



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACIÓN DE CUATRO FITASAS COMERCIALES EN DIETAS PARA GALLINAS BOVANS WHITE Y SU EFECTO EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ALDO SERGUEI HERNÁNDEZ SALGADO

ASESORES:

MVZ. MC. Jorge Miguel Iriarte

MVZ MSc. Ernesto Ávila González



Ciudad Universitaria, CD.MX.

2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DEDICATORIA

A mi madre Valentina Salgado por ser durante toda mi vida un claro ejemplo de dedicación, esfuerzo y honestidad, al igual que mi padre Felipe Hernández, gracias por su amor incondicional.

A mi hermano Felipe por brindarme su apoyo y confianza cuando más lo necesitaba.

A mi gato Maya por acompañarme en esas noches de desvelo cuando estudiaba para un examen.

A mi tía Ruth por su apoyo, amor y por siempre recibirme con una sonrisa en su casa.

A mis amigos de la FMVZ, Eduardo Salinas, Fernando Mejía, Daniel Arenas, Alberto Lázaro, Antonio Romero, Azucena Rodríguez, Nahomi Juárez, Alejandra Baranda, Elizabeth Rodríguez y Giovanni Gaucin, gracias por su sincera amistad, la universidad no hubiera sido lo mismo sin ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme el gran honor de formar parte de sus aulas, y formarme como un profesionalista en beneficio de la sociedad.

A la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por enseñarme que no existe otra mejor carrera que la medicina veterinaria.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv) por reforzar mi pasión por la avicultura.

Al Dr. Ernesto Ávila González por ser mi asesor de tesis, por sus enseñanzas, consejos y ser un gran ejemplo de inspiración para mí.

A la empresa Malta Cleyton por apoyar con los recursos necesarios para hacer posible esta tesis, en especial al Dr. Manuel Ornelas Roa por hacer posible la realización de esta tesis.

Al Dr. Jorge Miguel Iriarte por ser mi asesor de tesis y por recibirme en el CEIEPAv en mi servicio social, por ofrecerme un tema de tesis, por todas sus enseñanzas, consejos, que me han abierto una oportunidad en la avicultura, pero sobre todo gracias por su amistad.

A la Dra. Maria. Del Pilar Castañeda Serrano por brindarme su apoyo para la realización de esta tesis.

Al Dr. David Ramos Vidales por sus enseñanzas y consejos.

A los miembros de mi jurado por el tiempo dedicado en las correcciones y mejoras de este trabajo a la Dra. Elizabeth Posadas Hernández, Dra. Maria Antonieta Castello Leyva, Dra. Alma Selene Vázquez Delgado y a la Dra. Teresa Olivares Hernández.

A mi equipo de ensueño Laura Sánchez, Gerardo Cervera y Luz Ma. Gomez por brindarme su amistad, su apoyo y por ayudarme en la realización de este trabajo.

A los grandes amigos y veterinarios que conocí durante mi servicio social en el CEIEPAv Osiris Pérez, Karina García, Paola Olvera, Maya Manzano, Marco Rivera, Betzabé Ugalde, Lucero, Marilyn Guillen y David García, por su amistad y hacer de la granja mi segunda casa.

CONTENIDO

	Página
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Hipótesis.....	7
Objetivos.....	8
Material y métodos.....	9
Resultados.....	12
Discusión.....	14
Conclusión.....	17
Bibliografía.....	18
Cuadros.....	21
Anexos.....	27

RESUMEN

HERNÁNDEZ SALGADO ALDO SERGUEI. Evaluación de cuatro fitasas comerciales en dietas para gallinas Bovans White y su efecto en los parámetros productivos. (Bajo la dirección del MVZ MC. Jorge Miguel Iriarte y MVZ MSc. Ernesto Ávila González).

El experimento se realizó con el objetivo de evaluar la utilización de cuatro fitasas comerciales (A, B, C, D), en dietas deficientes en fósforo disponible para gallinas de postura Bovans White, para observar su efecto sobre los parámetros productivos. Se utilizaron 384 gallinas de 61 a 70 semanas de edad, las cuales se distribuyeron en un diseño completamente al azar de cuatro tratamientos, con cuatro réplicas de 24 aves cada uno. Las dietas experimentales fueron en base maíz, sorgo y pasta de soya, deficientes en fósforo disponible (0.15%), las fitasas en estudio se adicionaron para cubrir la deficiencia de fósforo. Durante los 63 días del experimento se llevaron registros semanales de los parámetros productivos (porcentaje de postura, peso del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia, porcentaje de huevo sucio, roto, chico y grande). Los resultados promedio obtenidos en postura (90.8, 92.4, 90.6 y 90.6%), peso del huevo (61.4, 60.9, 61.3 y 62.3 g), conversión (1.95, 1.94, 1.97 y 1.92 kg) y grosor del cascarón (0.334, 0.333, 0.345 y 0.336 mm) fueron similares ($P>0.05$) entre tratamientos. Se concluye que las cuatro fitasas comerciales utilizadas, liberaron la misma cantidad

de fósforo de los ingredientes (0.15%) en las dietas para cubrir el requerimiento de este mineral.

INTRODUCCIÓN

El sector avícola tiene una participación en la producción pecuaria del 63.8% a nivel nacional con un 34.7% de pollo, 29 % de huevo y pavo con un 0.1% de participación, las demás industrias pecuarias están conformadas por carne de res, carne de puerco, ovinos, caprinos y apicultura (UNA, 2019).

México es el primer consumidor de huevo a nivel mundial, con un consumo per cápita de 22.88 Kg y es el cuarto productor de huevo entero en el mundo, con una producción de 125.7 millones de cajas en 2018 (UNA, 2019).

A nivel nacional, 6 de cada 10 personas incluyen en su dieta productos del sector avícola, esto se debe a que los precios del huevo y pollo se han reducido en términos reales, en comparación con otros sectores que mantienen precios elevados. Los factores que ayudan a la aceptación de los productos avícolas es que ambos alimentos son nutritivos, versátiles en su preparación y fáciles de adquirir (Torre *et al*, 2013; UNA, 2019).

En nuestro país, las líneas genéticas que tienen una mayor participación en la producción de huevo para plato son: Bovans White con un 64%, Hy-Line con 19%, Lohman 14%, Hy Sex Brown 2% e Isa Brown con 1% (UNA, 2019).

Del total de huevo producido en México, el mayor porcentaje se comercializa a nivel doméstico en forma de granel con 79% de participación, en empaques cerrados con un 14% , y en menor porcentaje (7%) se utiliza a nivel industrial de los cuales los principales consumidores se encuentran en la industria de la panificación, la de pastas, mayonesas, complementos alimenticios, procesadoras de alimento para ganado y mascotas, la industria farmacéutica, y en la elaboración de vacunas y cosméticos (Torre *et al.*, 2013).

En la avicultura, la alimentación representa un 70 % aproximadamente de los costos totales, por lo cual es importante utilizar insumos de buena calidad, como maíz, sorgo y pasta de soya que nos permitan obtener dietas que favorezcan a las aves expresar al máximo su potencial genético (Cuca *et al.*, 2009).

Con una dieta de buena calidad, un ave especializada en la producción de huevo como lo es la Bovans White, puede producir de 310-320 huevos durante su primer año de postura. Esto nos lleva a resaltar que las aves transforman eficientemente

la proteína de las dietas en alimento para el humano (Cuca *et al.*, 2009; Bovans, 2018).

En los granos e ingredientes de origen vegetal existe una estructura llamada ácido fítico o fitato, la cual quelata gran cantidad de fósforo (Pallauf y Rimbach, 1997). El fósforo que está en los fitatos no está totalmente biodisponible para los animales monogástricos, por lo que comúnmente se agrega fósforo inorgánico o fitasas en las dietas para cubrir los requerimientos.

Los fitatos están asociados como factores antinutricionales, debido a que presenta un efecto quelante en el fósforo y algunos minerales como ; calcio, magnesio, hierro, zinc, cobre, y manganeso, es por este motivo que la utilización de fitasas se extiende más allá de las expectativas asociadas a la liberación de fósforo (Ravindran *et al.*, 1995; Liu *et al.*, 1998; Bedford y Schulze, 1998).

Se ha demostrado que el fósforo presente en las excretas de las aves es un contaminante primario del agua por lo que ha sido motivo de investigación, por ejemplo, la adición de fitasa en la dieta reduce la cantidad de fósforo en la gallinaza en un 41% y en pollinaza de 10 a 56 % (Nahm, 2007).

En un estudio realizado por Simons *et al.* (1990), demostraron que en el pollo de engorda de 3 semanas de edad, la biodisponibilidad de fósforo se podría aumentar

con la adición de fitasa microbiana exógena a la dieta, incrementando hasta un 65% la disponibilidad, teniendo como consecuencia la reducción del 50% de la excreción de fosforo.

A las dietas de las aves en producción se le adiciona fitasas; estas enzimas exógenas provienen de bacterias, levaduras y hongos (Angel *et al.*, 2002).

Recientemente las fitasas de origen bacteriano se han empleado como aditivos en los alimentos, demostrando que resisten temperaturas elevadas (90 a 110 °C) a las cuales se someten las dietas balanceadas para aves, también tienen gran estabilidad en pH ácidos (Diosdado *et al.*, 2017).

Las fitasas más utilizadas se obtienen de los microorganismos *Escherichia coli* y *Citrobacter braaki* (Olukosi y Fru-Niji, 2014). Aunque existen en el mercado enzimas provenientes de *Aspergillus niger*, *Peniophora lycii*, *Schizosaccharomyces pombe* de origen fúngico (Greiner y Konietzny, 2011).

Dosis elevadas de fitasa en la dieta (1,000 y 2,000 FTU/kg), incrementan mayor liberación de fósforo y calcio en el proventrículo del ave, disminuyendo también el efecto quelante del fitato, mejorando así la ganancia de peso de pollos (Bedford y Partridge 2010; Olukosi, 2014).

El fósforo fítico en el maíz representa de un 66 a 85% del total de fósforo del grano (Selle y Ravindran, 2007). En 2017 se tuvo un consumo de más de 10 millones de toneladas de granos forrajeros entre ellos el maíz y sorgo (UNA, 2018). De aquí la importancia en la investigación del uso de fitasas comerciales que se emplean en México, para mejorar los parámetros productivos, reducir costos y tener un menor impacto en el medio ambiente.

Con estos antecedentes, se planteó el presente estudio a fin de investigar algunas de las principales fitasas exógenas de uso común, en los alimentos balanceados en México.

HIPÓTESIS

La utilización de cuatro fitasas comerciales para liberar el fósforo de los ingredientes de la dieta, permite obtener parámetros productivos y calidad de huevo adecuados de la gallina de postura Bovans White de la semana 61 a las 70 de vida.

OBJETIVOS

- Evaluar el efecto de cuatro fitasas comerciales en dietas deficientes (0.15%) en fósforo sobre los parámetros productivos (porcentaje de postura, peso del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia, porcentaje de huevo sucio, roto, chico y grande), de gallinas Bovans White, de la semana 61 a la 70 de vida.
- Evaluar el efecto del uso de las cuatro fitasas comerciales sobre la calidad de huevo en gallinas Bovans White, de la semana 61 a la 70 de vida alimentadas con dietas deficientes en fósforo disponible (0.15%).

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola (CEIEPAv), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México. El CEIEPAv se localiza en la calle Manuel M. López S/N en la Colonia Santiago Zapotitlán en la Alcaldía de Tláhuac, CDMX; a una altura de 2300 msnm. Bajo condiciones de clima templado subhúmedo con lluvias de verano de humedad media.

Se utilizaron para esta investigación 384 gallinas de la línea genética Bovans White de 61 semanas de edad, en un diseño completamente al azar de 4 tratamientos con 4 repeticiones de 24 gallinas, como se señala a continuación.

- Tratamiento 1= Base maíz, sorgo y soya sin ortofosfato. + Fitasa "A"
(OptiPhos® 4000 FTU) 150 g
- Tratamiento 2= Base maíz, sorgo y soya sin ortofosfato. + Fitasa "B"
(Phytase HTR® 10000) 60 g
- Tratamiento 3= Base maíz, sorgo y soya sin ortofosfato. + Fitasa "C"
(Sunzyme®) 60 g
- Tratamiento 4= Base maíz, sorgo y soya sin ortofosfato. + Fitasa "D"
(Aextra® PHY 10000) 60 g

La dieta basal maíz, sorgo y pasta de soya, fue deficiente (0.15%) en fósforo disponible y a partir de esta dieta se adicionaron 600 FTU/kg de cada una de las fitasas a evaluar (Cuadro 1).

La dieta que se utilizó se realizó en base a las recomendaciones nutricionales de la estirpe, excepto para el fósforo disponible.

La prueba tuvo una duración de 9 semanas. Se proporcionó de manera *ad libitum* a las gallinas, alimento y agua durante todo el estudio.

Se empleó un fotoperiodo de 16 horas luz al día, y se proporcionó luz artificial de: 03:00- 07:00 a.m. como complemento a la luz natural.

La recolección y el pesaje del huevo se realizaron diariamente a las 11:00 a.m. y se registraron por réplica del experimento los parámetros productivos (número total de huevos, peso del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia, porcentaje de huevo sucio, roto, chico o grande).

Calidad de huevo

Se realizaron tres evaluaciones de calidad de huevo, la primera fue en el inicio de la prueba en la semana 61, la segunda en la semana 65 y la última en la semana 70, se utilizaron 6 huevos por réplica, los parámetros que se evaluaron fueron:

- Peso del huevo. Se utilizó una báscula digital, con capacidad de 5kg (Marca OHAUS®).
- Altura de la albúmina. Se midió con el sistema QCD de la empresa Technical Services and Supplies (TSS®).
- Unidades Haugh. Se obtuvo utilizando la fórmula para medir esta unidad.
- Color de la yema. Se midió con el abanico colorimétrico de DSM.
- Grosor del cascarón. Se utilizó un micrómetro digital (Digimatic Micrometer Mitutoyo® Modelo APBID).
- Resistencia del cascarón. Se usó un texturómetro (instrumento de medición Digital Egg Tester DET 6000 series).

RESULTADOS

El comportamiento productivo que tuvieron las aves a lo largo de las nueve semanas de experimentación se observa en el Cuadro 2. Los resultados promedio indican que el porcentaje de postura fue similar ($P>0.05$), entre los cuatro tratamientos se obtuvo un promedio de 91.1 , que mantuvo arriba del 90% durante todo el experimento. A lo largo de la investigación el peso del huevo se mantuvo con un promedio de 61.4 g, estos resultados se vieron reflejados en la masa de huevo (56 g), que no presentó ninguna disminución durante toda la experimentación. Las variables de porcentaje de huevo roto, sucio, grande y chico, no se vieron afectados por el tipo de fitasas ($p>0.05$).

El consumo de alimento de ave por día fue de (108.7 g), el cual no se vió alterado por la ausencia de fósforo inorgánico en ningún momento a lo largo del experimento, no hubo alguna diferencia significativa entre tratamientos ($p>0.05$). El parámetro de conversión alimenticia de la primera semana (1.90 g) fue aumentando conforme pasaban las semanas, alcanzando un promedio entre los cuatro tratamientos de 1.94 kg, que se mantuvo hasta el final del experimento.

Los datos que se obtuvieron de la experimentación sobre la calidad de huevo, en donde se analizaron las variables de peso de huevo, altura de albúmina,

pigmentación grosor y las unidades Haugh, no tuvieron ninguna diferencia estadística significativa ($p>0.05$) entre tratamientos como se puede observar en los Cuadros 3, 4 y 5, pero sí se mostró una ligera mejoría entre la calidad inicial del huevo en comparación con la calidad de huevo final, esto se observó en el peso, altura de la albúmina, color de la yema y las unidades Haugh.

Los resultados promedios obtenidos para peso de huevo son: (60.7, 60.6, 60.5, 61.1 g), altura de albúmina (8.4, 9.13, 7.8, 9.2 h), pigmento (12, 11.5, 11.8 11.8), grosor de cascarón (0.334, 0.330, 0.339,0.333 mm), unidades Haugh (94.1, 98, 94.2, 94.6). Los resultados fueron similares como se observan en el Cuadro 6.

DISCUSIÓN

Los resultados que se obtuvieron en el experimento para los parámetros productivos (porcentaje de postura, peso del huevo y conversión alimenticia), tuvieron una gran similitud a los que tiene como referencia el manual de Bovans White (ver Anexo 1), el cual también menciona que se necesita suministrar dietas con suficiente calcio y fósforo (Bovans, 2018).

Keshavarz (2000), demostró que en gallinas de postura al reducir el contenido de fósforo disponible en la dieta se veía afectado el porcentaje de postura, y que al suplementar fitasas en la alimentación este efecto negativo disminuía mejorando el porcentaje de postura en gallinas de más de 30 semanas de producción. Estos resultados concuerdan con los datos obtenidos en este experimento donde el porcentaje de postura se mantuvo en 91.1 %, en comparación con el 87% que indica el manual de Bovans White.

Se debe mencionar que para la formación de hueso medular que es de donde se obtiene el Ca necesario para la formación del cascarón del huevo, se necesita la presencia de Ca y P , cuando una gallina es alimentada por un tiempo prolongado con una dieta deficiente en fósforo inorgánico, empieza a perder las reservas de

los huesos y se empieza a movilizar el calcio y fósforo de hueso estructural, tanto cortical como trabecular, en este momento la gallina empieza a mostrar debilitamiento en los huesos y se ve afectada la calidad del huevo (Whitehead y Fleming, 2000). Teniendo esto como antecedente y sabiendo que el esqueleto proporciona una gran reserva de calcio y fosfato para utilizarse en otros sitios, se debe extender este tipo de experimentos por más tiempo para justificar la eficacia de las fitasas en ausencia de P disponible, como lo menciona Peter (1992), quien observó que a las 12 semanas de experimentación de dietas adicionadas con fitasas tuvieron un porcentaje de postura del 86% en comparación con otras dietas sin acceso a fitasas que tuvieron un 70% de porcentaje de postura.

En un estudio realizado por *Vallardi et al.* (2002) los cuales suministraron una dieta deficiente en fósforo disponible (0.12 %) y una dosis de 600 FTU/kilogramo de fitasas, se observó a través del experimento que con esta cantidad de fitasas la conversión alimenticia, el porcentaje de postura y la resistencia del huevo no se vio afectada negativamente, con lo cual determinó que fue suficiente dosis para no percibir efecto adversos, estos resultados obtenidos por Vallardi son semejantes a los obtenidos en esta prueba, ya que se utilizó la misma dosis de fitasas y una deficiencia de fósforo disponible del 0.15%.

En la investigación realizada por Jalalm y Scheideler (2001) describieron que el peso del huevo no disminuyó con la adición de fitasas, pero en cambio notaron

una ligera mejoría en el peso del huevo, en la masa del huevo y la resistencia del cascarón, estos resultados que se obtuvieron en la prueba de Jalalm y Scheideler en comparación con los datos obtenidos de esta prueba de las cuatro fitasas se observan resultados semejantes, ya que también se mostró una ligera mejoría en los parámetros de peso de huevo y masa de huevo como se ha comentado anteriormente, teniendo en cuenta que las dietas tuvieron una ausencia de fósforo disponible del 0.15%

CONCLUSION

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo estas condiciones experimentales se puede concluir que:

1. El empleo de las cuatro fitasas comerciales utilizadas en dietas deficientes en fósforo disponible (0.15%) fue similar en los parámetros productivos de gallina Bovans White de 61 a 70 semanas de edad (peso del huevo, masa de huevo, conversión alimenticia, porcentaje de huevo sucio, roto, chico o grande).
2. No hubo diferencia entre las cuatro fitasas comerciales que se utilizaron en dietas deficientes en fósforo disponible, para liberar el fósforo de los ingredientes de la dieta.
3. La utilización de las cuatro fitasas comerciales utilizadas en el experimento permite de una manera rentable reducir costos al momento de formular dietas para gallinas de postura.

BIBLIOGRAFÍA

1. Unión Nacional de Avicultores (2018). *Compendio de indicadores económicos del sector Avícola*.
2. Torre, M.; Fonseca, M. y J. Quintana, (2013) *El huevo: mitos, realidades y beneficios*, México, trillas.
3. Cuca, M.; Ávila, E. y A. Pro, (2009) *Alimentación de las aves*. Universidad Autónoma Chapingo, México.
4. Pallauf, J., y G. Rimbach, (1997). *Nutritional significance of phytic acid and phytase*. Arch. Anim. Nutr. 50:301–319.
5. Ravindran, V.; Bryden W. L., and E. T. Kornegay, (1995). *Phytates: Occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition*. Poult. Avian Biol. Rev. 6:125–143.
6. Simons, P.C.M. et al. (1990). *Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs*. Br. J. Nutr. 64:525–540.
7. INEGI (2014) *Anuario estadístico y geográfico del Distrito Federal*. Ciudad de México: INEGI.
8. Angel, R. et al., (2002) *Phytic Acid Chemistry: Influence on Phytin-Phosphorus Availability and Phytase Efficacy*; 11 (4): 471-480.

9. Nahm, KH., (2007) *Efficient phosphorus utilization in poultry feeding to lessen the environmental impact of excreta*; 63 (4): 625-654.
10. Diosdado, M.; Cortes, A. y E. Ávila, (2017) “Eficacia de dos fitasas bacterianas en la liberación de fósforo en dietas para pollos de engorda en crecimiento” en *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* [En Línea], Vol. 8, No. 2, p. 121 -128, marzo 2017, disponible en:
<https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/4414/3874#B1> [Accesado el 22 de Enero de 2019].
11. Olukosi OA, y Fru-Nji F. (2014). *The interplay of dietary nutrient and varying calcium to total phosphorus ration on efficacy of a bacterial phytase: 1. Grow performance and tibia mineralization*. *Poult Sci*; 93:3037 3043.
12. Bedford, MR. y Partridge GG. (2010) *Enzymes in farm animal nutrition*. 2 ed. *CABI Publishing, UK*.
13. Greiner, R., y U. Konietzny, (2011) *Phytases: biochemistry, enzymology and characteristics relevant to animal feed use*. Partridge GG, Bedford Mr, editores. *Enzymes in farma animal nutrition*. Londres: CAB international: 96-128.
14. Selle, H., y V. Ravindran, (2007) *Microbial phytase in poultry nutrition*. *Anim Feed Sci Technol*; 135 (1): 1-41.
15. Bovans White, (2018). *Bovans White Product Guide Cage Production Systems*. Institut de Selection Animale BV. Villa de K"orver. P.O. Box 114, 5830 AC Boxmeer. The Netherlands, EU: Isa a Hendrix Genetics Company.

16. Keshavarz, K, (2000). *Nonphytate phosphorus requirement of laying hens with and without phytase on a phase feeding program*. Poult. Sci. 79:748–763.
17. Whitehead, C. C., y R. H. Fleming, (2000). *Osteoporosis in cage layers*. Poult. Sci. 79:1033–1041.
18. Peter, W., (1992). *Investigations on the use of phytase in the feeding of laying hens*. Page 672 in: Proceedings XIX World's Poultry Congress, Amsterdam, Netherlands.
19. Vallardi, M; Morales, R y E. Ávila, (2002) *Efecto de la adición de fitasa como fuente de fósforo inorgánico en dietas para gallinas de postura*. México, UNAM. 40(2): 181-186.
20. Jalalm, M.y S. Scheideler. *Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility*. Poult Sci 2001; 80 (10): 1463-1471.

CUADROS

Cuadro 1. Dieta formulada para gallina Bovans White de la 61 a las 70 semanas de vida, sin la inclusión de fósforo inorgánico.

Materia prima	%
Maíz molido amarillo	27.518
Sorgo	20.000
Pasta de soya	14.500
DDG Golden	10.000
Carbonato de Calcio	9.600
Harina de canola	5.000
Aceite vegetal	3.300
Pulido de arroz	3.200
Gluten de maíz	3.000
Harina de galleta	3.000
Sal	0.290
Vitaminas y Minerales	0.200
DL- Metionina 99%	0.140
L-Lisina HCl	0.095
Pigmento 15 g/Kg	0.005
Bacitracina Zinc 10%	0.030

Análisis Calculado		
	Unidad	Cantidad
Energía Metabolizable	kca/kg	2.850
Proteína total (%)	%	17.37
Fósforo no fítico	%	0.15
Calcio	%	3.75
Lisina	%	0.84
Metionina	%	0.45
Met+Cis	%	0.71
Treonina	%	0.69
Ácido linoleico	%	3.28

*Vitamina A 10,000,000 UI; Vitamina D3 2,500,000 UI; Vitamina E 6,000 UI; Vitamina K 2.5g; Tiamina 1.6g; Riboflavina 5g; Cianocobalamina 0.10g, Ácido Fólico 0.50 g; Piridoxina 1.5 g; Pantotenato de calcio 10 g; Niacina 30g; Cloruro de colina 60% 200 g, Hierro 80g; Manganeso 60g; Cobre 10g; Yodo 0.3g; Zinc 50 ; Selenio .30g; Antioxidante 125g; Vehículo C.b.p 1.000.00 g.

Cuadro 2. Resultados promedios de la respuesta productiva de las gallinas Bovans White

Tratamiento	Postura %	Peso de huevo (g)	Consumo de alimento (g)	Índice de conversión Kg/ kg	Masa de huevo (g)	Huevo Roto %	Huevo Sucio %	Huevo Gde/ Ch %
A	90.8^a	61.4^a	109^a	1.95^a	55.8^a	0.82^a	5.04^a	1.51^a
B	92.4^a	60.9^a	109^a	1.94^a	56.3^a	0.53^a	6.55^a	1.50^a
C	90.6^a	61.3^a	109^a	1.97^a	55.5^a	1.01^a	5.41^a	3.08^a
D	90.6^a	62.3^a	108^a	1.92^a	56.4^a	0.69^a	5.62^a	2.58^a
Promedio	91.1	61.4	108.7	1.94	56	0.76	5.65	2.16

Valores con la misma literal son iguales (P>0.05)

Cuadro 3. Datos promedio de la evaluación de la calidad interna del huevo en gallina Bovans White a las 61 semanas de edad

Tratamiento	Peso (g)	Altura de la albúmina (mm)	Pigmentación de la yema (abanico DSM)	Grosor del cascarón (mm)	Unidades Haugh
A	60.0 ^a	7.4 ^a	12.1 ^a	327.7 ^a	96.2 ^a
B	61.0 ^a	8.2 ^a	10.6 ^a	328.3 ^a	99.6 ^a
C	60.0 ^a	6.3 ^a	11.4 ^a	352.1 ^a	98.6 ^a
D	59.9 ^a	7.5 ^a	11.9 ^a	336.9 ^a	96.3 ^a

Valores con la misma literal son iguales ($P>0.05$)

Cuadro 4. Datos promedio de la evaluación de la calidad interna del huevo en gallina Bovans White a las 65 semanas de edad

Tratamiento	Peso (g)	Altura de la albúmina (mm)	Pigmentación de la yema (abanico DSM)	Grosor del cascarón (mm)	Unidades Haugh
A	61.3 ^a	9.0 ^a	11.5 ^a	340.8 ^a	93.6 ^a
B	60.5 ^a	9.9 ^a	11.4 ^a	328.4 ^a	98.6 ^a
C	60.9 ^a	8.1 ^a	11.5 ^a	322.0 ^a	89.6 ^a
D	62.4 ^a	11 ^a	11.4 ^a	327.2 ^a	91.9 ^a

Valores con la misma literal son iguales ($P>0.05$)

Cuadro 5. Datos promedio de la evaluación de la calidad interna del huevo en gallina Bovans White a las 70 semanas de edad

Tratamiento	Peso (g)	Altura de la albúmina (mm)	Pigmentación de la yema (abanico DSM)	Grosor del cascarón (mm)	Unidades Haugh
A	60.9 ^a	8.8 ^a	12.6 ^a	333.7 ^a	92.5 ^a
B	60.5 ^a	9.3 ^a	12.5 ^a	333.4 ^a	95.8 ^a
C	60.6 ^a	9.1 ^a	12.7 ^a	345.1 ^a	94.6 ^a
D	61.2 ^a	9.3 ^a	12.3 ^a	335.7 ^a	95.7 ^a

Valores con la misma letra son iguales (P>0.05)

Cuadro 6. Promedio general de los cuatro tratamientos durante todo el experimento.

Tratamiento	Peso (g)	Altura de la albúmina (mm)	Pigmentación de la yema (abanico DSM)	Grosor del cascarón (mm)	Unidades Haugh
A	60.7 ^a	8.4 ^a	12 ^a	334 ^a	94.1 ^a
B	60.6 ^a	9.1 ^a	11.5 ^a	330 ^a	98 ^a
C	60.5 ^a	7.8 ^a	11.8 ^a	339 ^a	94.2 ^a
D	61.1 ^a	9.2 ^a	11.8 ^a	333 ^a	94.6 ^a

Valores con la misma letra son iguales (P>0.05)

ANEXOS

Anexo 1

Tabla de referencia del manual de Bovans White de la semana 61 a 70 de vida.

Edad en semanas	% Postura	Peso de huevo (g)	Masa de huevo (g)	Consumo de alimento	Conversión alimenticia
61	88.7	63.3	56.2	110	1.96
62	88.4	63.4	56.1	110	1.96
63	88.1	63.5	55.9	110	1.97
64	87.7	63.6	55.8	110	1.97
65	87.4	63.7	55.7	110	1.98
66	87.1	63.8	55.6	110	1.98
67	86.8	63.9	55.5	110	1.99
68	86.4	64	55.3	110	1.99
69	86.1	64.1	55.2	110	1.99
70	85.8	64.2	55.1	110	2