



Facultad De Ciencias Veterinarias y Biológicas
Carrera De Medicina Veterinaria y Zootecnia

“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE FITASAS Y MINERALES
QUELATADOS EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO E
INDICADORES DE MINERALIZACIÓN ÓSEA EN POLLOS DE
ENGORDE”

Tesis para optar el Título Profesional de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presentado por:

Bach. Ximena Julia Coloma Maguiña

Asesora:

Dra. Connie Gallardo Vela

Lima – Perú

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 30 de noviembre de 2019.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: MG. LISANIA MELISA FERNÁNDEZ CURI
Miembro: MG. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Miembro: M.V. ROSARIO TERESA RAMÍREZ MARINA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE FITASAS Y MINERALES QUELATADOS EN EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO E INDICADORES DE MINERALIZACIÓN ÓSEA EN POLLOS DE ENGORDE”

Presentada por la Bachiller:

- **XIMENA JULIA COLOMA MAGUIÑA**

Para optar el Título Profesional de **MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

Asesorada por: **DRA. CONNIE GALLARDO VELA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la estudiante de la carrera de **MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA** en la sustentación, concluyen de manera unánime (X) por mayoría simple (---) calificar a:

• Tesista: XIMENA JULIA COLOMA MAGUIÑA	Nota (en letras): Diecinueve		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente (x)	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



**MG. LISANIA MELISA
FERNÁNDEZ CURI**
Presidente



**MG. CARLOS ALBERTO
CABALLERO MONTAÑEZ**
Miembro 1



**M.V. ROSARIO TERESA
RAMÍREZ MARINA**
Miembro 2



DRA. CONNIE GALLARDO VELA
Asesora

Effect of phytase and chelated minerals on productive performance, weight of organs and indicators of bone mineralization in broilers

Efecto de la suplementación de fitasas y minerales quelatados en el desempeño productivo e indicadores de mineralización ósea en pollos de engorde

Coloma, X.¹; Gallardo, C.^{1@}

¹ *Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú. xime_julia@hotmail.com*

^{1@} *Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú. cgallardov@cientifica.edu.pe*

@ Correspondence Email: cgallardov@cientifica.edu.pe

Bone mineralization.

Chelated minerals.

Enzymes.

Organs weight.

Phytases.

Mineralización ósea.

Minerales quelatados.

Enzimas.

Peso de órganos.

Fitasas.

DEDICATORIA

A mi amada familia que siempre me apoyó durante este proceso, a Aslan y a mi ángel en el cielo, Sophy.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Guillermo Coloma y Lola Maguiña por todo el apoyo que me brindaron para cumplir esta meta profesional, así como el apoyo que me han dado en cada paso de mi vida.

Todo lo que he logrado, ha sido gracias a ellos y su amor incondicional.

A mi asesora de tesis, la Dra. Connie Gallardo, por todos los conocimientos inculcados, así como su confianza, paciencia y compromiso durante la realización de la investigación y durante mi etapa estudiantil.

Finalmente, quisiera agradecer a mis mejores amigos y colegas Catalina Simonetti y Enzo Arbocco, por su apoyo durante la carrera y en el desarrollo de mi tesis.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la fitasa y los minerales quelados sobre el rendimiento, el peso de los órganos y los indicadores de mineralización ósea en pollos de engorde. Se evaluaron 240 pollos de engorde machos (Cobb 500) en tres tratamientos (dieta basal, dieta basal + fitasas y con dieta basal + minerales quelados) con 4 repeticiones (20 aves por réplica). El estudio se dividió en tres fases: inicio, crecimiento y finalización. Al final de cada fase, se realizaron autopsias para pesar los órganos gastrointestinales y evaluar los indicadores de mineralización ósea de las tibias izquierdas. Se encontraron diferencias ($p < 0.05$) en el desempeño productivo de los pollos a favor del tratamiento con fitasa, excepto en el consumo de alimento ($p > 0.05$). En comparación con los animales de control, las aves con fitasa mostraron un peso relativo significativamente menor del páncreas ($p < 0.05$) y un peso intestinal mayor estadísticamente ($p < 0.05$). Finalmente, a los 42 días de edad, se observaron diferencias estadísticas en la densidad ósea ($p < 0.05$) y el índice de Seedor ($p < 0.05$) a favor de las aves suplementadas con fitasa. La suplementación con fitasa mejoró el rendimiento productivo, redujo el peso del páncreas y aumentó el peso del intestino, y también aumentó la mineralización ósea, siendo más eficiente que los minerales quelados con respecto a estas variables.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the effect of phytase and chelated minerals on performance, organs weight and bone mineralization indicators in broiler chickens. 240 male broiler chicken (Cobb 500) were evaluated in three experimental treatments (Basal diet, Basal diet + phytases and with Basal diet + chelated minerals) with 4 replicates (20 birds per replicate). The study was divided into three phases: start, growth and finisher. At the end of each phase, autopsies were performed to weigh the gastrointestinal organs and to evaluate indicators of bone mineralization of the left tibias. Significant differences ($p < 0.05$) were found in the productive performance of chickens in favor of phytase treatment, except in feed intake ($p > 0.05$). Compared to control animals, the birds with phytase showed a significantly lower relative weight of the pancreas ($p < 0.05$) and a statistically ($p < 0.05$) greater intestine weight. Finally, at 42 days of age, statistical differences were observed in bone density ($p < 0.05$) and the Seedor index ($p < 0.05$) in favor of birds supplemented with phytase. Phytase supplementation improved the productive performance, reduced the weight of the pancreas and increased the weight of the intestine, and also increased bone mineralization, being more efficient than chelated minerals with respect to these variables.

INTRODUCCIÓN

Las dietas de los pollos de engorde incluyen cereales, que poseen ácido fítico, el cual es una molécula insoluble que contienen seis grupos fosfato y actúa como agente quelante de minerales como el calcio, hierro, zinc y magnesio (Acosta y Cárdenas, 2006). Se cree que el mecanismo de acción de los fitatos está relacionada a su efecto sobre la absorción real de minerales, debido a la incapacidad de los pollos de hidrolizarlo y a la formación de complejos en el pH neutro del intestino delgado; junto con la disminución de la reabsorción de minerales endógenos debido a la reducción de la absorción de nutrientes como azúcares y aminoácidos en el tracto gastrointestinal (Woyengo y Nyachoti, 2012). Por otra parte, los minerales actúan principalmente en asociaciones de proteínas mejorando su actividad catalítica dentro del organismo (Pirgozliev *et al.*, 2009, Gallardo *et al.*, 2018).

Lo mencionado, se reflejará en la disminución de la producción, aprovechamiento de las dietas y utilización de nutrientes (Walk y Olukosi, 2019). Asimismo, debido a la baja absorción de minerales, principalmente calcio y fósforo, se ve afectado el desarrollo esquelético del ave, generando problemas relacionados a una fallida mineralización de huesos en crecimiento como cojeras, fracturas, debilidad esquelética, valgus o varus. Estos problemas generan grandes pérdidas económicas para el productor (Ferket *et al.*, 2009).

Por lo mencionado anteriormente, en el aspecto de la nutrición y alimentación actual se busca que los animales crezcan adecuadamente, pero que también contaminen menos, esto hace a que se busque reducir la excreción de minerales al ambiente a través de dietas eficientes, lo cual permitirá reducir los costos y mejorar la calidad nutricional (Campos *et al.*, 2014). Por ello, se opta por el uso de aditivos como las fitasas, esta enzima hidroliza los fitatos a inositol y fosfato inorgánico y mejora la absorción de macro y micro minerales como calcio y fósforo, proteínas y aminoácidos (Camiruaga *et al.*, 2001).

Otro aditivo que viene ganando importancia en la formulación de raciones de pollos de engorde son los minerales quelatados, que son iones unidos a un compuesto orgánico, como proteínas, aminoácidos o carbohidratos, que actúan de vehículo para que los nutrientes puedan atravesar la pared intestinal con facilidad; además de brindarles estabilidad y solubilidad (Pessôa *et al.*, 2012).

Con lo planteado anteriormente, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la suplementación de fitasas y minerales quelatados en el desempeño productivo, peso de órganos y los indicadores de mineralización ósea en pollos de engorde.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la Unidad Avícola de la Unidad Zootécnica y Tecnológica (UZyT) de la Universidad Científica del Sur. Todos los procedimientos fueron aprobados por el Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) el 01 de Octubre del año 2019, con el código de registro 143-2019-PRE16.

Animales, dietas y diseño experimental

De un total de 350 pollos machos de la línea Cobb 500, se seleccionaron mediante muestreo no probabilístico 240 pollos machos recién nacidos con un peso no menor a 38 g, sin defectos y con buena cicatrización de ombligo. Los animales fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar (DCA) en tres tratamientos, con 4 repeticiones por tratamiento y 20 pollos de engorde por repetición. Los tratamientos experimentales fueron: Tratamiento 1 (control) – dieta basal sin enzimas ni aditivos nutricionales, tratamiento 2 – dieta basal con fitasa y tratamiento 3 – dieta basal con minerales quelatados. La crianza de los pollos se dividió en tres etapas productivas: Inicio: 0 a 14 días de edad, crecimiento: 15 a 28 días de edad y acabado: 29 a 42 días de edad.

El agua y el alimento fueron brindados *ad libitum*, en comederos de inicio y bebederos bebe en la etapa inicial y al día 15 fueron cambiados por comederos tipo tolva y bebederos automáticos, los cuales fueron regulados a la altura del buche siguiendo el crecimiento de los pollos.

Las dietas fueron formuladas considerando ingredientes convencionales, minerales y vitaminas, así como aditivos no nutricionales. Se siguieron los requerimientos nutricionales de Rostagno *et al.* (2017) y la Guía de manejo Cobb 500 (2018) (Tabla 1).

Los pollos fueron criaron en piso, con cama de viruta de madera de aproximadamente 8 cm de espesor, en corrales cuya área fue 2.4 m², con una densidad de 8 aves/m². Se controló la temperatura del galpón mediante criadoras de luz halógena de 250 watts desde 32 °C la primera semana, disminuyendo hasta 27 °C en la etapa de crecimiento, controlando estos valores mediante un termohigrómetro digital Boeco Germany (Boeckel & Co, Hamburgo, Alemania) con precisión de 1° para temperatura y 3% para humedad. Asimismo, con este instrumento, se controló la humedad promedio entre 70 a 75%, con ayuda del manejo de cortinas y extractores.

Fitasa y minerales quelatados

La fitasa y los minerales quelatados fueron adicionados en la dieta considerando su inclusión sobre el total de la dieta formulada. La fitasa empleada en el presente estudio, fue una fitasa comercial procedente de *Escherichia coli* modificada expresada en *Trichoderma reesei*, con una actividad esperada de 1500 FTU por kg de ración, a una dosis de 25 g/t. Los minerales quelatados estaban compuestos por un complejo de proteinato de manganeso, zinc, hierro, yodato de potasio y cobre, en el que se incluyó 25 g/t de ración. La actividad de las enzimas en las dietas fue garantizada por los análisis del Laboratorio Biovet S.A (Cataluña, España).

Desempeño productivo

Desde el día 0 hasta el día 42, semanalmente se pesaron los pollos y se determinó el consumo de alimento. El pesaje de las aves fue individual y los comederos se pesaron por cada grupo, esto se realizó con una balanza electrónica de plataforma modelo BC30N con 1 g de precisión (Henkel, China). Con los datos obtenidos, se obtuvo el índice de conversión alimenticia. Finalmente se calculó el porcentaje de viabilidad de los tratamientos.

Peso de órganos

Al finalizar cada etapa productiva, se seleccionó un ave por repetición al azar, los cuales fueron pesados con una balanza electrónica de plataforma modelo BC30N con precisión de 1 g (Henkel, China) y posteriormente fueron sacrificados mediante dislocación cervical, siguiendo los procedimientos de la OIE (2011). Se determinó el peso absoluto del hígado, bazo, molleja, proventrículo, páncreas e intestino con una balanza digital Topscale modelo SF-810 con precisión de 0.1 g (China). Finalmente, se calculó el peso relativo al hallar la relación entre el peso absoluto de cada órgano con el peso vivo.

Indicadores de mineralización ósea

A los pollos que fueron sacrificados para realizar el pesaje órganos, se les retiró la tibia izquierda y se retiró el músculo mediante disección. Después fueron rotuladas y congeladas. Luego, se sumergieron los huesos identificados en agua hirviendo por 15 minutos para retirar la grasa adherida y tejido restante (Applegate y Lilburn, 2002). Finalmente, estos fueron secados a temperatura ambiente por 24 horas (Kocabagli, 2001).

Evaluación morfométrica de los huesos: Se determinó el largo de las tibias con un micrómetro digital (Truper, México) (Applegate y Lilburn, 2002), el ancho de los huesos se calculó al promediar el diámetro latero-lateral (DLL) y el diámetro cráneo-caudal (DCC) a nivel del centro de la diáfisis de la tibia (Kocabagli, 2001). Luego se midió el volumen de agua desplazada, al

sumergir el hueso en un cilindro de vidrio graduado, midiéndose su peso húmedo. Previamente a la sumersión del hueso en agua, debe realizarse un agujero en este que permita al agua penetrar al interior poroso (Onyango *et al.*, 2003)

Índices de mineralización ósea: Se calculó el peso de las tibias izquierdas utilizando una balanza digital Topscale modelo SF-810 con precisión de 0.1 g (China), la densidad se calculó al hallar el cociente entre el peso del hueso fresco y el volumen del hueso. El índice modificador de Seedor se calculó al dividir el peso de la tibia entre la longitud de la misma, cuyo valor es directamente proporcional a la densidad del hueso (Seedor *et al.*, 1991; Mutus *et al.*, 2006), el índice de Quetelet se calculó al dividir el peso de la tibia entre la longitud de la misma elevada al cuadrado, el cual indica que a mayor sea su valor, el hueso es más pesado pero más corto (Resenfield, 1972; Mutus *et al.*, 2006) y el índice de Robusticidad se halló al dividir la longitud del hueso entre el peso del mismo elevado a la potencia 1/3, el cual al ser de mayor valor, la fortaleza del hueso será menor (Rutten *et al.*, 2002).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el Análisis de homogeneidad de varianza mediante la prueba de Barlett y para contrastar la normalidad se utilizó la prueba Shapiro-Wilk. Se hizo el Análisis de Varianza de una vía. Para la comparación de tratamientos, se utilizó la prueba de DLS, utilizando el software SAS (Statistical Analysis System) versión 9.3. Los datos del porcentaje de viabilidad y peso relativo de órganos fueron transformados para su análisis de varianza.

RESULTADOS

Desempeño productivo

En el desempeño de pollos suplementados con fitasa y minerales quelatados hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) de los tratamientos sobre el peso final, ganancia de peso, índice de conversión alimenticia y viabilidad.

El peso de las aves al finalizar las fases de crecimiento y acabado, es decir a los 28 y 42 días de edad respectivamente, fue afectado significativamente ($p < 0.05$) por las dietas experimentales, siendo el grupo de aves suplementadas con fitasas las que presentaron mayor peso final durante los periodos mencionados. La ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia, se vieron afectados significativamente ($p < 0.05$) a los 28 y 42 días de edad, y al hacer la evaluación de 0 a 42 días, el grupo de aves suplementadas con fitasa presentaron mayor ganancia de peso, seguida de aquellas aves suplementadas con minerales quelatados en comparación con el grupo control.

Mientras que, las aves del grupo control son las que presentaron mayor índice de conversión alimenticia, en comparación con los otros tratamientos.

En cuanto al consumo de alimento no se observó diferencias significativas ($p > 0.05$) de las dietas en las diferentes semanas de evaluación, sin embargo, se aprecia diferencias numéricas entre los tratamientos, siendo las aves suplementadas con fitasa las que presentaron mayor consumo de alimento. La viabilidad de las aves se vio afectada significativamente ($p < 0.05$) en la fase inicial; sin embargo, al hacer la evaluación total de 0 a 42 días de edad no se observaron diferencias significativas ($p > 0.005$) entre los tratamientos. (Tabla 2).

Peso de órganos

El peso vivo del grupo de pollos que consumieron la dieta con fitasa lograron significativamente ($p < 0.05$) los más altos pesos a los 28 y 42 días de edad. Respecto a los pesos relativos de órganos, la mayoría mantuvieron pesos relativos estadísticamente similares ($p > 0.05$). Sin embargo, el peso relativo del páncreas fue significativamente más bajo ($P < 0.05$) en el grupo con fitasa respecto al grupo control, a los 14 y 28 días de edad. Por otro lado, el peso del intestino fue estadísticamente ($p < 0.05$) mayor en el grupo de aves suplementadas con fitasa a los 14 y 28 días. (Tabla 3).

Indicadores de mineralización ósea

En la Tabla 4, se observa los resultados de los indicadores de mineralización ósea para las diferentes fases de evaluación. En la fase de inicio y crecimiento, se observan diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el peso de los huesos, densidad ósea, índice de Seedor, Quetelet y el índice de robusticidad. Así, de 0 a 14 días de edad, las aves suplementadas con fitasa presentaron mayor peso de tibia, mayor índice de Seedor y de Quetelet en comparación al tratamiento control, la densidad ósea fue significativamente ($p < 0.05$) mayor en las aves suplementadas con los minerales quelatados en comparación con los otros tratamientos.

A los 28 días de edad, hubo diferencias significativas en el peso de la tibia en las aves alimentadas con fitasa y minerales quelatados cuando comparadas con el grupo control. Las aves suplementadas con fitasa presentaron ($p < 0.05$) mayor densidad ósea, índice de Seedor y Quetelet, seguida de aquellas aves suplementadas con minerales quelatados. No se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en el índice de robusticidad entre las aves suplementadas con fitasa versus minerales quelatados, no obstante las aves del tratamiento control presentaron mayor índice de robusticidad ($p < 0.05$).

A los 42 días de edad, se observó diferencias estadísticas en la densidad ósea ($p < 0.05$) y el índice de Seedor ($p < 0.05$) favor de las aves al suplementadas con fitasa. Los diámetros óseos no fueron afectados significativamente ($p > 0.05$) por los tratamientos experimentales en ninguna de las fases evaluadas.

DISCUSIÓN

Con respecto al desempeño productivo, el mayor peso vivo de los pollos observado en el tratamiento con fitasa comparado al grupo control, puede ser explicada parcialmente por una mejor conversión alimenticia, a favor del grupo con fitasa, lo cual podría deberse a la actividad enzimática que degrada los fitatos de la dieta y libera fósforo, pero al degradar estos compuestos, también libera otros nutrientes energéticos y aminoácidos, los que son asimilados a nivel intestinal en mayor cantidad. Según Ravindran *et al.* (1995), se ha podido cuantificar que la actividad enzimática de las fitasas aumenta la digestibilidad ileal de la proteína bruta en 2.4% y de la energía en 3.9%. Asimismo, en la investigación de Sebastian *et al.* (1997) mencionaron mejoras en la digestibilidad de aminoácidos de 1.8% y proteína de 4.3% en pollos de engorde suplementados con fitasas microbiana.

Cuando los minerales y otros nutrientes se unen a la molécula de ácido fítico, no están disponibles total o parcialmente, es decir, no se digieren (Gallardo *et al.*, 2018). El ácido fítico también puede integrarse con iones positivos de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos y enzimas digestivas (Kornegay, 2001), lo cual va a afectar el desempeño productivo de las aves, así, el uso de fitasas pudo mejorar la ganancia de peso e índice de conversión alimenticia, posiblemente asociado a la ruptura de los complejos ácido fítico-nutrientes, favoreciendo su absorción.

Ptak *et al.* (2015) comprobó el efecto de la fitasa a 5000 FTU/kg en pollos de engorde en diferentes fases de crecimiento, observando que en la etapa de inicio la inclusión fitasa mejoró los índices productivos, esta tendencia se mantuvo en la etapa de crecimiento (15 a 21 d) y en la etapa de acabado (22 a 42 d), solo mejoró el índice de conversión alimenticia. Esta información coincide parcialmente con los resultados obtenidos puesto que no se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso, consumo de alimento ni conversión alimenticia en la etapa de inicio.

Estudios realizados por Momeneh *et al.* (2018), indicaron que no hubo un efecto de la fitasa en diferentes niveles (500 y 2500 FTU/kg) sobre los parámetros productivos; asociándolo a que una dieta con mayor nivel fósforo y que cumple con los requerimientos nutricionales, no logra un correcto balance calcio:fósforo, debido a que las fitasas liberan más fósforo, entonces este es excretado y no logra ser aprovechado por los animales.

Por otro lado, Camiruaga *et al.* (2001) evaluó el efecto de la fitasa en dos sustratos diferentes: maíz y triticale. La dieta a base de maíz más fitasa logró un aumento del 9.78% en la ganancia de peso total, pero no hubo efecto sobre la conversión alimenticia. Sin embargo, la dieta a base de triticale si tuvo diferencia estadística en la conversión alimenticia ($p < 0.01$), planteando que las enzimas actúan diferente según el sustrato utilizado. Esto se complementa con los resultados obtenidos por Aguilar *et al.* (2018), en el cual se comprobó que una dieta con nivel de fósforo normal sin enzima, tuvo mejor efecto en ganancia de peso y peso vivo final respecto a una dieta deficiente en fósforo con fitasa; mencionando que esto puede ser causado porque la matriz de las fitasas comerciales consideran el fósforo disponible, mas no otros nutrientes como proteína cruda, aminoácido, calcio y energía metabolizable.

En relación a los resultados obtenidos con la suplementación de minerales quelatados, Térreas *et al.* (2000) encontró diferencia estadística entre pollos suplementados con minerales orgánicos (1.36 mg/kg/d) en agua versus el tratamiento control, evidenciando un aumento del peso vivo de 79.33 g y una disminución de la conversión alimenticia en 0.09 ($p < 0.05$). Lo cual coincide con el presente estudio en la mejor ganancia de peso acumulada (0 a 42 d) de los pollos suplementados con minerales quelatados. Sin embargo, Nollet *et al.* (2007) no encontró diferencias estadísticas al suplementar minerales orgánicos a pollos de engordes en ninguna de sus etapas productivas, coincidiendo con los resultados Manangi *et al.* (2012), donde se concluye que si bien no hay una mejora del desempeño productivo en pollos suplementados con minerales orgánicos en dosis baja, este es similar al de los pollos suplementados con minerales inorgánicos, por lo que podrían ser una opción óptima para disminuir la excreción de minerales al ambiente.

En cuanto al peso relativo de los órganos, el menor peso del páncreas indicaría que probablemente al mejorar la digestión por la fitasa, el bolo alimenticio podría ser más simple y una menor necesidad de secreción de enzimas endógenas producidas a ese nivel y por ello un menor peso por reducción de actividad. Lo contrario ocurre con el peso del intestino, el cual fue mayor. Esto pudo estar relacionado con la mayor absorción de nutrientes que pudieron estimular el área de absorción a nivel de las vellosidades intestinales, sin embargo, en este estudio no se realizó la evaluación histológica a nivel intestinal.

El peso relativo de los órganos es un gran indicador de la capacidad digestiva de las aves, entre ellas se puede resaltar el peso del páncreas, hígado e intestino (Brito *et al.*, 2004). La fitina es la principal forma de almacenamiento de fosfatos, mioinositol y cationes durante la germinación de semillas (Selle *et al.*, 2007). Estudios realizados por Maenz (1999), mostraron que la fitina es una proteína que puede formar complejos mediante enlaces electrostáticos entre grupos fosfato y el grupo amino terminal de las proteínas. Estos complejos de proteína-fitina se pueden formar a pH

ácido a partir de proteínas de la dieta, lo cual puede afectar la tasa de pasaje de los alimentos (Selle *et al.*, 2003).

De acuerdo con Pirgozliev *et al.* (2009), la suplementación con fitasa no afectó el peso del intestino de las aves, ya que, no observaron mayor crecimiento de las vellosidades en el íleon. Wang *et al.* (2013) observaron que las aves alimentadas con fitasa no tuvieron efecto sobre el peso del duodeno e íleon. Sin embargo, Akyurek *et al.* (2011) observaron que el peso del intestino de las aves puede aumentar mediante la adición de fitasas a las dietas.

Finalmente, en base a los indicadores de mineralización ósea es importante mencionar que los cambios en el desarrollo óseo en los pollos ocurren hasta las cuatro semanas de edad y están determinados principalmente por la proporción de calcio y fósforo, así como por su tasa de absorción en el tracto digestivo. El déficit en estos componentes da como resultado una calcificación tardía, afectando el peso y densidad de los huesos, mientras que, no afectan la normalidad de la síntesis de fibrocartilago óseo (Santos *et al.*, 2013).

Los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores de mineralización ósea están a favor de las aves suplementadas con fitasa, seguida de aquellas aves suplementadas con minerales quelatados. Esto pudo estar relacionado con la mayor disponibilidad de fósforo y calcio, así como, con la disponibilidad de los otros minerales en el tracto digestivo de las aves. Se supone que hubo un aumento en el contenido de sustrato para el desarrollo óseo, verificado por el aumento en el peso y densidad de las tibias a los 14 y 28 días de edad. En el caso de la inclusión de la fitasa, se observó que hubo eficiencia de su actividad a nivel óseo, en la cual el fósforo y el calcio consumidos por las aves y utilizados para la mineralización ósea fueron mejorados por la adición de la enzima en la dieta, esto posiblemente se debió a la hidrólisis de los minerales ligados al ácido fítico. Además, la respuesta de los animales a la fitasa en términos de indicadores óseos a nivel de la tibia fue mayor que aquellas aves suplementadas con minerales quelatados.

Dado que el calcio y el fósforo son los minerales que se presentan en mayor cantidad en la matriz ósea, la mayor disponibilidad de estos minerales mediante la adición de fitasas refleja un porcentaje mejorado en el peso, densidad y resistencia a la rotura ósea (Ahmad *et al.*, 2000; Lan *et al.*, 2002), mientras que, el efecto de la inclusión de los minerales quelatados no fue tan marcado en comparación con la fitasa, posiblemente porque los microminerales están distribuidos en menor porcentaje en la matriz ósea.

Chung *et al.* (2013) evaluaron la respuesta productiva y la densidad ósea en pollos de engorde de 1 a 42 días suplementados con dos tipos diferentes de fitasas provenientes de una bacteria y una levadura respectivamente, encontrando que independientemente del origen, ambas fitasas mejoraron la

densidad ósea, con un promedio de 9% para tibia y 13% para fémur superior en comparación al grupo control.

Los índices de mineralización ósea han sido estudiados en dietas experimentales con fitasas, mas no con minerales quelatados. Es así que Kocabagli (2001) indicó que con la suplementación de fitasas a dosis de 300U/kg, las tibias de los pollos de engorde tienen un índice de robusticidad de 4.8 mm/g^(1/3), a diferencia de los controles cuyos valores fueron 5.1 y 5.2 mm/g^(1/3); este resultado junto con un mayor índice tibiotarsal encontrado indicó que la densidad del hueso de pollos suplementados con fitasa es mayor, ya que esta enzima promueve la biodisponibilidad de fósforo y calcio y por consiguiente, un mejor desarrollo del hueso. Estos resultados, coinciden con el estudio de Somkuwar *et al.* (2010), donde los pollos de engorde de dos tratamientos con fitasas, tuvieron un menor índice de robusticidad que el control (3.91, 4.19 y 4.27 mm/g^(1/3) respectivamente), independientemente del fósforo total de la dieta formulada. Asimismo, Aguilar *et al.* (2018) encontró menor índice de robusticidad en pollos de engorde suplementados con fitasas, independiente del tipo y dosis utilizado. Además, encontró que en el índice de Quetelet no había diferencia estadística entre el control y los tratamientos de fitasas, pero el índice de Seedor fue mayor (56.23 mg/mm) en el tratamiento con fitasa microbiana.

CONCLUSIÓN

En conclusión, la suplementación de fitasas y minerales quelatados en pollos de engorde mejoró el desempeño productivo y la mineralización ósea, siendo el tratamiento con fitasa el que obtuvo mejores resultados. Además, en los pollos suplementados con esta enzima, se obtuvo un menor peso de páncreas y un mayor peso del intestino.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Científica del Sur por brindar las instalaciones de la Unidad Experimental de Aves para realizar el estudio. Este estudio fue financiado por Laboratorio Biovet S.A, Spain.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, A & Cárdenas M 2006, 'Enzimas en la alimentación de las aves. Fitasas', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 40, no. 4, pp. 377-87.

Aguilar, J, Zea, O, & Vélchez, C 2018, 'Rendimiento productivo e integridad ósea de pollos de carne en respuesta a suplementación dietaria con cuatro fuentes de fitasa comercial', *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, vol. 29, no.1, pp. 169-79.

Ahmad, T, Rassol, S, Sarwar, M, Haq, A, & Hasan, Z 2000, 'Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 83, no. 2, pp. 103-14.

Akyurek, H, Ozduven, M.L, Okur, A.A, Koc, F, & Samli, H.E 2011, 'The effect of supplementing an organic acid blend and/or microbial phytase to a corn-soybean based diet fed to broiler chickens', *African Journal of Agricultural Research*, vol. 6, no.3, pp. 642-49.

Applegate, T.J & Lilburn, M.S, 2002, 'Growth of the Femur and Tibia of a Commercial Broiler Line', *Poultry Science*, vol. 81, no.9, pp. 1289-94.

Brito, A.B, Stringhini, M.B, Café, M.B, Xavier, S.A.G, Muramatsu, K, & Andrade, M.A 2004, 'Níveis de metionina + cistina em rações de frangos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias)', *Ars Veterinaria*, vol. 20, no. 1, pp. 009-015

Camiruaga, M, Garcia, F, Elera, R, & Simonetti, C 2001, 'Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale', *Ciencia e investigación agraria*, vol. 28, no. 1, pp. 23-36.

Chung, T.K, Ruhterfurd, S.M, Thomas, D.V, & Moughan, P.J 2013, 'Effect of two microbial on mineral availability and retention and bone mineral availability and retention and bone mineral density in low-phosphorus diets for broilers', *British Poultry Science*, vol.54, no. 3, pp. 362-73.

Cobb Vantress, Cobb 500 2018 'Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde'.

Ferret, P.R, Oviedo-Rondón, E.O, Mente, P.L, Bohórquez, D.V, Santos, A.A, Grimes, J.L, & Felts, V 2009, 'Organic trace minerals and 25-hydroxycholecalciferol affect performance characteristics, leg abnormalities, and biomechanical properties of leg bones of turkeys', *Poultry Science*, vol. 88, no.1, pp. 118-31.

Gallardo, C, Dadalt, J.C, Trindade, M.A 2018, 'Nitrogen retention, energy, and amino acid digestibility of wheat bran, without or with multicarbohydase and phytase supplementation, fed to broiler chickens', *Journal of Animal Science*, vol. 96, no. 6, pp. 2371-79.

Kocabagli, N 2001, 'The effect of dietary phytase supplementation at different levels on tibial bone characteristics and strength in broilers' *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, vol. 25, no.5, pp. 797-902.

Kornegay, E.T 2001 'Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity' En: Bedford MR, Partridge GG. *Enzymes in farm animal nutrition*. Wallingford, Cab Publishing, pp. 432.

Lan, G.Q, Abdullah, N, Jalaudin, S, Ho, Y.W 2002, 'Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets', *Poultry Science*, vol. 81, no. 10, pp. 1522-32.

Maenz, D.D, Irish, G.G, & Classen, H.L 1999 'Carbohydrate-binding and agglutinating lectins in raw and processed soybean meals', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 76, no.3-4, pp. 335-43.

Manangi, M.K, Vazquez-Añon, M, Richards, J.D, Carter, S, Buresh, R.E, & Christensen, K.D 2012, 'Impact of feeding lower levels of chelated trace minerals versus industry levels of inorganic trace minerals on broiler performance, yield, footpad health, and litter mineral concentration', *The Journal of Applied Poultry Research*, vol. 21, no. 4, pp. 881-90.

Momeneh, T, Karimi, A, Sadeghi, G, Vaziry, A, & Bedford, M.R 2018, 'Evaluation of dietary calcium level and source and phytase on growth performance, serum metabolites, and ileum mineral contents in broiler chicks fed adequate phosphorus diets from one to 28 days of age', *Poultry Science*, vol. 97, no. 4, pp.1238-89.

Mutus, R, Kocabagli, N, Alp, M, Acar, N, Eren, M, & Gezen, S, 2006, 'The Effect of Dietary Probiotic Supplementation on Tibial Bone Characteristics and Strength in Broilers', *Poultry Science*, vol. 85, no. 9, pp. 1621-25.

Nollet L, Van der Klis JD, Lensing M, & Spring, P 2007, 'The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion', *The Journal of Applied Poultry Research*, vol. 16, no. 4, pp.592-97.

Onyango, E.M, Hester, P.Y, Stroshine, R, & Adeola, O 2003, 'Bone Densitometry as an Indicator of Percentage Tibia Ash in Broiler Chicks', *Poultry Science*, vol. 82, no. 11, pp. 1787-91.

Pessôa, G.B, Tavernari, F.C, Alves, R, & Albino, L.F 2012, 'Novos conceitos em nutrição de aves', *The Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 13, no. 3, pp. 755-74.

Pirgozliev, V, Oduguwa, O, Acamovic, T, & Bedford, M.T 2009 'Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens', *Brish Poultry Science*, vol. 49, no. 2, pp. 144-54.

Ptak, A, Bedford, M.R, Świątkiewicz, S, Żyła, K, & Józefiak, D 2015, 'Phytase Modulates Ileal Microbiota and Enhances Growth Performance of the Broiler Chickens', *PloS One*, vol. 10, no. 3, pp. e0119770.

Ravindran, V, Kornegay, E.T, Potter, L.M, Ogunabameru, O.B, Welton, M.K, Wilson, J.H, & Potchanakorn, M 1995, 'An evaluation of various response criteria in assessing biological availability of phosphorus for broilers', *Poultry Science*, vol. 74, no.11, pp. 1820-30.

Reisenfeld, A 1972, 'Metatarsal Robusticity in Bipedal Rats', *The American Journal of Physical Anthropology*, vol. 36, no.2, pp. 229-34.

Rostagno, H.S, Teixeira, L.F, Hannas, M.I, Donzele, J.L, Sakomura, N.K, Perazzo, F.G, Saraiva, A, Teixeira, M.L, Borges, P, De Oliveira, R.F, De Toledo, S.L, & De Oliveira, C 2017, 'Tablas brasileñas para aves y cerdos: Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 4a ed., Viçosa, Brasil: Universidad Federal de Viçosa.

Rutten, M, Leterrier, C, Constantin, P, Reiter, K, & Bessei, W 2002, 'Bone development and activity in chickens in response to reduced weight-load on legs', *Animal Research*, vol. 51, vol. 4, pp. 327-36.

Santos, T.T, Srinongkote, S, Bedford, M.R, & Walk, C.L 2013 'Effect of high phytase inclusion rates on performance of broilers fed diets not severely limited in available phosphorus', *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 26, no.2, 227-32.

Statistical Analysis System 2012, 'SAS/STAT User's Guide. Proceeding Version 9.3. SAS Institute Incorporation. Cary, NC, USA.

Sebastian, S, Touchburn, S.P, Chavez, E.R, & Lague, P. C 1997, 'Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase', *Poultry Science*, vol. 76, no.12, pp. 1760-69.

Seedor, J.G, Quartuccio, H.A, & Thompson, D.D 1991, 'The Bisphosphonate Alendronate (MK.-217) Inhibits Bone Loss Due to Ovariectomy in Rats', *Journal of Bone and Mineral Research*, vol. 6, no.4, pp. 339-46.

Selle, P.H & Ravindran, G 2007, 'Microbial phytase in poultry nutrition', *Animal Feed Science and Technology*, vol. 135, no. 1-2, pp. 1-41.

Selle, P.H, Walker, A.R, & Bryden, W.L 2003, 'Total and phytate-phosphorus contents and phytase activity of Australian sourced feed ingredients for pigs and poultry', *Australian Journal of Experimental Agriculture*, vol. 43, no. 5, pp. 475-479.

Somkuwar, A.P, Ravikanth, K, Maini, S, Rekhe, D.S, Patil, M.K, & Ballurkar, B 2010, 'Phytase with Synergistic Herbs: An Option to Reduce Environmental Pollution by Partial Replacement of Inorganic Phosphorus in Broiler Ration', *International Journal of Poultry Science*, vol. 9, no. 4, pp. 390-394.

Térreas, J.C, Sandoval, G.L, Fernández, R.J, Revidatti, F.A, Barcht, A, Campos, M.V, & Dellamea, S 2000, 'Efectos de la suplementación con quelatos orgánicos sobre el rendimiento productivo de pollos parrilleros en una zona subtropical', *Revista Veterinaria de Mexico*, vol. 31, no, 2, pp. 95-99.

Walk, C.L & Olukosi, O.A 2019, 'Influence of graded concentrations of phytase in high-phytate diets on growth performance, apparent ileal amino acid digestibility, and phytate concentration in broilers from hatch to 28 D post-hatch', *Poultry Science*, vol. 98, no. 9, pp. 3884-3893.

Wang, W, Wang, Z, Yang, H, Cao, Y, Zhu, X, & Zhao, Y 2013, 'Effects of phytase supplementation on growth performance, slaughter performance, growth of internal organs and small intestine, and serum biochemical parameters of broilers', *Journal of Animal Science*, vol. 3, no. 3, pp. 236-241.

World Organisation for Animal Health (OIE) 2011, 'Matanza de animales con fines profilácticos. pp. 23.

Woyengo, T.A & Nyachoti M 2013, 'Review: Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry current knowledge and directions for future research', *Canadian Journal of Animal Science*, vol. 93, no. 1, pp. 9-21.

TABLAS

Tabla 1. Dietas basales utilizadas en pollos de engorde en diferentes fases de evaluación¹

Ingredientes	Inicio 0 a 14 días	Crecimiento 15 a 28 días	Acabado 29 a 42 días
Maíz	58.951	61.050	62.320
Harina de soya, 48%	29.691	21.961	16.225
Soya integral	5.030	10.171	11.939
Subproducto de trigo	0.670	1.220	2.997
Aceite de soya	1.000	1.202	1.800
Fosfato dicálcico	1.990	1.875	1.616
Carbonato de calcio	1.035	0.970	0.918
Sal común	0.282	0.282	0.281
Bicarbonato de sodio	0.200	0.200	0.200
DL-Metionina, 99%	0.350	0.323	0.306
L-Lisina HCL, 78%	0.295	0.279	0.265
L-Treonina	0.129	0.074	0.053
Valina	0.036	0.057	0.029
Secuestrante micotoxinas	0.100	0.100	0.100
Premix vit. + min. ²	0.100	0.100	0.100
Cloruro de colina, 60%	0.092	0.087	0.802
Composición nutricional calculada			
Energía Metabolizable (kcal/kg)	3000	3100	3150
Proteína bruta (%)	21.091	19.622	18.201
Fibra bruta (%)	2.612	2.552	2.692
Extracto etéreo (%)	5.053	6.081	7.010
Fósforo total (%)	0.710	0.673	0.631
Fósforo disponible (%)	0.451	0.421	0.382
Calcio (%)	0.900	0.840	0.760
Cloro (%)	0.310	0.300	0.300
Sodio (%)	0.180	0.180	0.180
Potasio (%)	0.831	0.780	0.750

¹**Tratamientos:** Tratamiento 1: dieta basal-control; Tratamiento 2: dieta basal + fitasa con actividad de 1500 FTU, a dosis de 25 g/t; Tratamiento 3: dieta basal + minerales quelatados a dosis de 25g/t.

²**Premix vitamina y minerales:** Ácido fólico 100 0000 mg/kg, Ac. Pantoténico 1620 mg/kg, Biotina 6100 mg/kg, Cobre 1220 0000 mg/kg, Colina 60 g/kg, Hierro 10.2 g/kg, Yodo 243 mg/kg, mn 12.6 g/kg, Niacina 5000 mg/kg, Selenio 70 mg/kg, Vit. A 1.290,000 ui/kg, Vit. B1 410000 mg/kg, Vit. B12 1.730,00 mcg/kg, Vit. B2 800 mg/kg, Vit. B6 400,000 mg/kg, Vit. D3 350.000,00 UI/kg, Vit E 2.500 mg/kg, Vit. K 300,000 mg/kg, Zinc 12630 g/kg.

Tabla 2. Promedios de ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y porcentaje de viabilidad en pollos de engorde suplementados con fitasa y minerales quelatados en diferentes fases de crecimiento

	Tratamientos ¹			EPM ²	P-Valor
	Control	Fitasa	Minerales quelatados		
Inicio (0 - 14 d)					
Peso inicial (g)	43.71	43.25	43.38	0.19	0.241
Peso final (g)	497.58	514.21	499.24	2.82	0.121
Ganancia de peso (g)	453.87	470.96	455.86	2.63	0.134
Consumo de alimento (g)	577.19	565.80	587.25	5.08	0.110
ICA (g/g)	1.27	1.20	1.29	0.13	0.067
Viabilidad (%)	98.59 ^b	100 ^a	98.59 ^b	0.26	0.031
Crecimiento (15 - 28 d)					
Peso final (g)	1642.60 ^b	1748.98 ^a	1694.32 ^b	25.51	0.013
Ganancia de peso (g)	1145.02 ^b	1234.77 ^a	1195.08 ^b	19.69	0.041
Consumo de alimento (g)	1766.58	1826.36	1797.51	12.95	0.097
ICA (g/g)	1.54 ^a	1.48 ^b	1.50 ^{ab}	0.09	0.017
Viabilidad (%)	98.59	98.61	98.59	0.67	0.104
Acabado (29 - 42 d)					
Peso final (g)	3293.49 ^c	3467.02 ^a	3356.32 ^b	34.81	0.015
Ganancia de peso (g)	1650.89 ^b	1718.04 ^a	1662.00 ^b	9.30	0.009
Consumo de alimento (g)	2988.27	2997.20	2994.30	12.95	0.241
ICA (g/g)	1.81 ^a	1.74 ^b	1.80 ^a	0.07	0.001
Viabilidad (%)	97.32	98.61	98.59	0.67	0.154
Total (0 - 42 d)					
Peso inicial (g)	43.71	43.25	43.38	0.19	0.241
Peso final (g)	3293.49 ^c	3467.02 ^a	3356.32 ^b	28.56	0.016
Ganancia de peso (g)	3249.78 ^c	3423.77 ^a	3312.94 ^b	28.99	0.017
Consumo de alimento (g)	5322.04	5389.36	5379.06	17.86	0.122
ICA (g/g)	1.64 ^a	1.57 ^b	1.62 ^a	0.23	0.043
Viabilidad (%)	98.82	99.77	99.06	0.40	0.109

¹**Tratamientos:** Tratamiento 1: dieta basal-control; Tratamiento 2: dieta basal + fitasa con actividad de 1500 FTU, a dosis de 25 g/t; Tratamiento 3: dieta basal + minerales quelatados a dosis de 25g/t.

²EPM: Error padrón de la media

ICA: Índice de conversión alimenticia

^{a,b,c} Valores con letras distintas en la misma fila indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) a la prueba de comparación de medias de DLS.

Tabla 3. Promedios de peso relativo (%) de órganos en pollos de engorde suplementados con fitasa y minerales quelatados en diferentes fases de crecimiento

	Tratamientos ¹			EPM ²	P-Valor
	Control	Fitasa	Minerales quelatados		
Inicio (0 - 14 d)					
Peso de ave (g)	425.00	488.50	429.00	24.04	0.144
Proventrículo (%)	0.88	0.87	0.89	0.04	0.128
Molleja (%)	2.89	2.79	2.79	0.07	0.096
Bazo (%)	0.09	0.09	0.09	0.01	0.245
Hígado (%)	3.82	3.75	4.03	0.22	0.087
Páncreas (%)	0.55 ^a	0.45 ^b	0.50 ^b	0.09	0.032
Intestino (%)	8.22 ^b	9.56 ^a	8.87 ^{ab}	0.15	0.008
Crecimiento (15 - 28 d)					
Peso de ave (g)	1616.67 ^b	1835 ^a	1601.67 ^b	86.63	0.023
Proventrículo (%)	0.49	0.39	0.45	0.05	0.034
Molleja (%)	1.84	1.87	1.86	0.14	0.131
Bazo (%)	0.09	0.09	0.10	0.01	0.176
Hígado (%)	2.52	2.18	2.68	0.63	0.134
Páncreas (%)	0.28 ^a	0.21 ^b	0.30 ^a	0.04	0.024
Intestino (%)	5.86 ^b	6.74 ^a	6.37 ^a	0.00	0.045
Acabado (29 a 42 d)					
Peso de ave (g)	3102.00 ^c	3467.50 ^a	3301.25 ^b	119.14	0.012
Proventrículo (%)	0.38	0.33	0.36	0.02	0.144
Molleja (%)	1.52	1.55	1.62	0.18	0.108
Bazo (%)	0.11	0.10	0.10	0.01	0.230
Hígado (%)	2.56	2.18	2.24	0.17	0.097
Páncreas (%)	0.23	0.21	0.21	0.02	0.242
Intestino (%)	3.18	4.12	3.67	0.20	0.095

¹*Tratamientos:* Tratamiento 1: dieta basal-control; Tratamiento 2: dieta basal + fitasa con actividad de 1500 FTU, a dosis de 25 g/t; Tratamiento 3: dieta basal + minerales quelatados a dosis de 25g/t.

²EPM: Error padrón de la media

^{a,b,c} Valores con letras distintas en la misma fila indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) a la prueba de comparación de medias de DLS.

Tabla 4. Indicadores de mineralización ósea en tibias izquierdas de pollos de engorde suplementados con fitasa y minerales quelatados en diferentes fases de crecimiento

	Tratamientos ¹			EPM ²	P-Valor
	Control	Fitasa	Minerales quelatados		
Fase de inicio (0 - 14 d)					
Peso (g)	0.803 ^c	1.067 ^a	0.967 ^b	0.11	0.014
Densidad (mg/cm ³)	533.33 ^c	893.33 ^b	933.33 ^a	179.87	<0.001
Diámetro LL ³ (mm)	4.40	4.44	4.47	0.03	0.203
Diámetro CC ⁴ (mm)	4.31	4.280	4.30	0.04	0.142
Diámetro total (mm)	4.36	4.360	4.39	0.01	0.221
Longitud (mm)	49.93	50.96	49.21	0.71	0.078
Índice de Seedor (mg/mm)	16.09 ^b	20.93 ^a	19.64 ^a	1.04	<0.001
Índice de Quetelet (mg/mm ²)	0.322 ^b	0.41 ^a	0.40 ^a	0.03	0.006
Índice de robusticidad (mm/g ^(1/3))	53.72 ^a	49.88 ^b	49.77 ^b	1.83	0.001
Fase de crecimiento (15 - 28 d)					
Peso (g)	3.45 ^b	4.30 ^a	4.00 ^{ab}	0.35	0.008
Densidad (mg/cm ³)	756.25 ^c	913.33 ^a	840.00 ^b	34.17	<0.001
Diámetro LL ³ (mm)	7.76	7.79	7.35	0.20	0.142
Diámetro CC ⁴ (mm)	6.37	6.89	6.70	0.21	0.087
Diámetro total (mm)	7.07	7.34	7.03	0.14	0.140
Longitud (mm)	63.94	58.27	58.69	6.17	0.092
Índice de Seedor (mg/mm)	53.96 ^c	73.79 ^a	68.15 ^b	5.53	<0.001
Índice de Quetelet (mg/mm ²)	0.84 ^b	1.26 ^a	1.16 ^{ab}	0.30	<0.001
Índice de robusticidad (mm/g ^(1/3))	42.316 ^a	35.836	36.974	3.85	0.001
Fase de acabado (29 a 42)					
Peso (g)	9.37	9.93	9.27	0.10	0.231
Densidad (mg/cm ³)	965.45 ^b	1035.30 ^a	999.81 ^{ab}	28.51	0.032
Diámetro LL ³ (mm)	9.99	10.51	9.93	0.26	0.053
Diámetro CC ⁴ (mm)	8.93	9.64	8.31	0.53	0.144
Diámetro total (mm)	9.46	10.07	9.12	0.39	0.055
Longitud (mm)	99.95	101.58	98.90	2.00	0.076
Índice de Seedor (mg/mm)	93.72 ^b	97.79 ^a	93.73 ^b	0.79	0.035
Índice de Quetelet (mg/mm ²)	0.94	0.96	0.95	0.02	0.061
Índice de robusticidad (mm/g ^(1/3))	47.41	47.25	47.08	0.76	0.207

¹*Tratamientos:* Tratamiento 1: dieta basal-control; Tratamiento 2: dieta basal + fitasa con actividad de 1500 FTU, a dosis de 25 g/t; Tratamiento 3: dieta basal + minerales quelatados a dosis de 25g/t.

²EPM: Error padrón de la media

³LL: Latero lateral

⁴CC: Craneo caudal

^{a,b,c} Valores con letras distintas en la misma fila indican que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) a la prueba de comparación de medias de DLS.

ANEXOS

Constancia de envío a Revista Científica:



INICIO	ACERCA DE	ÁREA PERSONAL	BUSCAR	ACTUAL	NÚMEROS
ANTERIORES	AVISOS	IMPACTO	REVISORES	CONSEJO EDITORIAL	GUÍA PARA
AUTORES	ÉTICA EDITORIAL	VIDEO TUTORIALES		CONTACTO	PROCESO EDITORIAL
(EDITORES SECTORIALES)		PLATAFORMA DE PAGO			

Inicio > Usuario/a > Autor/a > Envíos activos

Envíos activos

ACTIVO/A ARCHIVAR

ID.	DD-MM ENVIAR	SECC	AUTORES/AS	TÍTULO	ESTADO
5050	03-06	ARTSP	Coloma Maguiña, Gallardo Vela	EFFECT OF PHYTASE AND CHELATED MINERALS ON PERFORMANCE...	Asignación en espera

Empezar un nuevo envío

[HAGA CLIC AQUÍ](#) para ir al primer paso del proceso de envío en cinco pasos.

Enlaces reback

TODOS NUEVO PUBLICADO OMITIDOS

FECHA DE CREACIÓN	VISITAS	URL	ARTÍCULO	TÍTULO	ESTADO	ACCIÓN
-------------------	---------	-----	----------	--------	--------	--------

**COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN
INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y
BIODIVERSIDAD**

CIENTÍFICA
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Constancia N° 103-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2019

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado**.

Código de registro: **143-2019-PRE16**

Título: **Efecto de la suplementación de fitasa versus minerales quelatados sobre la respuesta productiva, digestibilidad de nutrientes y mineralización ósea en pollos de engorde**

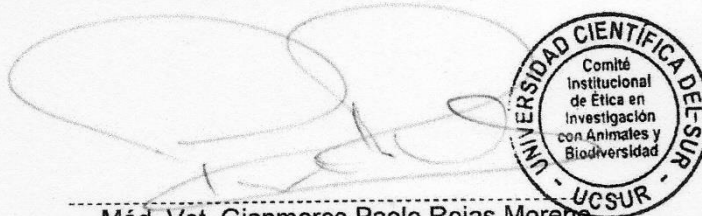

Investigador(a): **Ximena Julia Coloma Maguiña**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 30 de marzo del 2021**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 01 de octubre de 2019

Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
Presidente

Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 132-DACMVZ-DAFCVB-
U. CIENTÍFICA-2019

Lima, 29 de octubre de 2019

Visto el proyecto de tesis presentado por la Señorita **XIMENA JULIA COLOMA MAGUIÑA**, egresada de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, se expide la presente Resolución:

CONSIDERANDO:

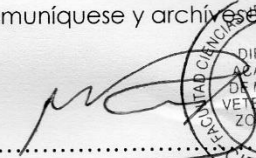
- ✓ Que, para optar el título profesional de Médico Veterinario Zootecnista en la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Científica del Sur, es necesario la realización y sustentación de una tesis.
- ✓ Que, el Reglamento de Tesis pertinente, dispone que el Proyecto de Tesis debe ser presentado a la Carrera de acuerdo al perfil aprobado, el cual debe ser dictaminado por el Comité de Investigación.
- ✓ Que, la Señorita **XIMENA JULIA COLOMA MAGUIÑA**, ha cumplido con presentar su proyecto de tesis titulado "**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE MINERALES QUELATADOS VERSUS FITASA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y MINERALIZACIÓN ÓSEA EN POLLOS DE ENGORDE**", bajo la Asesoría de la Dra. Connie Gallardo Vela.
- ✓ Que la Comisión de Grados y Títulos de la Carrera ha emitido una evaluación favorable y recomienda la inscripción del proyecto citado.

Estando a lo dispuesto por el Reglamento General de la Universidad Científica del Sur, el Reglamento de Tesis de la Carrera y a las normas vigentes, en uso de las atribuciones conferidas a la Carrera,

SE RESUELVE:

1. **APROBAR** el Proyecto de Tesis para optar el Título Profesional de Médico Veterinario Zootecnista titulado: "**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE MINERALES QUELATADOS VERSUS FITASA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y MINERALIZACIÓN ÓSEA EN POLLOS DE ENGORDE**".
2. Declarar a la Srta. **XIMENA JULIA COLOMA MAGUIÑA**, expedita para la realización del Proyecto de Tesis aprobado.
3. Nombrar a la Dra. Connie Gallardo Vela como Asesora del Proyecto de Tesis que realizará la alumna citada.
4. Disponer la inscripción del proyecto de tesis aprobado en el Registro de Tesis para optar el Título Profesional de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la CIENTÍFICA.

Regístrese, comuníquese y archívese


.....
Dr. Manuel Rosemberg Barrón
Director Académico
Medicina Veterinaria y Zootecnia

ANEXO 8
FORMATO DE CONSTANCIA DE APTITUD PARA
IMPRESIÓN Y PUBLICACIÓN DE LA TESIS

Villa El Salvador, 30 de Noviembre de 2019

Dr. Manuel Efraín Rosemberg Barrón
Señor Director Académico
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Científica del Sur

De mi consideración:

Quien suscribe, Lisania Melisa Fernandez Curi, Presidente del jurado examinador de la tesis titulada "Efecto de la suplementación de Fitos y minerales quelatados en el desempeño productivo, peso de órganos e indicadores de mineralización ósea en pollos de engorde" sustentada por el (la) Bachiller en MVZ Ximena Julia Coloma Maguina, da constancia de haber verificado que el autor ha cumplido con efectuar las recomendaciones hechas por el Jurado y en consecuencia, el original de la Tesis se encuentra apto para su impresión y publicación.



Presidente del Jurado

ANEXO 9

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS DIGITALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Datos generales de la Tesis

Título..... "Efecto de la suplementación de fitasas y minerales quelitados en el desempeño productivo, peso de órganos y mineralización en pollos de engorde".
 Facultad..... Ciencias Veterinarias y Biológicas
 Carrera..... Medicina Veterinaria y Zootecnia
 Título o Grado al que opta (Marcar con X)
 Título Profesional (X) Segunda Especialidad () Magister () Doctor ()
 Asesor..... Dra. Connie Gallardo Vela
 Fecha de aprobación por Presidente de Jurado de Tesis Día (30) Mes (Noviembre) Año (2019)

Autorización de publicación

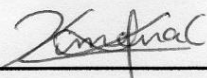
A través de este documento, apruebo la publicación en versión digital de mi tesis en el repositorio de la Universidad Científica del Sur, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales – RENATI, aprobado por Resolución N° 033-2016-SUNEDU/CD

Marcar en el recuadro con una X y de ser Acceso Restringido el número de meses del período de confidencialidad	
<input type="checkbox"/>	ACCESO ABIERTO: texto completo de la tesis, con anexos
<input type="checkbox"/>	ACCESO RESTRINGIDO: datos básicos del autor, título, etc. (metadatos)
<input checked="" type="checkbox"/>	Periodo de confidencialidad

Metadatos: información estandarizada que define y describe cada material facilitando sub-búsqueda y acceso. Es la descripción del documento digital (autor/creador, título, palabras claves o encabezamientos de materia, entre otros) y atributos físicos (como medios o formatos y dimensiones).

Periodo de confidencialidad o de embargo: tiempo establecido por el autor para que el trabajo de investigación a texto completo no esté disponible en el repositorio.

El autor tiene conocimiento que, por disposición legal, las copias digitales del presente trabajo serán remitidas a la SUNEDU.


 Firma

Apellidos y Nombres..... Coloma Magaña Ximena Julia
 DNI N°..... 70478750..... Pasaporte/Carnet de Extranjería.....
 Dirección..... Jr. General Artigas #549 Pueblo Libre
 Teléfono..... 944 990 850..... Correo Electrónico..... xime_julia@hotmail.com