.8 kg de alimento por kg de ganancia de peso. Parece que nos acercamos al límite del desempeño en la ganancia de peso y la eficiencia alimentaria de los pollos, una vez que haya implicaciones con los sistemas cardiopulmonar y óseo para aumentar su eficiencia (FERREIRA, 2009)

En el manejo integral de pollos parrilleros, se debe considerar los cuatro pilares fundamentales a tener en cuenta en cualquier unidad de producción eficiente: sanidad, genética, nutrición y manejo (CHICA Y OTALARA, 2003). También, las instalaciones para la crianza de pollos deben proporcionar las condiciones ambientales óptimas para permitir que el pollo desarrolle todo su

potencial genético, se obtenga un producto de excelente calidad a un mínimo costo posible (CASTELLO, 1997).

La nutrición y suministro de alimento en todas las especies, es el proceso que suministra a las células de los animales la porción necesaria de los nutrientes del ambiente externo para el óptimo funcionamiento de las reacciones metabólicas y químicas relacionadas con el crecimiento, mantenimiento, producción y reproducción. La nutrición comprende la ingestión, digestión, absorción de los nutrientes que sirven de alimento; además, del transporte de los elementos a todas las células del organismo en las diferentes formas fisicoquímicas para su asimilación y empleo por parte de las células y finalmente la excreción de los elementos no utilizados (BARRETO, 2005).

2.2. Generalidades de la fitasa

MANANGI y CONN (2008) comentan que la fitasa es una enzima que se encuentra en la naturaleza, principalmente en las plantas. Se forma durante la etapa de brotación para abastecer de fósforo a la planta durante su crecimiento. Existe evidencias de que las fitasas pueden incrementar significativamente, la utilización de fósforo fítico, hecho que ha sido descrito como de un gran interés en nutrición humana y animal, así como para el medio ambiente ya que, además, supone una reducción en la excreción de fósforo.

KESHAVARZ (2008), indica que las fitasas son fosfatasas específicas que hidrolizan los fitatos a inositol y orto fosfato, existen dos tipos de actividad fitasica ,3 y 6 fitasas. Su diferencia radica en que la primera inicia su

hidrolisis en el grupo fosfato que está en la posición 3 y la 6 fitasa en el que está en la 6. La 3-fitasa se ha encontrado en microorganismos y animales, mientras que la 6- fitasa es de origen vegetal, las fitasas se encuentran en la naturaleza en un gran número de granos, semillas y subproductos, siendo el centeno, el triticale, el trigo y los salvados los que poseen una mayor riqueza, en los microorganismos principalmente en hongos, también se encuentran en muy altas concentraciones y por último en la mucosa del tracto gastrointestinal, pero en cantidades muy poco representativas.

La enzima fitasa comercialmente es producida por la fermentación de una cepa modificada de *Aspergillus niger*, sus características es un polvo amarillo pardo, fácilmente miscible en agua (TEICHMANN *et al.*, 1999; COUSIN, 1999; PIZARRO *et al.*, 1999). Según TEICHMANN *et al.* (1998), la actividad de la enzima fitasa es medida en unidades de actividad de fitasa (FTU), la misma que es definida, por la cantidad de enzima que libera 1 μ mol de fósforo inorgánico en un minuto, en un sustrato de sodio fitato a 37 °C en pH 5.5.

Se ha demostrado en broilers la hidrólisis de ácido fítico tiene lugar fundamentalmente en el buche (69 al 86 % de la actividad fitásica añadida) y en menor medida en el proventrículo (31 – 38 %) no detectándose la actividad en el intestino delgado. Su hidrolisis mediante la acción de las fitasas de origen endógeno o exógeno mejora en proporciones variables la absorción y retención del fósforo, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro y aminoácidos, especialmente en dietas deficientes (KORNEGAY, 1996; REBOLLAR Y MATEOS, 1999).

La fitasa permite reducir el uso de fósforo inorgánico en la dieta y por lo tanto, la excreción de fósforo disminuye hasta en un 30%. También, la fitasa al actuar sobre el ácido fítico, mejora notablemente el aprovechamiento de la proteína de la dieta, reduciendo la cantidad de nitrógeno excretado hasta en un 5%. La fitasa, también mejora la utilización de la energía de la dieta y de otros nutrientes, de tal manera, que es posible generar ahorros en el costo de alimento balanceado (PIZARRO *et al.*, 1999).

2.3. Fósforo y fitatos

El fósforo es un nutriente esencial que además de formar parte de los huesos, está implicado en otras funciones biológicas, como la regulación del pH de fluidos extracelulares, la acumulación de energía en forma de ATP, el transportador de lípidos y la formación de membranas biológicas (REBOLLAR Y MATEOS, 1999); por este motivo, todos los animales necesitan suplementar fuentes de fósforo, para evitar posibles síntomas de deficiencia, tales como, pérdida de apetito, disminución en la velocidad de crecimiento y problemas locomotores de diversa índole.

El ácido fítico presentes en los ingredientes de origen vegetal, que hacen parte en los alimentos balanceados, cuando se encuentran en el tracto intestinal pueden ligar a iones minerales; los complejos mineral-fitato resultantes, no se absorben fácilmente a través de la mucosa intestinal resultando en una reducción de la biodisponibilidad de los cationes minerales que se ligan.

También, en condiciones de pH neutro, se ha demostrado que el ácido fítico, reduce también la disponibilidad de minerales, por formar sales solubles con numerosos cationes di y trivalentes que son esenciales para el crecimiento y producción avícola incluyendo el zinc, magnesio, calcio, hierro, cobre, cobalto, manganeso y potasio (KORNEGAY, 1996; SAYLOR, 2001).

El ácido fítico también puede formar complejos insolubles con proteína y almidón, siendo la interacción del ácido fítico y proteínas, tipo iónico y dependiente del pH; a pH bajo el ácido fítico se une a residuos básicos (grupo amino) de la lisina, arginina e histidina formando complejos insolubles (KORNEGAY, 1996).

Los ingredientes vegetales utilizados en la alimentación animal presentan en mayor o menor medida el ácido fítico cuyas sales, los fitatos, forman complejos de diversos componentes vegetales, principalmente con el fósforo y calcio, pero también con minerales traza, proteína y carbohidratos. Estos complejos reducen considerablemente la disponibilidad de los nutrientes vegetales para los animales monogástricos los cuales carecen de la enzima necesaria para hidrolizar los complejos (PIZARRO *et al.*, 1999).

También, el fósforo contenido en los fitatos es muy poco disponible para aves y porcinos ya que el organismo animal carece de la enzima fitasa endógena, al menos en cantidad suficiente, para degradar y separar el fósforo de la molécula del inositol; en situaciones normales, la mayor parte del fósforo

fítico aparece en las heces incrementando la contaminación ambiental (CASTILLO, 2001).

En el caso de los cereales que contiene fitatos, también son conocidos por inhibir enzimas digestivas endógenas como pepsina, amilasa y tripsina, estos efectos son debido probablemente a la naturaleza inespecífica de complejos fitato-proteína y una inhibición debido al efecto quelante de iones de calcio necesarios para la actividad de enzimas endógenas (COUSIN, 1999; SAYLOR, 2001).

2.4. Efecto de la enzima fitasa sobre la alimentación de aves

REBOLLAR Y MATEOS (1999), aun cuando el efecto de fitasa en aves no se pone de manifiesto de forma clara que se produzca mejoras en el índice de conversión, si bien, algunas autores encuentran mayores crecimientos al utilizar fitasas, los consumos aumentan y las conversiones no mejoran; otros como GONZALES et al. (2000) trabajando con pollos Ross 308 los 43 días de edad obtuvieron una conversión alimenticia significativamente más eficiente utilizando una dieta con FTU de enzima fitasa/kg de la dieta comparada con una dieta igual pero sin enzima fitasa, las dietas experimentales fueron en base a gluten de maíz, harina de pescado, soya y aceite vegetal.

Por otro parte, las fitasa precisan para actuar un minuto de actividad de agua, se estima que no se alcanza una actividad significativa hasta que no se llegue a una humedad próxima al 25 a 30%, por lo que la enzima no es activa en los alimentos, donde la humedad se suele situar alrededor de 10%; sin embargo,

en el aparato digestivo, si se rebasa el umbral de actividad de agua, lo permite su acción hidrolítica (REBOLLAR Y MATEOS, 1999).

Es bien sabido que las fitasas tienen un efecto directo en la digestión del fósforo, sin embargo, estudios recientes en animales, junto con experimentos de digestibilidad, sugieren que los beneficios de las fitasas pueden ir más allá que la simple liberación de fósforo (BEAULIEU *et al.*, 2004 y PLUMSTEAD *et al.*, 2004). SEBASTIAN *et al.* (1996) concluyeron que pollitos alimentados con dietas a base de maíz y soya y 600 UF de fitasa/kg, tuvieron desempeño semejante y mayor retención de fósforo, calcio, cobre y zinc, con respecto a los pollitos que no recibieron la enzima.

En otro estudio, pero con lotes comerciales de ponedoras, NIEKERK y REUVEKAMP (1997), concluyeron que es posible utilizar fitasas en avicultura, con equivalencias de 1 g de fósforo disponible por cada 500 UF, sin que haya diferencias en los resultados. En otro trabajo, NAMKUNG y LEESON (1999) demostraron un efecto positivo de aproximadamente 2% con la suplementación de fitasa (1200 UF/kg) en la digestibilidad de la proteína y de aminoácidos totales en pollos de engorde. En un estudio semejante, RAVINDRAN *et al.* (1995) observaron aumento en la digestibilidad ideal de la proteína bruta y de la energía de 2.4 y 3.9%, respectivamente, en dietas con maíz y torta de soja suplementadas con fitasa.

NAMKUNG y LEESON (1999) también, cuantificaron el efecto de la fitasa en el contenido de energía metabolizable aparente (EMA) en una dieta

típica de maíz y soya para pollos; estos autores hallaron que la suplementación con 1200 UF aumentó el contenido en EMA de 11.87 MJ/kg a 12.15 MJ/kg en el grupo suplementado.

2.5. Utilidad ecológica de las fitasas

Según MAENZ y CLASSEN (1998) comentan que, en sistemas de producción animal intensiva, principalmente de animales monogástricos, el incremento de fósforo en las excretas causa problemas medioambientales como los ecosistemas acuáticos que son afectados por el proceso de eutrofización del fósforo; razón por la cual, la actividad fitásica se califica como un beneficio para el medioambiente SELLER et al. (2009). Esta apreciación es ratificada por CASTRO y RODRÍGUEZ (2005) al afirmar que, reemplazando el fósforo de los insumos vegetales por el fósforo inorgánico, se reduce su excreción en más del 50%. Otras investigaciones han demostrado que con la inclusión de 300 uft en la dieta, los niveles de excreción de fósforo disminuyen en un 50% (BOLING et al., 2000), lo que infiere la importancia del uso de fitasas cuando se consideran los aspectos medioambientales en la industria avícola.

Los beneficios del uso de fitasa en las dietas de monogástricos, es la menor excreción de fósforo al ambiente, debido al mayor aprovechamiento del fósforo fítico, que hace el ave. Según KORNEGAY (1996), el uso de fitasa (200 a 1000 UFT/kg) reduce la excreción de fósforo en las heces entre 25 y 50%. También, en una revisión de WALDROUP *et al.* (2000) citó a varios autores que

demonstraron la efectividad de la fitasa en disminuir el contenido de fósforo en la excreta.

WINCKER (1999), informó que con el uso de fitasa en dietas de maíz y soya para pollos, puede disminuir el aporte de fósforo inorgánico (Pi) entre 20 y 50%. Esto también puede lograrse en pavas, según informes de YI y KORNEGAY (1996). Sin embargo, ACOSTA (2005) pudo reducir, completamente, la suplementación con fósforo inorgánico (Pi) en dietas de gallinas ponedoras, al utilizar 450 UF/kg de fitasa (*Natuphos*), sin que se afectaran los indicadores productivos ni el metabolismo mineral; además, fue posible reducir en 60% la excreción de fósforo al ambiente.

Según estimaciones actuales, si se añadieran fitasas a todas las dietas para cerdos y aves, sería posible reducir la cantidad de fósforo liberado en el medio ambiente en 2.5 millones de toneladas cada año, a nivel mundial (LESKE y COON, 2002 y PAYNE *et al.*, 2005).

2.6. Utilidad económica de las fitasas

En la práctica se ha visto que el uso de fitasa en dietas para aves puede disminuir el costo de la ración entre 0.5 y 5.0 dólares por tonelada; sin embargo, la magnitud del ahorro depende del precio y disponibilidad de los ingredientes, así como del requerimiento de nutrientes definido en cada fórmula (KORNEGAY, 1996). En pruebas de campo realizadas en Centro América con 450 000 aves testigo y 477 000 en prueba, no se observaron diferencias significativas en la conversión alimentaria y el peso corporal; pero el ahorro en

dólares, por tonelada métrica de pienso, fue cercano a 1.90 (JUAMPERE *et al.*, 2005).

2.7. Importancia del fósforo y calcio y uso de la enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros

Las dos terceras partes (66%) del contenido de fósforo total de las materias primas de origen vegetal se encuentra en un complejo que no es disponible para los monogástricos; a esta fracción, se le denomina fósforo fítico. El ácido fítico, es un compuesto muy activo debido a que tiene muchas cargas negativas, estas cargas negativas (aniones) pueden reaccionar con las cargas positivas (cationes), principalmente divalentes (tales como calcio, magnesio, zinc, hierro, etc), y al producto resultante se le llama ácido fítico, este también puede reaccionar con aminoácidos y azúcares siendo no disponibles para monogástricos (KESHAVARZ, 2008).

GOMIDE *et al.* (2011) en su trabajo de investigación evaluó la inclusión de fitasa en dietas con bajos niveles de fósforo, calcio y proteína para pollos parrilleros en fase de crecimiento (8 a 22 días de edad), donde observaron semejante ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia entre los tratamientos evaluados; entretanto, la retención de fósforo fue mejor ($p < 0.05$) en los tratamientos que se suplementaron fitasa (61.85%) en comparación al tratamiento sin suplementación de fitasa (45.98%).

La suplementación creciente de fitasa (500, 750 y 1000 uft/kg de dieta) en dietas con reducción de 2% de energía, 0.93% de proteína, 36% de

fósforo disponible y 6.25% de calcio, para pollos parrilleros machos de 1 a 21 días de edad; dónde concluyeron que, la ganancia de peso fue mejor en pollos alimentados con dieta suplementada con 500, 750 y 1000 uft, en relación a los pollos que consumieron dieta con los nutrientes completos sin fitasa y a la vez este tratamiento fue mejor en relación a los pollos alimentados con dieta reducida en nutrientes y sin suplementación de fitasa (FUKAYAMA *et al.*, 2008).

COSTA *et al.* (2007), indica que la suplementación de fitasa en dietas de pollos parrilleros e fases de inicio (1 a 7 días de edad) y crecimiento (8 a 21 días de edad), donde evaluaron el desempeño zootécnico y observaron que los pollos alimentados con dieta suplementada con 0.01% de enzima fitasa ganaron más peso ($p>0.05$) en relación a aquellos que consumieron dieta sin fitasa; entretanto, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no fueron afectados por la suplementación de la enzima.

McKORMIC *et al.* (2017), hace mención que la suplementación de antimicrobianos (tilosina y virginiamicina) y fitasa (0, 500 y 1500 uft/kg dieta), los cuales fueron suplementados en dietas de pollos parrilleros de 1 a 18 días de edad y concluyeron que en general, la suplementación con fitasa mejoró el rendimiento del crecimiento, digestibilidad y retención de nutrientes, independientemente de la suplementación de las dietas con antimicrobianos. También, la suplementación de dietas con antimicrobianos no afectó la digestibilidad o retención de fósforo, debido a la falta de interacción entre los antimicrobianos y la fitasa. Asimismo, no hubo evidencia de que la respuesta de

digestibilidad de fósforo por la fitasa, se ve afectada por la suplementación con antimicrobianos.

SUÁREZ (2017) estudió la suplementación de un multienzimático en dietas de pollos parrilleros de 1 a 33 días de edad y observaron que, en la fase de inicio de 1 a 21 días de edad, la conversión alimenticia fue mejor para el grupo de pollos suplementados con el multienzimático; entretanto en la fase de crecimiento de 22 a 35 días de edad y en el periodo total de 1 a 35 días de edad, la suplementación del multienzimático no influyó sobre los índices productivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar de investigación

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones avícolas de la Granja Zootécnica y en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, ambas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; geográficamente ubicado a 660 msnm, 09°17'58" de latitud sur y 76°01'07" longitud oeste, con una temperatura promedio anual de 24.8 °C, humedad relativa 85%, la precipitación pluvial promedio anual es de 3 324 mm y cuya zona de vida es bosque húmedo pre montano subtropical (UNAS, 2008). Dicho trabajo tuvo una duración de 50 días.

3.2. Tipo de investigación

El presente trabajo corresponde a una investigación experimental.

3.3. Instalaciones y equipos

Se utilizó un galpón experimental para aves, ubicado con orientación de norte a sur, con techo de calamina de dos aguas con claraboya, piso de

concreto, con pendiente de 3%, vigas y postes de madera, zócalo de concreto de 60 cm y paredes de malla galvanizada, en dicho galpón se instalaron 21 jaulas, cada jaula con medidas de 1x1x1 m, de largo, ancho y de alto respectivamente; en cuyo compartimento se albergaron a cinco pollos con su respectivo comedero tipo tolva y bebedero tipo tongo.

3.4. Insumo en estudio (enzima fitasa)

La enzima fitasa fue donada por la empresa Phartec S.A., cuyo nombre comercial es Phytacin 5000, de color crema, granulado, con actividad de fitasa mínima (AFM) de 5000 AFM/g, siendo una unidad de AFM equivalente a la cantidad de enzima que libera 1 micromol de fósforo inorgánico en un minuto en un sustrato de sodio-fitato a 37 °C y en pH 5.5; la cual fue incluida como suplemento en la dieta balanceada de pollos parrilleros en función a los tratamientos propuestos. La matriz nutricional de la enzima fitasa está en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Matriz nutricional de la enzima fitasa

Nutrientes	Contribución en la dieta
Fósforo disponible, %	0,15
Calcio, %	0,100
Energía metabolizable, kcal/kg	10.00
Proteína bruta, %	0,200
Lisina, %	0,008
Metionina, %	0,0025
Metionina + cistina, %	0,0055
Treonina, %	0,005
Triptófano, %	0,003
Actividad de Fitasa Mínima, AFM (FTU)/kg	5000

Fuente: PHARTEC (2014) FTU/kg, Dosis: 100g/tonelada de dieta

3.5. Dietas experimentales y alimentación

Las dietas experimentales (Cuadros 2, 3 y 4), fueron preparadas en la Planta de Alimentos Balanceados “El Granjero”, de la Facultad de Zootecnia; las dietas y el agua de bebida fueron suministrados en forma *ad-libitum*, estas dietas se formularon considerando la composición nutricional de ingredientes y los requerimientos nutricionales de los pollos (ROSTAGNO *et al.*,2011).

3.6. Animales experimentales

Se utilizaron 105 pollos parrilleros machos COBB 500, de 1 día de edad, los que fueron distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos, con siete repeticiones y cinco pollos por repetición, cada unidad estuvo compuesto por cinco aves.

Las evaluaciones en las aves se realizaron en fases:

Fase de inicio de 1 a 7 días de edad

Fase de crecimiento de 8 a 21 días de edad

Fase de acabado de 22 a 33 días de edad

Periodo total de 1 a 33 días de edad

3.7. Sanidad

Con la finalidad de prevenir las enfermedades se realizaron: el lavado y desinfección del galpón con agua, detergente y lejía, luego se adicionó cal viva al piso, simultáneamente se desinfectaron los equipos con lejía. Durante el ensayo, se vacunaron a los siete días de edad para la triple aviar vía ocular, luego se reforzó a los 21 días de edad.

Cuadro 2. Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de inicio de 1 a 7 días de edad

Ingredientes, %	Tratamientos		
	Control +	Control -	Control – más fitasa
Maíz molido	48.09	48.84	48.84
Torta de soja	37.19	37.05	37.05
Polvillo de arroz	7.00	7.00	7.00
Aceite de palma	3.22	2.97	2.97
Carbonato de calcio	1.22	1.62	1.62
Fosfato dicalcico	1.70	0.94	0.94
Sal común	0.50	0.50	0.50
Premezcla vit+min.	0.10	0.10	0.10
L-Lisina, 78.4%	0.29	0.30	0.30
DL-Metionina, 99%	0.23	0.22	0.22
L-Treonina, 99%	0.11	0.11	0.11
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05
Aflaban	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.10	0.10	0.10
BHT	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10
Fitasa ¹	0.00	0.00	0.01
Valores nutricionales ²			
Proteína total, %	22.00	22.00	22.00
EM ³ , kcal/kg	2950	2950	2950
Calcio, %	0.92	0.92	0.92
Fósforo disponible, %	0.47	0.32	0.32
Sodio, %	0.22	0.22	0.22
Lisina digestible, %	1.31	1.31	1.31
Metionina digestible, %	0.51	0.51	0.51
Treonina digestible, %	0.85	0.85	0.85

¹: Phytacin 5000, ²: ROSTAGNO et al. (2011), ³: Energía metabolizable.

Cuadro 3. Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de crecimiento de 8 a 21 días de edad

Ingredientes, %	Tratamientos		
	Control +	Control -	Control – más fitasa
Maíz molido	51.79	51.57	51.57
Torta de soja	30.53	30.27	30.27
Polvillo de arroz	10.41	11.39	11.39
Aceite de palma	3.06	2.93	2.93
Carbonato de calcio	1.22	1.62	1.62
Fosfato dicalcico	1.36	0.59	0.59
Sal común	0.48	0.48	0.48
Premezcla vit+min.	0.10	0.10	0.10
L-Lisina, 78.4%	0.36	0.37	0.37
DL-Metionina, 99%	0.21	0.21	0.21
L-Treonina, 99%	0.13	0.13	0.13
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05
Aflaban	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.10	0.10	0.10
BHT	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10
Fitasa ¹	0.00	0.00	0.01
Valores nutricionales ²			
Proteína total, %	19.80	19.80	19.80
EM ³ , kcal/kg	3000	3000	3000
Calcio, %	0.84	0.84	0.84
Fósforo disponible, %	0.40	0.25	0.25
Sodio, %	0.21	0.21	0.21
Lisina digestible, %	1.22	1.22	1.22
Metionina digestible, %	0.48	0.48	0.48
Treonina digestible, %	0.79	0.79	0.79

¹: Phytacin 5000, ²: ROSTAGNO et al. (2011), ³: Energía metabolizable.

Cuadro 4. Dietas experimentales para pollos parrilleros en fase de acabado de 22 a 33 días de edad

Ingredientes, %	Tratamientos		
	Control +	Control -	Control - más fitasa
Maíz molido	58.93	58.39	58.39
Torta de soja	23.03	23.89	23.89
Polvillo de arroz	10.00	10.00	10.00
Aceite de palma	4.00	4.00	4.00
Carbonato de calcio	1.14	1.43	1.43
Fosfato dicalcico	1.19	0.61	0.61
Sal común	0.45	0.45	0.45
Premezcla vit+min.	0.10	0.10	0.10
L-Lisina, 78.4%	0.48	0.46	0.46
DL-Metionina, 99%	0.22	0.22	0.22
L-Treonina, 99%	0.17	0.16	0.16
Coccidiostático	0.05	0.05	0.05
Aflaban	0.05	0.05	0.05
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05
BHT	0.05	0.05	0.05
Cloruro de colina	0.10	0.10	0.10
Fitasa ¹	0.00	0.00	0.01
Valores nutricionales ²			
Proteína total, %	17.06	17.37	17.37
EM ³ , kcal/kg	3150	3150	3150
Calcio, %	0.76	0.76	0.76
Fósforo disponible, %	0.35	0.20	0.20
Sodio, %	0.20	0.20	0.20
Lisina digestible, %	1.13	1.13	1.13
Metionina digestible, %	0.45	0.45	0.45
Treonina digestible, %	0.74	0.74	0.74

¹: Phytacin 5000, ²: ROSTAGNO et al. (2011), ³: Energía metabolizable.

3.8. Variable independiente

Suplementación de enzima fitasa.

3.9. Tratamientos en estudios

Tratamientos en estudios en fase de inicio (1-7 días)

- T1: Dieta balanceada con 0.47% de fósforo disponible
- T2: Dieta balanceada con 0.32% de fósforo disponible
- T3: Dieta balanceada con 0.32% de fósforo disponible +
0.01% de enzima fitasa.

Tratamientos en estudios en fase de inicio (8-21 días)

- T1: Dieta balanceada con 0.40% de fósforo disponible
- T2: Dieta balanceada con 0.25% de fósforo disponible
- T3: Dieta balanceada con 0.25% de fósforo disponible +
0.01% de enzima fitasa.

Tratamientos en estudios en fase de inicio (22-33 días)

- T1: Dieta balanceada con 0.35% de fósforo disponible
- T2: Dieta balanceada con 0.20% de fósforo disponible
- T3: Dieta balanceada con 0.20% de fósforo disponible +
0.01% de enzima fitasa.

3.10. Diseño y análisis estadístico

Las aves fueron distribuidas en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 3 tratamientos y siete repeticiones y cada repetición con cinco aves. Los análisis de variancia se realizaron considerando la covariable que fue el peso inicial de cada fase de evaluación. El análisis estadístico se realizó con el software estadístico InfoStat (INFOSTAT, 2016) y la comparación de los promedios entre tratamientos se realizó mediante el teste de Tukey (5%).

El modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = J- ésima observación del i-ésimo tratamiento.

μ = Media poblacional.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental.

3.11. Croquis de distribución experimental

Figura 1. Croquis de distribución de tratamientos, repeticiones y unidades experimentales.

T2R2 UE=5	T1R3 UE=5
T1R4 UE=5	T3R5 UE=5
T3R1 UE=5	T2R7 UE=5
T2R6 UE=5	T2R5 UE=5
T3R7 UE=5	T3R2 UE=5
T2R4 UE=5	T1R6 UE=5
T1R7 UE=5	T2R3 UE=5
T3R4 UE=5	T1R5 UE=5
T1R2 UE=5	T3R6 UE=5
T3R3 UE=5	T1R1 UE=5
T2R1 UE=5	

T=Tratamiento, R = Repetición, UE = Unidad Experimental

3.12. Variables dependientes

Índices zootécnicos

- Ganancia diaria de peso, g
- Consumo diario de alimento, g
- Conversión alimenticia

Índices biológicos

- Contenido de fósforo total, %
- Contenido de calcio, %

Evaluación económica

- Beneficio neto, S/.
- Merito económico, %

3.13. Metodología

3.13.1. Ganancia diaria de peso

Las aves fueron pesadas individualmente al inicio y al final de cada fase, a las 8:00 am antes del suministro de los alimentos. La ganancia diaria de peso se determinó restando el peso final menos el inicial y dividido con el número de días de cada fase.

3.13.2. Consumo diario de alimento

El consumo de alimento se determinó por cada repetición, que estuvo compuesto por cinco aves, al inicio de cada fase se le asignó un envase con suficiente cantidad de alimento, donde se registró el peso y al final de la fase se pesó el sobrante y por diferencia se dividió entre los días evaluados y la cantidad de aves por unidad experimental.

3.13.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia determina la transformación de alimentos en ganancia de peso y para su cálculo se dividió el consumo diario de alimento con la ganancia diaria de peso, para cada fase.

3.13.4. Índices biológicos

Al inicio del estudio, antes de colocar las aves, se tomó una muestra compuesta de la cama (viruta) de cada unidad experimental, en seguida a los siete, 21 y 33 días de edad se tomaron tres muestras representativas de cada tratamiento; estas muestras fueron enviados al Laboratorio de suelos, para ser secados en estufa con ventilación forzada a 55 °C durante 72 horas y posteriormente fueron molidos y digeridos en seco para determinar las concentraciones de fósforo por el método colorimétrico (SANDOVAL, 1994). Con los valores de las lecturas, se calcularon las cantidades de fósforo total en las camas. Para el cálculo, se utilizaron los valores de: cantidad de fósforo en la cama de cada fase menos la cantidad de fósforo de la cama de recepción. Para

determinar la concentración de fósforo en la cama de pollos, se utilizó el espectrofotómetro UV visible de la marca THERMO USA, modelo Genesys S10.

Para evaluar las concentraciones de calcio, se procedió como las muestras para fósforo, en seguida se separó 2 g de muestra seca para el análisis de calcio que se colocó en un crisol para ser llevada a la estufa por 24 horas a una temperatura de 105°C y después a la mufla por 8 horas para obtener la ceniza para el análisis de calcio por el método en espectrofotómetro de absorción atómica, donde se realizó diluciones con solución de óxido de lantano al 0.1% (SANDOVAL, 1994).

Con los valores en las lecturas, se realizaron los cálculos de las cantidades concentradas del calcio en las camas. Para el cálculo, se utilizaron los valores de: cantidad de calcio en la cama de cada fase menos la cantidad de calcio de la cama al inicio. Para la determinación de la concentración de calcio en la cama, se utilizó el Spectrofotómetro de Absorción Atómica de la marca Varian Alemania, modelo SpectrAA 55V.

3.13.5. Beneficio económico

Para determinar el beneficio económico se realizó a través del beneficio neto, en función a los costos de producción y los ingresos calculados por el precio de venta de los pollos al final del experimento. En los costos de producción se consideraron los costos variables (costos de alimento, luz eléctrica y sanidad) y los costos fijos (costos del agua, mano de obra e

instalaciones). Los cálculos del beneficio económico para cada tratamiento se realizaron a través de la siguiente ecuación.

$$BN = P * Y - (CF + CV)$$

Dónde:

BN = Beneficio neto por pollo para cada tratamiento S/.

P*Y = Ingreso bruto para cada tratamiento, S/.

CF = Costo fijo por pollo para cada tratamiento, S/.

CV = Costo variable por pollo para cada tratamiento, S/.

Para el análisis del mérito económico, se empleó la siguiente ecuación:

$$ME(\%) = \frac{NB}{CT} * 100$$

Dónde:

ME= Mérito económico en porcentaje.

NB= Beneficio neto por tratamiento.

CT= Costo total.

IV. RESULTADOS

4.1. Índices zootécnicos

En el Cuadro 5, se detallan los valores de ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA) y conversión alimenticia (CA) de pollos parrilleros machos en fase de inicio (1-7 días de edad), crecimiento (8-21 días de edad), acabado (22-33 días de edad) y periodo total (1-33 días de edad), alimentados con dietas balanceadas suplementadas con fitasa.

4.2. Índices biológicos

Concentraciones de fósforo total y calcio en cama de pollos parrilleros, en función a la suplementación de la enzima fitasa y a los días de evaluación (Cuadro 6).

4.3. Índices económicos

Valores de beneficio neto (BN) y mérito económico (ME) de la crianza de pollos parrilleros machos ante la suplementación de la enzima fitasa en la dieta (Cuadro 7).

Cuadro 5. Promedios de ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento y conversión alimenticia de pollos parrilleros en función a las fases y tratamientos

Fase de inicio: 1 a 7 días de edad					
Tratam.	PI, g	PF, g	GDP, g	CDA, g	CA
Control +	50.66	194.61	24.01 ab	23.86	0.99
Control -	50.74	189.57	23.17 b	23.01	0.99
Control- (+ enzima)	50.31	201.94	25.23 a	24.53	0.97
CV (%)	---	---	5.79	4.69	2.3
p-valor	---	---	0.043	0.065	0.170
Fase de crecimiento: 8 a 21 días de edad					
Control +	194.61	1004.72	57.81 a	84.94 a	1.47
Control -	189.57	892.76	49.81 b	74.35 b	1.49
Control- (+ enzima)	201.94	993.83	57.03 a	83.10 a	1.46
CV (%)	---	---	4.53	3.74	2.31
p-valor	---	---	0.0001	0.0001	0.2327
Fase de acabado: 22 a 33 días de edad					
Control +	1004.72	1918.96	79.60	146.89	1.85
Control -	892.76	1854.86	74.26	137.26	1.85
Control- (+ enzima)	993.83	1947.63	81.99	147.47	1.80
CV (%)	---	---	7.33	5.11	3.52
p-valor	---	---	0.334	0.300	0.362
Periodo total: 1 a 33 días de edad					
Control +	50.66	1918.96	58.36 a	95.99 a	1.65
Control -	50.74	1854.86	50.97 b	82.71 b	1.62
Control- (+ enzima)	50.31	1947.63	59.44 a	96.23 a	1.62
CV (%)	---	---	5.05	4.61	1.79
p-valor	---	---	0.0001	0.0001	0.216

ab: Letras diferentes en la misma columna para cada fase y periodo total indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 6. Concentraciones de fósforo total y calcio en cama de pollos parrilleros en función de la suplementación de fitasa y los días de evaluación

Factores	Fósforo, %	Calcio, %
Suplementación de fitasa, SF	p-valor: 0.4834	p-valor: 0.6961
Días de evaluación, DE	p-valor: 0.0001	p-valor: 0.0001
Interacción SF X DE	p-valor: 0.5789	p-valor: 0.0887
Coeficiente de variación, %	43.21	13.86
Suplementación de fitasa		
Control +	0.46	1.05
Control -	0.41	1.12
Control- (+ enzima)	0.41	1.18
Días de evaluación		
1	0.02 b	0.12 c
7	0.08 b	0.51 b
21	0.48 a	1.38 a
33	0.77 a	1.57 a

ab: Letras diferentes en la misma columna para los factores suplementación y días de evaluación, indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Cuadro 7. Beneficio neto y merito económico de pollos parrilleros machos COBB VANTRES 500, alimentados con dietas suplementadas con fitasa

Tratamientos	PV, kg	Y, S/.	CF, S/.	CV, S/.	CT, S/.	BN, S/.	ME, %
Control +	1.98	6.5	4.12	6.0	10.12	2.75	27.17
Control -	1.73	6.5	4.12	5.07	9.19	2.055	22.36
Control- (+ enzima)	2.01	6.5	4.12	5.90	10.02	3.045	30.39

PV: Peso vivo del pollo, Y: Precio de venta de un kg de peso vivo del pollo, CF: Costos fijos, CV: Costos variables, CT: Costo total, BN: Beneficio neto y ME: Mérito económico.

V. DISCUSIÓN

5.1. Índices zootécnicos

5.1.1. Fase de inicio de 1 a 7 días de edad

La ganancia diaria de peso es influenciada ($p < 0.05$) por la suplementación de fitasa en dietas de pollos parrilleros, los pollos que consumieron la dieta suplementada con 0.01% de enzima fitasa, ganaron más peso ($p < 0.05$) en relación a aquellos que consumen la misma dieta sin fitasa; entretanto, los pollos que consumen la dieta estándar con niveles de fósforo como indica las necesidades nutricionales (0.45%), ganaron semejante peso ($p > 0.05$) cuando comparado a los pollos de los otros tratamientos. Sin embargo, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no es influenciada ($p > 0.05$) por la suplementación de la enzima fitasa.

También, resultados semejantes fueron reportados por COSTA et al. (2007) quienes estudiaron la suplementación de fitasa en dietas de pollos parrilleros de 1 a 7 días de edad, donde observaron que los pollos alimentados con dieta suplementada con 0.01% de enzima natuphos® 5000, con actividad de fitasa mínima de 5000 FTU/g, ganaron más peso ($p < 0.05$) en relación a aquellos que consumieron dieta sin fitasa; entretanto, el consumo de alimento y

la conversión alimenticia no fueron afectados por la suplementación de la enzima.

5.1.2. Fase de crecimiento de 8 a 21 días de edad

La ganancia de peso y el consumo de alimento son influenciadas ($p < 0.05$) por la suplementación de fitasa en dietas de pollos parrilleros, los pollos que consumen dieta suplementada con 0.01% de enzima fitasa, con 0.30% de fósforo disponible y aquellos que consumen dieta sin fitasa pero con 0.45% de fósforo disponible ganaron más peso y consumen más alimento ($p < 0.05$) cuando comparado a los pollos que consumen la dieta sin fitasa y con 0.30% de fósforo disponible. Además, los pollos que consumen dieta comercial y dieta con bajos niveles de fósforo disponible más fitasa, gana peso y consumen alimento semejantemente ($p > 0.05$). Sin embargo, la conversión alimenticia no es influenciada por la suplementación de la enzima fitasa.

Sin embargo, COSTA et al. (2007), reportaron que la suplementación de enzima fitasa no afectó la ganancia de peso de pollos de 8 a 21 días de edad; entretanto, el consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron influenciados ($p < 0.05$) por la enzima, verificándose que hay menor consumo y eficiente conversión en pollos suplementados con fitasa, cuando comparado con los que no fueron suplementados con la enzima.

Asimismo, GOMIDE et al. (2011) estudiaron la suplementación de dietas con la enzima fitasa, para pollos parrilleros en fase de crecimiento, con bajos niveles de fósforo (0.44% vs 0.29%) y no observaron

efectos ($p > 0.05$) sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia; posiblemente, debido a las dietas, que estuvieron basadas en maíz y soja entretanto las dietas del presente ensayo fue con maíz, torta de soja y polvillo de arroz (10%), el cual tiene elevado nivel de fósforo fítico: 80.12% (ROSTAGNO et al. (2017) y la conversión alimenticia no es afectado por la suplementación de fitasa.

5.1.3. Fase de acabado de 22 a 33 días de edad

La ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no son influenciadas ($p > 0.05$) por la suplementación de fitasa en dietas de pollos parrilleros. Numéricamente, se observa mejor ganancia de peso, mayor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia en pollos alimentados con dieta suplementada con 0.01% de fitasa, en relación a los pollos de los otros tratamientos; también, la reducción de fósforo disponible de 0.45% a 0.30% con la inclusión de fitasa no afectó los índices productivos de pollos parrilleros.

Estos resultados coinciden con GOMIDE et al. (2011) quienes suplementaron dietas con fitasa, para pollos parrilleros en fase de crecimiento, con bajos niveles de fósforo (0.44% vs 0.29%) y no observaron efectos ($p > 0.05$) sobre el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia. También, la reducción de 66.7% de fósforo disponible en dietas suplementadas con fitasa, no afecta el desempeño productivo de pollos

parrilleros en fase de acabado (CARDOSO JUNIIOR et al., 2010; GOMIDE et al., 2011).

LALPANMAWIA et al. (2014) investigaron la suplementación con fitasa comercial y producida en laboratorio en dietas reducidas de fósforo disponible para pollos parrilleros de 21 a 35 días de edad y observaron que la ganancia de peso y la conversión alimenticia fueron ($p < 0.05$) mejores para los pollos que recibieron los tratamientos control positivo, control negativos más enzimas, en relación al control negativo; entretanto, el consumo de alimento fue mayor para las dietas control positivo y control negativo más fitasa comercial, en comparación a las dietas control negativo y control negativo más fitasa.

5.1.4. Periodo total de 1 a 33 días de edad

La ganancia de peso y el consumo de alimento son influenciadas ($p < 0.05$) por la suplementación de la enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros, los pollos que consumen dieta suplementada con 0.01% de enzima fitasa, con 0.30% de fósforo disponible y aquellos que consumen dieta sin fitasa pero con 0.45% de fósforo disponible, ganan más peso y consumen más alimento ($p < 0.05$) cuando comparado a los pollos que consumen dieta sin fitasa y con 0.30% de fósforo disponible. También, tanto los pollos que consumen dieta con fitasa con bajos niveles de fósforo disponible 0.30% y aquellos que consumen dieta sin fitasa pero con 0.45% de fósforo disponible, ganan peso y consumen alimento semejantemente ($p > 0.05$). Sin embargo, la conversión

alimenticia no es influenciada por la suplementación de la enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros.

LALPANMAWIA et al. (2014) investigaron la suplementación con fitasa comercial y producida en laboratorio en dietas reducidas de fósforo disponible para pollos parrilleros de 1 a 35 días de edad y observaron que la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron ($p < 0.05$) mejores para los pollos que recibieron los tratamientos control positivo y control negativos más enzima comercial, en relación al control negativo.

También, FUKAYAMA et al. (2008) estudiaron la suplementación creciente de fitasa (500, 750 y 1000 uft/kg de dieta) en dietas con reducciones de: 2% de energía, 0.93% de proteína, 36% de fósforo disponible y 6.25% de calcio, para pollos parrilleros machos de 1 a 21 días de edad; dónde concluyeron que, la ganancia de peso fue ($p < 0.05$) mejor en pollos alimentados con dieta suplementada con 500, 750 y 1000 uft, en relación a los pollos que consumieron dieta con los nutrientes completos sin fitasa y a la vez este tratamiento fue mejor en relación a los pollos alimentados con dieta reducida en nutrientes y sin suplementación de fitasa.

Entretanto el consumo de alimento fue mayor ($p < 0.05$) en pollos alimentados con dietas del control positivo y control negativo más fitasa en comparación a la dieta control negativo sin fitasa (FUKAYAMA et al., 2008). Para la conversión alimenticia se observa que, los pollos que consumieron la dieta control negativo más fitasa son más eficientes ($p < 0.05$) en relación a

aquellos que consumieron las dietas control negativo y control positivo. McKORMIC et al. (2017) observaron gradualmente ($p < 0.05$) mejor ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos parrillero de 1 a 18 días de edad, alimentados con dietas suplementadas con 0, 500 y 1500 uft/kg de fitasa.

5.2. Índices biológicos

5.2.1. Niveles de fósforo y calcio en cama de pollos parrilleros

En función a la suplementación de enzima fitasa.- La suplementación de enzima fitasa en dietas de pollos parrilleros no influencia sobre las concentraciones de fósforo y calcio en cama de pollos a base de viruta. Numéricamente, se denota menor concentración de fósforo en camas de pollos que son alimentados con dieta baja en fósforo y en el grupo de pollos que consumieron dieta suplementada con fitasa (0.41%) en relación a los pollos alimentados con dieta sin fitasa y con 0.45% de fósforo que contiene más fósforo (0.46%).

LAURENTIZ et al. (2007) trabajaron con pollos de 1 a 45 días de edad, alimentados con dietas reducidas de fósforo disponible 0.45%, 0.41% y 0.37%, para las fases de inicio crecimiento y acabado, respectivamente, donde depositaron ($p < 0.05$) mayor porcentaje de fósforo (10.7%) en la cama a base de viruta, en relación a la cama a base de viruta de pollos que consumieron dietas suplementadas con fitasa (9.7%). Indicando que el fósforo fítico presente

en los ingredientes fueron aprovechados por las aves debido a la acción de la enzima fitasa.

En función a los días de evaluación.- Los días de evaluación afectan ($p < 0.05$) a las concentraciones de fósforo y calcio en cama de pollos; para fósforo, se determinó 0.02% en cama de pollos (viruta) sin la presencia de excretas de los pollos, el cual es ($p > 0.05$) semejante al de los 7 días de evaluación con 0.08%; entretanto las concentraciones de fósforo en cama de pollos a los 21 y 33 días de edad fueron 0.48% y 0.77%, respectivamente, los cuales son ($p < 0.05$) mayores en relación a día 1 y 7 de evaluación que reportaron 0.02% y 0.08%, respectivamente. Para el caso del calcio, se observa que a los 21 y 33 días de edad las concentraciones de calcio en cama de pollos (1.38% y 1.57%, respectivamente), fueron ($p < 0.05$) mayores en relación al día 7 (0.51%) y ésta a su vez es ($p < 0.05$) mayor al día uno (0.12%).

5.3. Evaluación económica

El beneficio neto indica la cantidad de soles que se genera por la producción de un pollo parrillero, siendo mejor para el grupo de pollos alimentados con dieta baja en fósforo, pero suplementada con fitasa (3.05 soles), seguido por el grupo de pollos alimentados con dieta estándar 0.45% de fósforo disponible (2.75 soles) y con el beneficio neto más bajo para el grupo de pollos alimentados con dieta baja en fósforo y sin suplementación de fitasa (2.06 soles).

También, el mérito económico fue mejor para el grupo de pollos alimentados con dieta baja en fósforo disponible suplementada con 0.01% de fitasa (30.39%) seguido para los pollos que se alimentaron con dieta comercial 0.45% de fósforo disponible (27.17%) y el mérito económico más bajo fue para los pollos alimentados con dieta baja en fósforo disponible 0.30% sin suplementación de fitasa (22.36%).

El mérito económico de la crianza de pollos parrilleros machos, de 1 a 33 días de edad, alimentados con dieta comercial y criados en condiciones tropicales es de 27.17%, el cual es mayor en comparación al trabajo de SUÁREZ (2017) quien reportó 22.39%, la diferencia posiblemente se debe al precio de los insumos y a las condiciones climáticas como temperatura y humedad que son cambiantes en el trópico de mes a mes.

VI. CONCLUSIÓN

En función a los resultados obtenidos en el presente trabajo, se concluye lo siguiente:

- La suplementación de fitasa en dieta baja en fósforo disponible para pollos parrilleros machos en fases de inicio, crecimiento y periodo total de 1 a 33 días de edad mejoran la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia.
- Las concentraciones de fósforo y calcio en cama de pollos a base de viruta, no fueron influenciadas por la suplementación de fitasa en sus respectivas dietas; sin embargo, la cama de pollos alimentados con dieta baja en fósforo disponible y suplementada con 0.01% de fitasa, reduce en 10.9% la excreción de fósforo.
- El mejor beneficio neto y mérito económico se reportaron para los pollos machos alimentados con dieta suplementada con 0.01% de fitasa.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda reducir el nivel de fósforo de dietas para pollos parrilleros, según la matriz nutricional de la enzima fitasa PHYTACIN 5000 y suplementar con 0.01% de fitasa para las fases de inicio 1 a 7 días de edad, crecimiento 8 a 21 días de edad y periodo total de 1 a 33 días de edad.

Continuar los trabajos de investigación con la suplementación de fitasa en pollos parrilleros, gallinas en postura y cerdos, debido al alto costo del fósforo inorgánico y para evitar posibles formas de contaminación de aguas con fósforo presente en las excretas.

Supplementation of the phytase enzyme in the diet of Cobb 500 broiler chickens in Tingo María

VIII. ABSTRACT

The present research was done at the bird unit of the Animal Husbandry Faculty, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Rupa Rupa district, Leoncio Prado province, Huánuco department, Peru; with the objective of evaluating the bioeconomic indices of male broiler chickens in the initial, growth, and finishing phases and in the total period, when fed with diets supplemented with phytase enzymes. To do so, 105 one day old chickens from the Cobb Vantress line were used, which were distributed into three treatments with seven repetitions and five chickens per repetition. The evaluated treatments were: T1: positive control diet with 0.47% available phosphorous, T2: negative control diet with 0.32% available phosphorous and T3: negative control diet plus 0.010% phytase enzymes; for the growth phase they were: T1: positive control diet with 0.40% phosphorous available, T2: negative control diet with 0.25% phosphorous available and T3: negative control diet plus 0.010% phytase enzyme; for the finishing phase they were: T1: positive control diet with 0.35% phosphorous available, T2: negative control diet with 0.20% phosphorous available and T3: negative control diet plus 0.010% phytase enzyme. The statistical evaluations were done using the completely randomized design (CRD; DCA – acronym in Spanish), adjusted for the covariance of the initial weight, processed with InfoStat statistical software and the averages were compared utilizing the Tukey 5% test. The results show that the weight gain, food consumption and economic profitability were ($p < 0.05$)

better in chickens that consumed diets low in available phosphorous and supplemented with phytase; also, the concentrations of total phosphorous in the bed of chickens fed with a supplemented diet was 10.9% less in relation to the other treatments. It is concluded that the supplementation of 0.01% phytase enzyme in the diets of male broiler chickens improves the bio economic indices and reduces the concentration of total phosphorous in the respective beds.

Keywords: Food conversion, available phosphorous, phytic phosphorous, weight gain and economic merit

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, A. 2005. Una opción técnica, económica y ambiental del empleo del fósforo en la alimentación de gallinas ponedoras. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- BARRETO, L. 2005. Modulo línea de profundización en sistema de producción Avícola. Programa Zootecnia. Facultad de Ciencias Agrarias y Pecuarias. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Bogotá, Colombia. 155 p.
- BEAULIEU, A.; ZIJLSTRA, R.; BEDFORD, M.; PATIENCE, J. 2004. Dose response to phytase inclusion in diets for growing swine. Banff Pork Congress Proc.
- BOLING, S. DOUGLAS, M. JOHNSON, M. WANG, X. PARSONS, C. et al., 2000 The Effects of Dietary Available Phosphorus Levels and Phytase on Performance of Young and Older Laying Hens. Poultry Science.79:224–230.
- CHICA, H. y OTALORA, M. 2003. Análisis técnico comparativo entre producción de pollos de engorde y gallinas ponedoras en dos municipios de Sincelejo Departamento de Sucre.

- CASTELLO, J. 1997. Construcciones y equipos avícolas. Tecnograf. Barcelona España. 236 p.
- CASTILLO, W. 2001. Nutrición: control de la cantidad y la calidad de excretas en porcinos. Revista de investigación veterinaria del Perú. Supl. 1: 64 – 78.
- CASTRO M Y RODRIGUEZ F. 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. Revista Corpoica.
- COSTA, F.; BRANDÃO, P.; BRANDÃO, J.; DA SILVA, J. 2007. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 865-870.
- COUSIN, B. 1999. Enzimas en nutrición de aves. In: Simpósio internacional ACAV. (1., 1999, Concordia, SC, Brasil). Anais. Concordia, Embrapa. Pp. 118 – 132.
- FERREIRA K., 2009. Análisis nutricional de la carne de cerdo, ternera y pollo. Médica Veterinária, Universidad Estatal Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, São Paulo, Brasil.
- FUKAYAMA, E.; SAKOMURA, N.; DOURADO, L.; NEME, R.; FERNANDES, J.; MARCATO, S. 2008. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. R. Bras. Zootec., v.37, n.4, p.629-635.
- GOMIDE, E.; RODRIGUES, P.; BERTECHINI, A.; DE FREITAS, R.; FASSANI, E.; REIS, M.; RODRIGUES, N.; DE ALMEIDA, E. 2011. Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e

aminoácidos para frangos de corte. R. Bras. Zootec., v.40, n.11, p.2405-2414.

GONZÁLES, J.; CORNEJO, S., CONTRERAS, E. 2001. Evaluación productiva de una fitasa de origen microbiano (Ronozyme R fitasa) en dietas de pollos broilers. {En línea}. [http://www.veterinaria.uchile.cl/actividades/congreso,03 de oct. 2000/producción/m34pro.1.doc.htm](http://www.veterinaria.uchile.cl/actividades/congreso,03%20de%20oct.%202000/producci3n/m34pro.1.doc.htm)

JUAMPERE, J.; PÉREZ-VENDREL, A.; ANGULO, E.; BRAFAW, J. 2005. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. Poultry Science. 84: 571.

KESHAVARZ, K. 2008. ¿Cuál es la diferencia entre el fósforo total, fósforo fítico, fósforo no fítico y fósforo disponible?. Universidad Cornell. Estados Unidos de América.

KORNEGAY, E. 1996. Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment. Ed. E.T. Kornegay. CRC Press. Inc. New York. p. 277-302.

LALPANMAWIA, H.; ELANGO VAN, A.; SRIDHAR, M.; SHET, D.; AJITH, S.; PAL, D. 2014. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken.

LAURENTIZ, A.; JUNQUEIRA, O.; DASILVAFILARDI, R.; ASSUENA, A.; CASARTELLI, E.; DACOSTA, R. 2007. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas

diferentes fases de criação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 2, p. 207-216.

LESKE, K. & COON, C. 2002. The development of feedstuff retainable phosphorous values for broilers. *Poultry Science*. 81: 1681.

McCORMICK, K.; WALK, C.; WYATT, C.; ADEOLA, O. 2017. Phosphorus utilization response of pigs and broiler chickens to diets supplemented with antimicrobials and phytase. *Animal Nutrition* 3 (2017) 77e84.

NAMKUNG, H. & LEESON, S. 1999. Effect of phytase enzyme on dietary Nitrogen-Corrected Apparent Metabolizable energy and the ileal Digestibility of nitrogen and acids in broiler chicks. *Poultry Science*. 78: 1317

MAENZ, D. CLASSEN H. 1998. Phytase Activity in the Small Intestinal Brush Border Membrane of the Chicken. *Poultry Science*.77: 557–563.

MANANGI M.; CONN, C. 2008. Phytate phosphorus hydrolysis in boilers in response to dietary phytase, calcium and phosphorus concentrations. *Poultry Sci*. 87: 1577-86.

NIEKERK, G. & REUVEKAMP, B. 1997. Nutritional evaluation of low phytate and high in poultry *World Poultry* 13:26.

PAYNE, R.; LAVERGNE, T.; SOUTHERN, L. 2005. A comparison of two sources of phytase in liquid and dry forms in broilers. *Poultry Science*, 84:265

- PIZARRO, M.; VIVEROS, A.; CANALES, R.; BRENES, A.; CASTAÑO, M. 1999. Histological alterations to the bone in low phosphorus in broiler chicks. Effect of vegetal and microbial phytates. In: Meeting of the European Society of Veterinary Patologists. (17., 1999, Nantes, Francia). 1999. Proceeding Nantes, Francia. p. 1-7.
- PLUMSTEAD, P.; LENFESTEY, B.; BRAKE, J.; BEDFORD, M. 2004. Comparative efficacy of two thermotolerant microbial phytases. 2 broiler livability and skeletal development. Poultry Science, 83: 1755
- RAVINDRAN, V.; KORNEAGY, E.; POTTER, L.; OGUNABAMERU, O.; WELTON, M.; WILSON, J.; PATCHANACORN, M. 1995. An evaluation of various response criteria in assessing biological availability of phosphorus for broilers. Poultry Science, 74: 1820.
- REBOLLAR, P.; MATEOS, G. 1999. El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias y mejora de la disponibilidad. {En línea}: FEDNA, (<http://www.etsia.upm.es/Fedna/capitulos/99cap2.pdf> , 07 de set. 2000).
- ROSTAGNO, H.; TEXEIRA, L., JUARES, D.; GOMEZ, P.; DE OLIVERA, R.; CLEMENTINO, D.; SOAREZ, A.; DE TOLEDO, S.; FREDERICO, R. 2011. Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 3ed. Vicosa, Brasil. 259 p.
- SANDOVAL, M. 1994. Aplicaciones de la espectrofotometría de la absorción/emisión atómica en programas de investigación en agricultura, biología y medicina. Primer curso taller. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú.

- SAYLOR, W. 2001. Técnicas de reducción de fósforo: manejo nutrición en pollo de engorde. *Industria Avícola. Latinoamericana de Poultry International*. 48 (5): 24-31.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.; CHAVEZ, E. 1996. Efficacy of supplemental microbial phytase at different calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poultry Science*, 75:1516.
- SELLER, P. COWIESON, A. RAVINDRAN V. 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livestock science*. 124: 126-141.
- SUÁREZ, L. 2017. Evaluación de la suplementación de enzimas en dietas de pollos parrilleros. Tesis Ing. Zootecnista. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 76 p.
- TEICHMANN, H.; LOPEZ, J.; LOPEZ, J.; LOPEZ, G. 1998. Efeito da fitase na biodiversidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. *Ver. Bras. Zootec.*, Brasil. 27 (2): 338 -334.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA., 2008. Datos meteorológicos. Estación meteorológica José Abelardo Quiñones.
- WALDROUP, P.; KERSEY, J.; SALEH, E.; FRITTS, C.; YANG, F.; STILBORN, H.; CRUM, R.; RABOY, V. 2000. Non phytate phosphorous requirement and phosphorous excretion of broilers chicks fed diets composed of normal or high available phosphorous corn with and without microbial phytase. *Poultry Science*, 78:1451

WINCKER, D. 1999. Phosphorus Reduction Techniques Examined. Feedstuffs. 2:12.

YI, Z.; KORNEGAY, E. 1996. Sites of phytase activity in the gastrointestinal tract of young pigs. Animal Feeding Science and Technology, 61:36'

X. ANEXO

Anexo 1. Peso de los pollos parrilleros machos Coob 500 a la recepción y al final de cada fase de inicio, crecimiento y acabado.

Tratamiento	Repetición	Peso	Etapas de desarrollo		
		Inicial	Inicio	Crecimiento	Acabado
1	1	51	198	1002	2007
1	2	51	210	1034	1872
1	3	52	199	1028	2036
1	4	49	181	960	1922
1	5	50	194	954	1917
1	6	51	187	1036	2007
1	7	51	195	1011	2075
2	1	50	198	898	1764
2	2	49	185	852	1590
2	3	52	202	914	1787
2	4	49	182	871	1715
2	5	54	184	789	1603
2	6	49	182	894	1863
2	7	51	198	938	1805
3	1	51	199	951	1820
3	2	50	210	1065	2081
3	3	47	180	977	1968
3	4	51	196	1028	2048
3	5	53	214	1025	2017
3	6	50	197	967	2069
3	7	51	210	1047	2084

Anexo 2. Pesos de alimento ofrecido, sobrante y consumido (Gramos) de los pollos parrilleros en sus diferentes fases.

TRATAMIENTO Y REPETICIÓN	INICIO			CRECIMIENTO			ACABADO		
	OFRECIDO	SOBRA	CONSUMIDO	OFRECIDO	SOBRA	CONSUMIDO	OFRECIDO	SOBRA	CONSUMIDO
T1R1	1000	126	874	7000	986	6014	9500	71	9429
T1R2	1000	119	881	7000	860	6140	8500	46	8454
T1R3	1000	167	833	7000	1011	5989	9500	52	9448
T1R4	1000	232	768	7000	1062	5938	9000	151	8849
T1R5	1000	164	836	7000	1393	5607	9000	64	8936
T1R6	1000	185	815	7000	936	6064	9000	98	8902
T1R7	1000	155	845	7000	1170	5830	9500	70	9430
T2R1	1000	177	823	7000	1721	5279	8500	284	8216
T2R2	1000	211	789	7000	2204	4796	7000	41	6959
T2R3	1000	162	838	7000	1531	5469	8000	324	7676
T2R4	1000	205	795	7000	1811	5189	8000	527	7473
T2R5	1000	249	751	7000	2387	4613	7500	290	7210
T2R6	1000	217	783	7000	1768	5232	8500	35	8465
T2R7	1000	130	870	7000	1593	5407	8500	571	7929
T3R1	1000	146	854	7000	1413	5587	8000	69	7931
T3R2	1000	89	911	7000	963	6037	9500	167	9333
T3R3	1000	229	771	7000	1224	5776	9000	162	8838
T3R4	1000	161	839	7000	964	6036	9500	18	9482
T3R5	1000	110	890	7000	991	6009	9500	97	9403
T3R6	1000	160	840	7000	1319	5681	9500	64	9436
T3R7	1000	114	886	7000	923	6077	9500	16	9484

Anexo 3. Análisis de los minerales en la cama de viruta (con y sin aves) en pollos parrilleros machos Coob 500.

Tratamiento	Días	Porcentaje (%)											
		Materia Seca	Humedad	Ceniza en base Húmeda	Materia Orgánica en base Húmeda	Ceniza en base seca	Materia Orgánica en base seca	N (Base Seca)	P	Ca	Mg	K	Na
1,2,3	01	87.60	12.40	2.01	85.59	2.24	97.76	0.318	0.016	0.122	0.184	0.070	0.008
1	7	83.06	16.94	3.49	79.57	3.72	96.29	1.584	0.075	0.523	0.191	0.194	0.020
1	21	95.35	23.50	10.86	84.49	11.38	88.62	1.636	0.647	1.321	0.308	0.256	0.057
1	33	97.95	37.45	11.12	86.83	11.35	88.65	2.578	0.778	1.474	0.314	0.418	0.074
2	7	81.72	18.28	4.24	77.48	4.43	95.57	1.358	0.080	0.469	0.166	0.283	0.021
2	21	91.34	28.54	7.08	84.26	7.79	92.21	1.447	0.446	1.391	0.264	0.197	0.077
2	33	97.64	33.08	10.40	87.24	10.65	89.35	2.447	0.719	1.507	0.326	0.445	0.085
3	7	78.20	21.80	4.57	73.63	4.78	95.22	1.675	0.073	0.398	0.143	0.293	0.035
3	21	94.03	22.47	7.11	86.92	7.56	92.44	1.571	0.349	1.419	0.280	0.202	0.063
3	33	97.21	38.89	13.52	83.69	13.91	86.09	2.453	0.814	1.739	0.397	0.445	0.080

N: NITROGENO, P: FOSFORO, Ca: CALCIO, Mg: MAGNESIO, K: POTASIO, Na: SODIO.

Anexo 4. Costos fijos y variables de la producción de pollos parrilleros machos

Coob 500.

Variables económicos	Tratamientos		
	1	2	3
Costos fijos	144.3	144.2	144.2
Instalación	35.5	35.5	35.5
Semovientes	56.0	56.0	56.0
Luz	22.8	22.8	22.8
Agua	6.1	6.0	6.0
Sanidad	17.3	17.3	17.3
Mano de obra	6.6	6.6	6.6
Costos variables	210.0	177.4	206.6
Alimentación			
Inicio	11.1	10.5	11.1
Crecimiento	78.7	66.8	76.6
Acabado	120.1	100.1	118.8
Costo total	354.2	321.6	350.8