



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FITASA EN LA**  
**DIETA DE POLLITAS LOHMANN BROWN**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:**

**CARLOS HERNÁN OROZCO LLANGARI**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FITASA EN LA**  
**DIETA DE POLLITAS LOHMANN BROWN**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Trabajo Experimental

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:** CARLOS HERNÁN OROZCO LLANGARI

**DIRECTOR:** Ing. HERMENEGILDO DÍAZ BERRONES. MSc.

Comentado [CC1]: Letra 12

Riobamba – Ecuador

2023



©2023, Carlos Hernán Orozco Llangari

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo citas bibliográficas del documento; siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Carlos Hernán Orozco Llangari, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 26 de enero del 2023.

Carlos Hernán Orozco Llangari

CI: 060403134-4

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA ZOOTECNIA**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Trabajo Experimental, **EVALUACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE FITASA EN LA DIETA DE POLLITAS LOHMANN BROWN**, realizado por el señor: **CARLOS HERNÁN OROZCO LLANGARI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Julio Enrique Usca Méndez, MSc. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2023-01-26
Ing. Hermenegildo Díaz Berrones, MSc. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2023-01-26
Ing. Pablo Rigoberto Andino Nájera, MSc. <b>MIEMBRO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2023-01-26

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico a toda mi familia y amigos que me apoyaron durante mi etapa en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, siendo un pilar fundamental en mis estudios.

Carlos

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mis amigos y familia en general que siempre estuvieron a mi lado, pero en especial quiero agradecer a mi único hermano Edwin Orozco, mi padre Ángel Orozco y mi madre Mirian Llangari que a pesar de las dificultades de la vida siempre estuvieron apoyándome.

Carlos

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

## CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	3
1.1. Cría de gallinas ponedoras.....	3
1.2. Características de las aves Lohmann brown.....	3
1.2.1. Fase de cría.....	4
1.2.2. Recepción de la pollita.....	5
1.2.3. Espacio mínimo.....	5
1.2.4. Iluminación.....	6
1.2.5. Planes sanitarios.....	6
1.3. Recomendaciones generales en el periodo de crecimiento.....	7
1.4. Antecedentes y estado actual de la aplicación de enzimas en la alimentación de aves.....	8
1.5. Metabolismo de las enzimas.....	9
1.5.1. Acción de enzimas endógenas digestivas.....	10
1.5.2. Acción de las enzimas exógenas.....	10
1.6. Ventajas de la suplementación enzimática.....	11
1.6.1. Limitantes del uso de enzimas.....	11
1.6.2. Mecanismo de acción de los compuestos enzimáticos.....	12
1.7. El fósforo en la alimentación de las aves.....	12
1.8. Ácido fítico y fitatos como factores que afectan la nutrición animal.....	13
1.9. Las fitasas.....	14
1.9.1. Fitasas intestinales endógenas.....	15
1.9.2. Fitasas endógenas contenidas en los ingredientes de la ración.....	15
1.9.3. Fitasas de origen microbiano producidas por la flora digestiva.....	16
1.9.4. Fitasas microbianas de producción industrial.....	16

1.9.5.	<i>Modo de acción de las fitasas</i> .....	17
1.9.6.	<i>Factores que influyen en la actividad de las fitasas</i> .....	17
1.9.7.	<i>Uso de fitasas en aves</i> .....	17
1.10.	<b>Antecedentes de investigaciones anteriores</b> .....	18

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	20
2.1.	<b>Localización y duración del experimento</b> .....	20
2.2.	<b>Unidades experimentales</b> .....	20
2.3.	<b>Materiales y equipos</b> .....	20
2.4.	<b>Tratamientos y diseño experimental</b> .....	21
2.4.1.	<i>Esquema del experimento</i> .....	21
2.5.	<b>Mediciones experimentales</b> .....	21
2.6.	<b>Análisis estadístico y pruebas de significancia</b> .....	21
2.6.1.	<i>Esquema del análisis de varianza</i> .....	22
2.7.	<b>Procedimiento experimental</b> .....	22
2.8.	<b>Metodología de la evaluación</b> .....	22

## CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	24
3.1.	<b>Evaluación de las características productivas de pollitas Lohmann Brown</b> .....	24
3.1.1.	<i>Peso inicial</i> .....	24
3.1.2.	<i>Peso final</i> .....	25
3.1.3.	<i>Ganancia de peso</i> .....	27
3.1.4.	<i>Consumo de alimento</i> .....	28
3.1.5.	<i>Conversión alimenticia</i> .....	30
3.1.6.	<i>Porcentaje de mortalidad</i> .....	32
3.1.7.	<i>Uniformidad</i> .....	33
3.2.	<b>Costos de los niveles utilizados en la presente investigación</b> .....	35

CONCLUSIONES	.....	36
--------------	-------	----

RECOMENDACIONES	.....	37
-----------------	-------	----

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b>	Enzimas utilizadas en la alimentación de aves .....	8
<b>Tabla 2-1:</b>	Efecto de las enzimas.....	11
<b>Tabla 3-1:</b>	Contenido de ácido fitico. ....	14
<b>Tabla 1-2:</b>	Condiciones Meteorológicas del cantón Guano.....	20
<b>Tabla 2-2:</b>	Esquema del experimento .....	21
<b>Tabla 3-2:</b>	Esquema del ADEVA .....	22
<b>Tabla 1-3:</b>	Evaluación de las características productivas de pollitas lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta .....	24
<b>Tabla 2-3:</b>	Costos de producción.....	35

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b>	Regresión del peso final de pollitas lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	26
<b>Ilustración 2-3:</b>	Regresión de la ganancia de peso de pollitas lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	28
<b>Ilustración 3-3:</b>	Comportamiento de la ganancia de peso de pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	29
<b>Ilustración 4-3:</b>	Regresión de la conversión alimenticia de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	31
<b>Ilustración 5-3:</b>	Porcentaje de mortalidad de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	32
<b>Ilustración 6-3:</b>	Regresión de la uniformidad de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta.....	34

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PESO INICIAL DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO B:** PESO FINAL DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO C:** GANANCIA DE PESO DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO D:** CONSUMO DE ALIMENTO DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO E:** CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO F:** MORTALIDAD DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

**ANEXO G:** UNIFORMIDAD DEL LOTE DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar los parámetros productivos en pollitas Lohmann Brown con diferentes niveles de fitasa (50g/Tn, 100g/Tn, 150g/Tn), el presente trabajo se realizó en la avícola “EL PEDREGAL” del cantón Guano, provincia de Chimborazo durante 8 semanas. Los resultados experimentales fueron modelados utilizando un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos que conformaron los diferentes niveles de fitasa, 50g/Tn, 100g/Tn y 150g/Tn, frente a un tratamiento testigo con 3 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental estuvo conformada por 20 pollitas, las mediciones experimentales fueron peso inicial, final, ganancia de peso, conversión alimenticia, porcentaje de mortalidad y uniformidad del lote. Las características productivas en pollitas Lohmann Brown, alimentadas con tres niveles de fitasa frente a un tratamiento testigo, mostraron un mayor peso final (724,40 g); consumo de alimento (1672,03 g), una mayor ganancia de peso (686,07 g) al igual que una mayor uniformidad (95,00) al utilizar 150 g de fitasa. Con respecto a la mayor eficiencia de conversión alimenticia (2,93) se registró al utilizar 50 g, de fitasa, mientras que al utilizar el mismo nivel de fitasa no se presentaron índices de mortalidad en las pollitas, lo cual permitió a los productores optimizar el comportamiento productivo de las gallinas. Los costos de producción fueron de 4,22 dólares americanos que resultan rentables puesto que las pollitas se van desarrollando adecuadamente sin mayores gastos siendo eficientes como aves de reemplazo que provocaran beneficios económicos altos debido a que su postura está garantizada por el desarrollo adecuado con 150 g, de fitasa

**Palabras clave:** <LOHMANN BROWN >; < FITASA, ENZIMAS >; < UNIFORMIDAD >; < CONSUMO DE ALIMENTO >; < CONVERSIÓN ALIMENTICIA <EFICIENCIA > <COSTOS DE PRODUCCIÓN>.

Comentado [CC2]: Primero cantón y luego la provincia

Comentado [CHOL3R2]:

Comentado [CC4]: muy general

Comentado [CC5]: muy general

0758-DBRA-UTP-2023

## **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the productive parameters in Lohmann Brown chicks with different phytase levels (50g/Tn, 100g/Tn, 150g/Tn) so the present work was carried out in the poultry farm "EL PEDREGAL" in Guano canton, Chimborazo Province for 8 weeks. The experimental results were modeled using a completely randomized design, with 3 treatments that conformed the different levels of phytase, 50 g/Tn, 100g/tn, 150g/Tn, compared to a control treatment with 3 repetitions for each treatment, each experimental unit was made up of 20 chicks, the experimental measurements were initial, final, weight gain, feed conversion, mortality percentage and batch uniformity. The productive characteristics in Lohmann Brown chicks, fed with three levels of phytase compared to a control treatment, showed a higher final weight (724,40 g), feed consumption (1672,03 g), greater weight gain (686,07 g) as well as greater uniformity (95,00) when using 150 g of phytase. With respect to the higher feed conversion efficiency (2,93) was recorded when using 50 g of phytase, while using the same level of phytase there were no mortality rates in the chicks, which allowed producers to optimize the productive behavior of the hens. The production costs were 4,22 US dollars that are profitable since the chicks are developed properly without major expenses being efficient as replacement birds that will cause high economic benefits because their position is guaranteed by the adequate development with 150g of phytase.

**Keywords:** <LOHMANN BROWN >; <PHYTASE>; <ENZYMES>; <UNIFORMITY>; <FOOD CONSUMPTION>; <FEED CONVERSION>; <EFFICIENCY>; <PRODUCTION COSTS>.

0758-DBRA-UTP-2023

Mgs. Deysi Lucia Damián Tixi.  
C.I 0602960221



## INTRODUCCIÓN

La avicultura es uno de los sectores que ha generado diferentes tipos de innovación tecnológica, en lo que se refiere al campo de la nutrición animal, ya que al momento la alta demanda para el consumo humano ha hecho que la producción tanto de carne como huevos, sea más alta en los últimos años, la población de gallinas ponedoras en el Ecuador según el último censo agropecuario del 2007 es de 7.940.606 animales, lo que hace que el sector busque otras alternativas nutritivas, que mejore y haga más eficiente la producción, en especial en las etapas de cría, desarrollo y levante (Pareja, 2015, p. 25).

Comentado [CC6]: espacio entre párrafos

La industria avícola exige cada vez más una mayor productividad productiva eficiencia en los últimos años, estos adelantos se han logrado a través del mejoramiento genético, optimización de programas de bioseguridad y sanidad, así como avances en nutrición y manejo de las aves. En aves de postura, esto se refleja en animales más precoces y con niveles de producción más altos, por lo tanto, mantener unos niveles altos de producción por un periodo prolongado del ciclo productivo, (Vera, 2004, p. 20).

Por lo tanto, mantener un alto nivel de producción durante un largo período del ciclo productivo es una tarea compleja debido a las altas demandas metabólicas del ave. La formulación y el manejo del alimento son factores clave para garantizar el éxito de la producción en este sector y la rentabilidad económica, ya que el alimento representa entre 50 y 70 % de los costos totales de producción, por lo que es necesario que se verifique tanto la calidad como el costo de la dieta para que se sustituya por alimentos de buena calidad a bajo costo (Pareja, 2015, p. 25).

Hay que considerar que los diferentes factores que afectan a la producción de huevos, en nuestro medio no va directamente ligada al manejo, también va acompañada con la nutrición que es uno de los factores más importantes que se debe considerar en una explotación avícola, lo que hace nutricionalmente potencializar a las pollitas durante las fases de cría, desarrollo y levante, cubriendo todos los requerimientos y exigencias nutritivas, evitando problemas en la etapa de producción, (Cárdenas, 2021, p. 10).

Muchas de las explotaciones avícolas en especial de producción de huevos, tienden a la implementación de alternativas en la alimentación como son las enzimas digestivas, las mismas que son utilizados en las primeras fases, la cual obtendrá pollitas de excelente calidad para la producción de huevos, la que ofrecerá a la sociedad un producto de calidad (Vera, 2004, p. 20) (Chauca, 2017, p. 18).

Es necesario la utilización de enzimas digestivas, como es el caso de la fitasa la misma que ayudara a una mejor asimilación del fosforo en el tracto digestivo de las pollitas. Al hacer un recuento de los factores más importantes en la alimentación avícola nos damos cuenta la necesidad de tablas nutricionales propias de nuestro medio, de esta manera nos vemos obligados a investigar y obtener nuestros propios resultados con el afán de ayudar a nuestros avicultores (Cárdenas, 2021, p. 10).

Las enzimas son compuestos orgánicos basados en proteínas que actúan como catalizadores biológicos para la digestión y el metabolismo. Comprenden todas las reacciones de síntesis, digestión y degradación que se dan en los animales, transformando las enzimas en motores de movimiento y actividad de todas las células del organismo, controlando así todas las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales, las enzimas se caracterizan por su especificidad, como puede ser ejercer efectos específicos sobre la digestibilidad de algún nutrientes (Chauca, 2017, p. 20).

La utilización de fitasas, motivo de la presente investigación, mejora el aprovechamiento del fósforo (P) contenido en los vegetales en forma de ácido fítico, reduciendo su excreción al medio ambiente. La utilización de fitasas conlleva reducir el uso de insumos no renovables como el fósforo inorgánico de origen mineral (Morales, 2021, p. 3).

La alimentación animal, es la mayor inversión dentro de una granja avícola, y por lo cual, hoy en día necesitamos que la gallina tenga una alta digestibilidad del alimento, ya que si no lo aprovecha de la mejor manera, supone pérdidas económicas, es por ello que dentro de la dieta se debe incluir enzimas digestivas, y en este caso la utilización de la fitasa, ayuda a una mejor digestión del Fosforo, ya que este va a cumplir una serie de funciones dentro del organismo animal de vital importancia, por lo que puede ser considerado como el mineral más importante.

Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Evaluar los parámetros productivos en pollitas Lohmann Brown con diferentes niveles de fitasa (50g/Tn, 100g/Tn, 150g/Tn)
- Determinar el mejor nivel de fitasa en las pollitas Lohmann Brown
- Determinar los costos de cada tratamiento

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1. Cría de gallinas ponedoras

El objetivo de todo avicultor es el de obtener buenos ingresos de su establecimiento, para ello su negocio debe ser rentable y sufragar, parcial o totalmente los gastos de su familia, amortizar inversiones y obtener una ganancia. La rentabilidad está determinada por factores externos, los cuales no pueden ser controlados directamente por el avicultor; tales como: alzas en precios de alimentos concentrados y otros insumos, o baja en precios de venta de productos, con una buena administración se puede reducir los riesgos que presentan esos factores externos; así, el establecimiento puede ser rentable mediante una buena planificación, organización, control y dirección de los procesos productivos (Morales, 2021, p. 3).

La administración es absolutamente necesaria en este tipo de establecimiento y cuando es aplicada correctamente, le permitirá al productor conocer en todo momento el estado financiero de su empresa, evaluar los "pro y los contra" de la empresa y le servirá de experiencia para sus futuras inversiones, existen otros factores que influyen en los resultados normales como: razas, clima, manejo y sistemas de alojamiento (Chauca, 2017, p. 10).

En toda explotación avícola debe combinarse equilibradamente dos componentes, uno administrativo y otro técnico o de manejo, esto asegura el éxito de las empresas, para lograr el objetivo deseado se debe mantener buenos registros que sirvan para evaluaciones periódicas, para fortalecer las labores más rentables y desechar las económicamente negativas, por otra parte, el programa de manejo implantado debe ser seleccionado cuidadosamente con los mejores criterios y técnicas modernas, para que estos animales de razas especializadas puedan manifestar todo su potencial genético en un ambiente controlado técnicamente, (Cárdenas, 2021, p. 10).

#### 1.2. Características de las aves Lohmann brown

Según la (LOHMANN BROWN-CLASSIC, 2021, p. 10), manifiesta que la línea es el resultado de los cruces de las razas Leghorn blanca (hembra) x Warren rojo (macho), que bajo presiones selectivas desde hace muchos años, ha dado como resultado a una ponedora que lidera el mercado mundial. Su país de origen es Alemania y su potencial genético lidera la producción de huevos marrones en nuestro país, siendo de las siete razas importantes la más utilizada en porcentaje mayor al 32%.

Esta línea de ponedoras comerciales tiene una edad al 50% de producción de 152 a 158 días, alcanza el pico de producción de 90 a 93% a las treinta semanas de edad, el número de huevos por gallina al año varía de 320 a 330, el peso medio del huevo es de 64 a 65 gramos, los huevos – masa por gallina alojada varía de 20.5 a 21.0 Kg, el color de la cáscara es marrón el consumo de pienso de 1 a 20 semanas de edad con alimentación restringida es de 7.4 a 7.8 Kg, en el periodo de producción el consumo diario de alimento es de 115 a 122 gramos, mientras que el consumo por Kg de huevo es de 2.3 a 2.4 Kg de pienso.

El peso corporal a las 20 semanas de edad es de 1.5 a 1.6 Kg, al final de la producción el peso corporal es de 2.2 a 2.4 Kg, la variabilidad de supervivencia en el período de crianza es de 97 a 98% y en el periodo de producción de 94 a 96%.

### ***1.2.1. Fase de cría***

La cría es el período comprendido entre el primer día hasta las ocho semanas de vida en el caso de las pollitas ponedoras. Los primeros siete días de los "bebés" son muy importantes. Nunca se deberán tener pollitas de distintas edades en un mismo gallinero, así disminuirán los riesgos de enfermedades y se evitarán dificultades en el cumplimiento de las normas de manejo y sanidad, (Romero, 2021, p. 2).

Al llegar los pollitos al criadero es necesario mucha atención para que estén cómodos, sin peligro de sobrecalentamiento o enfriamiento. Por esta razón utilizamos el corral de cría. Enreproductoras pesadas se acorta a 4 semanas. Aporte de calor y replume, a los 14 días el esqueleto se ha desarrollado 4 veces triplicando su tamaño. De 3 a 4 semanas alimentación "ad libitum" de:

- Ración de Cría: 18 a 20% de Proteína.
- 2800 a 2860 Kcal.
- Calcio mínimo 1.1.

Luego comenzamos a hacer restricción a partir de la tercera semana. En esta etapa se hace el despicado de las hembras y en los machos se retoca el pico, el cual luego debe ser utilizado para la monta. Las condiciones de temperatura, humedad, ventilación y luz que debe cumplir un plantel avícola para criar pollitos de un día son las mismas que se requieren para el alojamiento en jaulas. El período de 18 a 35 semanas es uno de los más importantes en el período de producción de ponedoras comerciales, porque determina si un plantel avícola es económicamente rentable.

### ***1.2.2. Recepción de la pollita***

A las pollitas se suministre preferiblemente calefacción a gas; si es en piso arme círculos para 800 aves con una criadora central; provea suficientes bebederos de galón y comederos de bandeja, si la cría es en jaulón, coloque papel sobre el piso de éste para evitar traumatismos, El aislamiento y el acceso restringido al área de cría son de vital importancia para la prevención y el control de enfermedades (Romero, 2021, p. 2).

Es recomendable que se riegue alimento sobre el papel y enséñele a beber a unas cuantas pollitas de cada jaula, la calefacción en el jaulón debe darse en el extremo de las jaulas donde se ubican las pollitas y luego repartir a medida que éstas se van desarrollando, un buen manejo representa seguir estrictamente las guías de manejo, las personas que trabajan con aves, es necesario que aprecien el comportamiento y condiciones del lote para tomar decisiones a cerca del manejo; si es el adecuado o se puede variar de acuerdo a las las circunstancias que diariamente se pueden presentar (Jimenes, 2021, p. 17).

El agua de suministro para la recepción debe prepararse con suficiente anticipación en una solución con 3 g. de sal y 10 g. de azúcar por litro de agua, esta debe ser tan potable como la quisiéramos beber nosotros mismos, provea alimento a voluntad las seis primeras semanas, con proteína del 20 – 21 % y luego cámbielo a un alimento de crecimiento con el 17 % de proteína. Realizar pesajes semanales evaluando fundamentalmente la uniformidad del lote y hacerle ajustes en el programa de alimentación para obtener el peso y uniformidad ideal, recordar que la producción se inicia siempre y cuando el peso esté en el parámetro esperado, teniendo en cuenta que entre más uniforme sea el lote en el inicio de postura más alto será el pico de producción y mejor su persistencia. Durante la cría suministre alimento con un buen producto anticoccidial y en el periodo de levante suministre alimento con un coccidiostato lo cual permitirá desarrollar inmunidad a la coccidiosis, siempre y cuando el levante se efectúe sobre piso, tomando en consideración las guías de manejo y la experiencia del avicultor (Rosero, 2021, p. 10).

### ***1.2.3. Espacio mínimo***

Para pollitas de menos de cuatro semanas de edad se recomienda albergar hasta 30 aves por metro cuadrado y hasta las 14 semanas se pueden albergar 15 aves por metro cuadrado. Cuando las pollas se crían en galpones para desarrollo únicamente, se recomienda trasladar las pollas a las 14 semanas de edad a los galpones para producción, colocando seis aves ponedoras livianas

(blancas), y cinco ponedoras pesadas (de color) por m<sup>2</sup>. Si las aves son criadas en galpones de piso, para luego pasarlas a jaulas, éstas se deben trasladar a una edad temprana con el propósito de que se acostumbren a su nuevo ambiente, siempre alrededor de las 14 semanas de edad (Francys, 2021, p. 14)

#### **1.2.4. Iluminación**

Al recibir las pollitas de un día de nacidas, se utilizan lámparas infrarrojos como fuente de calor permanente durante las dos primeras semanas de vida, luego paulatinamente se les suspende hasta eliminar la calefacción y la iluminación. La luz artificial o natural estimula el desarrollo de las aves y la producción de huevos. Si la cantidad de luz se aumenta gradualmente durante el desarrollo de las aves, éstas alcanzarán la madurez sexual a una edad menor, y es por eso que generalmente en este período se debe suspender la luz artificial y se activa nuevamente cuando las aves alcancen las 18 semanas de edad o un 5% de la producción de huevos. (Chauca, 2017, p. 10). En este momento se incrementará media hora de luz artificial por semana, hasta completar 15-16 horas de luz continua por día; doce horas de luz natural y cuatro horas más de luz artificial. Cabe recordar que la luz, utilizada durante el desarrollo de las aves, afecta la madurez sexual de cualquier tipo de ave, por lo tanto, ésta debe controlarse constantemente (Jimenes, 2021, p. 17).

Al adelantar la entrada en producción, se alarga el período de producción de huevo pequeño y se reduce el período de postura. Esto lógicamente reduce los ingresos por venta de huevos, al ser menos cantidad y más pequeños. El suministro de las cuatro horas de luz artificial se recomienda hacerlo durante las horas de la madrugada, traslapándolas con la luz natural; ya que, si se realiza en la tarde o noche, cuando se corta la luz de un solo golpe, los animales se asustan y tratan de protegerse, amontonándose en las esquinas del galpón, lo que le causaría la muerte por asfixia a todas aquellas que queden atrapadas abajo (Pareja, 2015, p. 20).

#### **1.2.5. Planes sanitarios**

Los planes sanitarios, así como los programas de bioseguridad son importantes, para un excelente comportamiento del ave, las vacunaciones dependen de la zona, pero un plan básico para una ponedora sería el siguiente, (Gonzales, 2021, p. 10):

- Colocar 13 días antibiótico más vitaminas y electrolitos en el agua.
- Antes de los 7 días se debe realizar el despique temprano más vacuna contra New Castle (virus vivo al ojo).
- Un día antes y durante tres días, vitamina K en el agua.

- Tercera semana vacuna contra Newcastle combinada (oleosa inyectada y virus vivo al ojo) al siguiente día y durante dos días, antibiótico más vitaminas con electrolitos.
- Octava semana redespique más vacuna contra Newcastle (virus vivo al ojo) un día antes y durante tres días, vitamina K en el agua.
- Décima semana vacuna contra coriza aviar inyectada.
- Doceava semana vacuna contra coriza aviar inyectada.
- Dieciochoava semana vacuna contra Newcastle combinada (oleosainyectada y virus vivo) al siguiente día y durante dos días, antibiótico más vitaminas con electrolitos, antes del traslado a la galera de producción, desparasitación interna.

Se deben efectuar programas periódicos de control de parásitos, tanto internos como externos, aplicando las medidas necesarias para evitar su presentación, la mejor opción es evitar el establecimiento de las formas larvarias suministrando desde un principio y en forma continua alimento medicado con Panacur en Polvo al 4% a una dosis de 125 gramos/tonelada, (Armendaris, 2021, p. 8).

### **1.3. Recomendaciones generales en el periodo de crecimiento**

Dentro de las recomendaciones generales en el periodo de crecimiento se sugiere que a las 17 semanas en la vida de una pollona son críticas, un sistema de manejo astuto durante este período asegura que el ave llegará al gallinero de postura listapara rendir en todo el potencial genético, cuando ocurre errores durante las primeras 17 semanas generalmente no pueden ser corregidos en el gallinero de postura (Gonzales, 2021, p. 10).

- Las aves en crecimiento deben estar en un lugar estrictamente aislado de las mayores, tome medidas sanitarias, si es posible tomar planes de trabajo rutinario para que los organismos de enfermedades no puedan ser acarreados a las aves mayores o a las aves en crecimiento.
- Durante las primeras semanas, opere los comederos para que provean a las aves con alimento dos veces al día, o aún más a menudo, después de las seis semanas, chequee el consumo de alimento y los pesos corporales con la tabla de manejo a la línea genética que se maneje en la granja.
- Chequee diariamente el agua disponible en cada fila de las jaulas, asegurar que no exista goteras, aumentar los bebederos mediante las avessigan creciendo, los niples más altos que las cabezas de las aves, las copas y canales a nivel del dorso.
- Planee y siga un programa de vacunación que se amolde a su área.
- Quite diariamente las aves muertas y deshágase de ellas apropiadamente, examine las causas

de mortalidad excesiva.

- Tres días antes de pasar las aves al gallinero de postura, empiece a usar vitaminas solubles y electrolitos en el agua de beber, continúe por tres días después del alojamiento, esto ayuda a minimizar el estrés causado por el traslado, un manejo cuidadoso pagará grandes dividendos.

#### **1.4. Antecedentes y estado actual de la aplicación de enzimas en la alimentación de aves**

Las enzimas se han evaluado experimentalmente en la alimentación de las aves desde hace más de 40 años. Sin embargo, su éxito inicial fue poco, debido a la naturaleza de los complejos enzimáticos utilizados. Al principio, las enzimas se aislaron a partir de órganos animales, hecho que facilitaba su desnaturalización. Recientemente, la biotecnología ha permitido sintetizarlas a partir de microorganismos, así como comercializarlas de modo espectacular, (Felix, 2018, p. 10).

En el año 2000, el mercado internacional de enzimas para la alimentación animal llegó a involucrar 100 millones de dólares. Sin embargo, solamente el 10 % de los piensos de aves eran suplementados con mezclas enzimáticas. Actualmente se reconocen los efectos beneficiosos en los animales monogástricos, al suplementar con enzimas las raciones con contenidos apreciables de polisacáridos no amiláceos. En la última década se han celebrado cuatro simposios sobre este tema y la Comisión Europea ha aceptado las enzimas como nuevos aditivos desde el año 1993, en la Directiva 93/113/CE, (Francys, 2021, p. 17).

A partir de este primer paso, la industria para la alimentación animal ha apoyado estudios de otros productos enzimáticos (proteasas,  $\alpha$ -galactosidasas,  $\beta$ - mananasas) para mejorar el uso de diferentes fuentes proteicas y eliminar factores antinutritivos como los oligosacáridos de las leguminosas (Bedford 2000). Recientes estimaciones sugieren que este mercado mueve una cifra de 20 millones de dólares y que un 5 % de las dietas para pollos, a base de maíz-soja, contienen enzimas, (Jaramilo, 2011, p. 20).

La utilización de las enzimas en la alimentación de las aves no solo representa una mejora en el valor nutricional de los alimentos, sino que también permite incrementar sus posibilidades en el uso de materias primas. Asimismo, ofrece mayor variabilidad de alimentos a la planta y más ganancias al productor de alimentos balanceados. Además, representa una gran oportunidad de negocio a nivel internacional para la nutrición avícola, La tabla 1 muestra un resumen de las enzimas más usadas en la alimentación de las aves, (Armendaris, 2021, p. 14).

**Tabla 1-1:** Enzimas utilizadas en la alimentación de aves

Enzimas	Sustratos	Efectos
Xylanases	(arabino-)Xylanos	Reducción de la viscosidad de la digesta
Glucanases	$\beta$ -Glucanos	Reducción de la viscosidad de la digesta
Pectinasas	Pectinas	Reducción de la viscosidad de la digesta
Celulasas	Celulosa y derivados	Mejora la digestibilidad de la fibra y la celulosa
Proteasas	Proteínas	Mejora la degradación de la proteína
Amilasas	Almidón	Mejora la degradación de los componentes amiláceos
Fitasa	Ácido fítico	Mejora el aprovechamiento del fósforo vegetal
Galactosidasas	$\alpha$ -galactosidos	Eliminación de los galactosidos

**Fuente:** (Armendaris, 2021, p. 14).

**Realizado por:** Orozco, Carlos, 2023.

Comentado [CC7]: la tabla debe estar completa

### 1.5. Metabolismo de las enzimas

se refiere a las enzimas como catalizadores biológicos que permiten que las reacciones metabólicas ocurran a gran velocidad en condiciones compatibles con la vida. Las enzimas como moléculas de proteínas que tienen la capacidad de facilitar y acelerar las reacciones químicas que tienen lugar en los tejidos vivos, disminuyendo el nivel de la "energía de activación" propia de la reacción, (Marulanda, 2021, p. 14).

Químicamente las enzimas son proteínas globulares, algunas de ellas con estructura cuaternaria. Para cumplir su función requieren conservar su estructura nativa en la que se destaca una región formada por un número reducido de residuos aminoácidos que poseen afinidad por los compuestos que intervienen en la reacción. Ese lugar se llama sitio activo, y en él se desarrolla la reacción (Rosero, 2021, p. 10).

El estudio de las enzimas y su actividad ha sido importante para conocer los distintos pasos de las vías metabólicas y su regulación, para detectar enfermedades, pero también desde un punto de vista práctico para elaborar productos útiles a nivel alimenticio, medicinal, industrial o farmacéutico. Con su acción, regulan la velocidad de muchas reacciones químicas implicadas en este proceso. El nombre de enzima, que fue propuesto en 1867 por el fisiólogo alemán Wilhelm Kühne (1837-1900), deriva de la frase griega en "zyme", que significa 'en fermento'. En la actualidad los tipos de enzimas identificados son más de 2.000. En la producción alimentaria, las enzimas tienen una serie de ventajas, que son (Romero, 2021, p. 19):

- Sirven como alternativa a la tecnología química tradicional y pueden reemplazar a los compuestos químicos en muchos procesos. Esto puede permitir verdaderos avances en el cumplimiento ambiental de los procesos de producción, a través de un menor consumo energético y de la biodegradación.

- Son más específicas en su acción que los compuestos químicos. Los procesos que utilizan enzimas, por lo tanto, tienen menos reacciones laterales y desechos, dando mayor calidad a los productos y reduciendo la probabilidad de contaminación.

#### ***1.5.1. Acción de enzimas endógenas digestivas***

Las enzimas adoptan una estructura tridimensional que permite reconocer a los materiales específicos sobre los que pueden actuar - substratos-. Cada una de las transformaciones, que experimentan los alimentos en nuestro sistema digestivo, está asociada a un tipo específico de enzima, cada enzima actúa sobre un sólo tipo de alimento, como una llave encaja en una cerradura. Además, cada tipo de enzima trabaja en unas condiciones muy concretas de acidez, si no se dan estas condiciones, no puede actuar, las reacciones químicas de los procesos digestivos no se producen adecuadamente y los alimentos quedan parcialmente digeridos (Rosero, 2021, p. 14).

#### ***1.5.2. Acción de las enzimas exógenas***

La acción de las enzimas exógenas se describe en los siguientes puntos, (Francys, 2021, p. 21):

- Las enzimas pueden ser utilizadas para mejorar la calidad nutricional de alimentos para humanos y animales. La utilización completa del potencial nutritivo en comidas basadas en legumbres y soya está limitada por la presencia de azúcares no digeribles como la rafinosa y almidosa. Estos azúcares contienen uniones químicas que no pueden ser rotas por los enzimas naturales producidos por el cuerpo. En consecuencia, los azúcares avanzan a través de tracto digestivo hasta llegar al intestino donde son hidrolizadas por la micro flora natural. La enzima galactosidasa, es usado para transformar la almidosa y la rafinosa en simples azúcares que son absorbidos por el tracto digestivo.
- Los granos y piensos de alimentación de aves de corral y cerdos contienen fósforo que se une al ácido fítico. En esta forma el fósforo no está disponible para los animales y es excretada con los desechos del animal. Estos animales necesitan el fósforo para el crecimiento de los huesos y para otros procesos bioquímicos, los suplementos alimentarios añaden fósforo extra a la dieta. Una enzima específica, fitasa, libera el fósforo unido haciéndolo digerible por los pollos o los cerdos. La fitasa añadida a la alimentación elimina la necesidad de compensar los niveles de fósforo y de esta forma, se reduce el fósforo contenido en los desechos animales.

## 1.6. Ventajas de la suplementación enzimática

Cuando determinadas enzimas se añaden al alimento, éstas responden con crecimiento más acelerado, mejor calidad de la carne o mejor convertibilidad alimenticia. En la tabla, podemos ver el efecto de las enzimas sobre los nutrientes en las aves, (Morales, 2021, p. 10).

**Tabla 2-1:** Efecto de las enzimas

NUTRIENTE	ENZIMA	EFECTO SOBRE LAS AVES
Proteínas	Peptidasa	Incremento en la digestibilidad y asimilación de proteínas y aminoácidos.
Grasas	Lipasa	Mejor aprovechamiento energético
Fósforo	Fitasa	Incremento en la absorción de fósforo.

**Fuente:** (Morales, 2021, p. 10).

**Realizado por:** Orozco, Carlos, 2023.

A continuación, se detallan algunas de las ventajas de la utilización de enzimas como suplemento las cuales son (Cárdenas, 2021, p. 16):

- La suplementación con enzimas simplifica el control de las variaciones en la calidad de los ingredientes, ya que sin importar dichas variaciones, la enzima propicia que todos sean digeridos.
- Incrementan el valor metabolizado de los ingredientes destinados a proporcionar energía a las aves, ahorrando así alimento.
- Aumentan la digestibilidad de los alimentos, especialmente de los proteicos. La asimilación de estos alimentos es también mayor, las aves crecen más rápido y ahorran dinero al avicultor.
- Da lugar a que las fórmulas para los piensos utilicen ingredientes más baratos, ya que los nutrientes que contienen se metabolizan más eficazmente. Se aprovechan más eficazmente la energía de grasas y aceites.
- Reducen al mínimo la necesidad de buscar ingredientes fuera de la zona de producción donde se halla instalado el criadero.

### 1.6.1. Limitantes del uso de enzimas

La utilización del uso de las enzimas depende de varios factores, entre los más importantes tenemos (Vera, 2004, p. 10):

Comentado [CC8]: baje la tabla a la siguiente hoja

- La enzima específica y la cantidad de la misma, todo esto debe ir en base al costo beneficio, para el avicultor.
- Cuál es la estabilidad de la fuente de la enzima durante el procesamiento de la ración y dentro del tracto digestivo.
- El sustrato donde va actuar y la cantidad de sustrato en la dieta.
- Si es más efectiva una combinación que un solo tipo de enzima y si las diferentes preparaciones comerciales tienen la misma eficacia.
- Se deben agregar las enzimas mezclándolas en seco o aplicarlas como una aspersión líquida.

#### ***1.6.2. Mecanismo de acción de los compuestos enzimáticos***

El mecanismo de acción de los compuestos enzimáticos se describe a continuación (Cárdenas, 2021, p. 10):

- Elimina los factores anti-nutricionales.
- Complementa las enzimas digestivas endógenas de los animales.
- Disminuye la viscosidad del quimo y mejora la utilización de los nutrientes.
- Rompe la pared celular y libera los nutrientes.
- Elimina el efecto inhibitorio de la solubilidad de los polisacáridos almidonados, sobre las enzimas digestivas endógenas.

#### **1.7. El fósforo en la alimentación de las aves**

El fósforo está asociado a varias y muy importantes funciones metabólicas. Interviene en el metabolismo energético (relación con peso y conversión alimentaria), en la formación y mantenimiento de los huesos, así como en la constitución del cascarón del huevo. Constituye, además, parte de los fosfolípidos que integran la membrana celular e interviene como tampón en la regulación del pH corporal (Marquez, 2021, p. 10)

Los alimentos para aves deben contenerlo en cantidades que permitan un adecuado aporte durante cada fase de producción. Una deficiencia de fósforo causa pérdidas en la productividad animal, mientras que los excesos conducen a una menor eficiencia en la absorción. Esto resulta en concentraciones más altas en las heces (Benavides, 2021, p. 10)

Sin embargo, como las dietas para aves se constituyen, principalmente, por ingredientes en los que el P está presente, casi totalmente como fitato, y su disponibilidad es muy pobre, debido al

bajo nivel intestinal de las fitasas, el P se convierte en un nutriente crítico que se excreta, casi, en su totalidad. Por esto contribuye a la contaminación ambiental. Una vez en el suelo, el exceso de P llega a los embalses y lagos mediante la erosión y escorrentías, mientras que a los cuerpos de agua subterráneos llega por infiltración.

La vegetación acuática y las cianobacterias utilizan grandes cantidades de este mineral, lo que ocasiona la proliferación desmesurada de dichos organismos y promueve el proceso de eutrofización. La proliferación causa disminución en los niveles de oxígeno disuelto en el agua y provoca la muerte de la fauna acuática por hipoxia. La inclusión de menores cantidades de P en las dietas es una de las vías para reducir la excreción. De hecho, la adición de fitasas microbianas a las dietas mejora el aprovechamiento del P, reduce el desperdicio de fosfato y permite utilizar menores cantidades de P inorgánico en la dieta (Benavides, 2021, p. 10)

### **1.8. Ácido fítico y fitatos como factores que afectan la nutrición animal**

En la clasificación de los llamados factores antinutricionales relacionados al metabolismo de fósforo, se encuentra el ácido fítico –ácido orgánico formado por seis moléculas de fosfato y una de mioinositol. Este compuesto es abundante en cereales y leguminosas, su presencia puede variar desde 2% en cereales, como la soya, hasta 4% en maíz y trigo. Aunque la función del ácido fítico en las plantas no está completamente definida, éste se ha asociado principalmente con, (Arandi, 2017, p. 19):

- Reserva energética y fuente de cationes.
- Reserva de fósforo, regulando la concentración de este mineral en las semillas y durante el proceso de germinación.
- Fuente de mioinositol, precursor de los polisacáridos de la pared celular.
- Como antioxidante que previene la peroxidación de los lípidos y aumenta la longevidad de las semillas

El ácido fítico es un ácido carboxílico con un pKa menor a 3.5, el cual posee en su estructura seis protones fuertemente acoplados con un pKa de entre 4.6 a 10, lo que confiere a la estructura un fuerte potencial de quelación sobre minerales esenciales (Ca, Mg y Fe), así como la capacidad de unirse a proteínas, aminoácidos y azúcares e inhibir algunas enzimas digestivas, como tripsina y quimotripsina,  $\alpha$ -amilasas, tirosinasas y pepsinas (Armendaris, 2021, p. 20). Al establecerse las uniones iónicas entre el ácido fítico y los nutrientes, se forman quelatos insolubles llamados fitatos, los cuales son un grupo amplio de compuestos altamente complejos que no pueden ser asimilados

por organismos no rumiantes (Arandi, 2017, p. 19).

Por consiguiente, todo lo que esté unido a este compuesto no será aprovechado en su totalidad. Debido a esto las dietas deben ser complementadas con fósforo inorgánico, un mineral costoso y no renovable. Conjuntamente, la baja biodisponibilidad del fósforo en los vegetales provoca que su deficiencia sea mayor en organismos no rumiantes, la cual puede conducir a diferentes estados patológicos, como osteoporosis, pérdida de apetito, descenso en la fertilidad y en la producción de leche y huevo, raquitismo, hemorragia dispersa, lesiones en el tubo digestivo, entre otras, (Jaramillo, 2019, p. 21).

Además, el fósforo adicionado y el fitato no absorbido causan fuertes problemas de contaminación ambiental debido a las altas concentraciones de ácido fítico en el excremento, lo que resulta en una acumulación de éste en las áreas de pastoreo, mantos acuíferos y cuerpos de agua dulce, donde su presencia favorece la eutrofización, provocando la muerte de peces y animales acuáticos, y la liberación de óxido nitroso, como un potente gas de efecto invernadero (Felix, 2018, p. 14).

Por otro lado, existen investigaciones que demuestran que los fitatos poseen ciertas propiedades benéficas para la salud del ser humano, como lo son: efectos anticancerígenos, disminución en la probabilidad de padecer cálculos renales, así como propiedades antioxidantes, acción atribuida a la capacidad de formar complejos con metales, principalmente hierro (Sotelo et al., 2002). Los fitatos son formados durante la maduración de las semillas y los granos de diversos cereales. También se favorece su formación durante la digestión, esto debido al pH ligeramente alcalino del intestino de animales no rumiantes (Marquez, 2021, p. 28).

**Tabla 3-1:** Contenido de ácido fítico.

MATERIA	Contenido de ácido fítico g/kg <sup>-1</sup>
Cebada	11,92
Centeno	11,92
Trigo	10,93
Maíz	9,94
Avena	9,44

Fuente: (Marquez, 2021, p. 28).

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

Comentado [CC9]: números en tablas se ajusta a la derecha

## 1.9. Las fitasas

Las fitasas son fosfatasas que pertenecen a un conjunto diferenciado de enzimas, clasificadas en fosfatasas alcalinas, fosfatasas ácidas de alto y bajo peso molecular y fosfatasas proteína. Catalizan el proceso de hidrólisis del ácido fítico (IP-6) y liberan, de forma secuencial, hasta seis grupos ortofosfatos libres, plenamente disponibles para los animales monogástricos (Vicent et al., 1992). Estas enzimas hidrolizan únicamente los fitatos en solución, por lo que su acción requiere humedad en el medio y condiciones determinadas de pH y temperatura (Gonzales, 2021, p. 22).

Estas condiciones son variables, según el tipo de fitasa. La hidrólisis de fitatos in vitro da lugar a una acumulación temporal de fosfatos de mioinositol, de 3 a 1 grupo fosfato (IP-3 a IP-1), los que no se perciben en la digesta ileal de cerdos y aves que reciben dietas suplementadas con fitasas microbianas. Esto indica que en el organismo animal la acción de las fitasas se favorece con la presencia de otras fosfatasas que actuarían de forma sinérgica y que son, probablemente, de origen endógeno. Las fitasas están presentes de forma natural en numerosos cultivos de bacterias y hongos. Se encuentran, además, en ciertos granos y pueden llegar al tracto intestinal de todos los animales por la ingestión de plantas que las contienen o por la propia microflora intestinal que las produce, así como también por la producción enzimática endógena de la mucosa, (Jaramillo, 2019, p. 28)

#### ***1.9.1. Fitasas intestinales endógenas***

Las fosfatasas intestinales endógenas solo son capaces de hidrolizar las moléculas de intermediarios del inositol con escaso número de iones ortofosfatos (IP-3 a IP-1). Además, poseen escasa significación práctica, pues estos grupos, a diferencia de los IP-6, no causan efectos nocivos en el animal, el contenido digestivo del estómago y del intestino del cerdo y del buche, así como el proventrículo e intestino de las aves, presentan escasa actividad fitásica propia. De cualquier forma, se estima que su interés práctico es muy reducido, (Francys, 2021, p. 21)

#### ***1.9.2. Fitasas endógenas contenidas en los ingredientes de la ración***

Existe un cierto número de semillas con actividad fitásica propia, particularmente dentro del grupo de los cereales. El contenido es importante en el caso del trigo, centeno y triticale y de poco interés en el resto de los granos que se utilizan en la práctica. Esta actividad fitásica es muy reducida en harinas proteicas (soya, colza y algodón) y granos de leguminosas. En cualquier caso, su contenido varía en función de la variedad y de factores medioambientales (Felix, 2018, p. 17).

Por el contrario, los subproductos de la molinería, en especial aquellos que proceden del trigo (salvados) o los que se obtienen mediante procesos fermentativos (solubles de destilería,

raicilla de cebada, gérmenes de maíz) son ricos en actividad fitásica. De manera general, las fitasas vegetales son del tipo 6-fitasa y su acción fundamental consiste en liberar el grupo ortofosfato en la posición 6 de la molécula de mioinositol (Pareja, 2015, p. 17).

El primer intermediario obtenido es el D-mioinositol 1, 2,3, 4, 5 pentakisfosfato. A partir de aquí, la 6-fitasa actúa de forma secuencial, y defosforila la molécula en su totalidad. El pH óptimo para la actuación de estas fitasas está entre 4,0 y 7,5. La mayoría de ellas están por encima de 5,0 y pierden irreversiblemente su actividad a pH comprendidos entre 2,5-3. Su temperatura óptima de acción se sitúa entre 45 y 60 °C y se degradan rápidamente a temperaturas superiores. Se estima que las fitasas vegetales son 10 % menos eficientes que las de naturaleza fúngica. La razón podría ser el estrecho rango de pH al que estas fitasas son activas, pues sus valores óptimos de máxima actividad superan los encontrados en el buche y en el estómago, principales puntos de acción (Pareja, 2015, p. 14)

### ***1.9.3. Fitasas de origen microbiano producidas por la flora digestiva***

Numerosos hongos y microorganismos presentes en el tracto intestinal producen 3- fitasa, los rumiantes y el conejo pueden beneficiarse de esta actividad fitásica. Sin embargo, en la mayoría de las especies monogástricas, la actividad de la flora microbiana tiene lugar en el intestino grueso. Por ello, aunque las fitasas microbianas hidrolizan los fitatos y liberen el P inorgánico, el animal no se beneficia, ya que este se excreta enteramente en las heces. (Acosta, 2020, p. 10)

### ***1.9.4. Fitasas microbianas de producción industrial***

Numerosos hongos y bacterias son capaces de producir fitasas en condiciones naturales o de laboratorio. Sin embargo, las fitasas bacterianas (a excepción del *Bacillus subtilis*) son de naturaleza intracelular y, en general, no tienen un buen comportamiento en cuanto a productividad, en condiciones de laboratorio. Además, su pH óptimo de actividad es neutro o alcalino, lo que reduce su interés como aditivo en piensos. Por el contrario, las fitasas de origen fúngico se producen por un mayor número de especies y, a diferencia de las bacterianas, la mayoría dan lugar a enzimas extracelulares, (Rosero, 2021, p. 19).

Como principal microorganismo productor de fitasa fúngica se destacan los hongos de los géneros *Aspergillus* y *Peniophora*, sus enzimas son del tipo 3-fitasa y su sustrato preferido es el mioinositol hexafosfato (IP-6), al que hidrolizan a partir de la posición 3 de la molécula. Además, el pH óptimo de actividad oscila entre 2,5 - 7,5 y son activas en un amplio rango de temperaturas (35 y 63 °C) (Acosta, 2020, p. 10).

#### ***1.9.5. Modo de acción de las fitasas***

Hidrólisis del fitato A pesar de que todas las fitasas son capaces de hidrolizar el fitato, ya sea a partir de la posición 3 ó 6 de la molécula (figura 1), su habilidad para defosforilar posteriormente la molécula del fosfo-inositol, varía sustancialmente. Una vez que el fósforo inicial se remueve de la molécula del hexa-fosfoinositol, las aves, a diferencia de otras especies, tienen la habilidad de defosforilar la molécula de fitato con fosfatasa ácida. El conocimiento de la hidrólisis del fitato permite evaluar las diferencias en la eficacia entre las diferentes fuentes de fitasa. Diversos factores críticos dentro del tracto gastrointestinal impactarán la capacidad de la fitasa para su óptimo desempeño (Francys, 2021, p. 28).

#### ***1.9.6. Factores que influyen en la actividad de las fitasas***

Algunos nutrientes o aditivos limitan la actividad de las fitasas al quelarse con el sustrato. Por ejemplo, encontraron que ciertos niveles de inclusión de calcio en la dieta para pollos influyen directamente en la función de las fitasas y reducen la habilidad de estos para utilizar fósforo. altos niveles de zinc o cobre pueden quedar al fitato en la región del yeyuno (rango de pH de 5-6), (Frontela, 2020, p. 25).

Esto ocasiona una baja eficacia de la fitasa y menor retención de fósforo en cerdos y pollos. En una revisión, de (Frontela, 2020, p. 25), se indica una respuesta exponencial de las fitasas fúngicas en la digestibilidad del fósforo en cerdos. Sin embargo, hubo una variación significativa en la respuesta a través de las pruebas, lo que indicó la presencia de factores dietéticos que pudieron alterar los beneficios de estas fuentes de fitasa. Por ello, la composición de la dieta y las condiciones del animal necesitan considerarse para que el valor obtenido por el uso de la fitasa sea consistente (Frontela, 2020, p. 25).

#### ***1.9.7. Uso de fitasas en aves***

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. Concluyeron que pollitos alimentados con raciones de maíz-soya y 600 U de fitasa/kg, tuvieron desempeño semejante y mayor retención de P, Ca, Cu y Zn, con respecto a los pollitos que no recibieron la enzima. En otro estudio, pero con lotes comerciales de ponedoras, llegaron a la conclusión de 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, (Acosta, 2020, p. 29).

En otro trabajo, demostraron un efecto positivo de aproximadamente 2 % con la suplementación de fitasa (1200 UI/kg) en la digestibilidad de la proteína y de aminoácidos totales en pollitos de engorde. En un estudio semejante, se observó según diversos autores aumento en la digestibilidad ileal de la proteína bruta y de la energía de 2.4 y 3.9 %, respectivamente, en raciones de maíz/torta de soja suplementadas con fitasa.

#### **1.10. Antecedentes de investigaciones anteriores**

- “Efectos del uso de fitasa en la alimentación de gallinas ponedoras”. Erbilén Rossmar Yépez Montes.

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto del uso de fitasa en la alimentación de gallinas ponedoras. La metodología de la investigación se realizó a través de una revisión bibliográfica en revista científicas, libro, artículos publicados en sitios web. Se utilizó los métodos inductivos, deductivos y de análisis. Según datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC (2021) en la Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua (ESPAC): “En el sector avícola se registraron 7.8 millones aves que son criadas en campo lo que representa el 82,9 % y 37.8 millones en planteles avícolas muestra el 17,1%”. la inclusión de fitasa, en dosis de 350 ó 450 U/kg, aumenta la biodisponibilidad del fósforo vegetal, lo que garantiza un adecuado aporte de Pd (0.26 y 0.32 %), suficiente para un óptimo comportamiento productivo e incremento en el peso del huevo. la suplementación de 60 ppm de enzima fitasa en dietas de gallinas en postura Isa Brown de 58 a 67 semanas de edad mejoró la uniformidad de la parvada en base a peso vivo. la fitasa representa una alternativa para los productores avícolas, debido a que incluyendo esta enzima se pueden utilizar ingredientes en la dieta más económicos los cuales permiten abaratar costos sin afectar el comportamiento productivo de las gallinas ponedoras y el medio ambiente

- Utilización de diferentes niveles de enramicina en dietas para pollos parrilleros Guaranga Moyón, Wilson Fredy.

En la Granja Avícola Reina del Cisne, provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, se evaluó diferentes niveles del promotor de crecimiento Enramicina (75, 100 y 125 g/tn), añadidos en el balanceado comercial que se suministró a pollos parrilleros durante el inicio, crecimiento y

acabado, para ser comparadas con un tratamiento testigo (sin Enramicina), utilizándose 400 pollitos de un día de edad, con 10 aves por unidad experimental, distribuidos bajo un DCA, los resultados experimentales fueron sometidos a análisis de varianza y separación de medias con la prueba de Tukey. En la etapa inicial (1 a 14 días de edad) y de crecimiento (14 a 28 días edad), con el empleo de Enramicina en 100 g/tn de alimento, los pollos alcanzaron mejores respuestas en los pesos, incrementos de peso, conversión alimenticia, IEA e IEE (186.58). En la fase de acabado (28 a 49 días de edad), mejores respuestas se consiguieron con 125 g/tn, presentando incrementos de peso de 1.48 kg, menor conversión alimenticia (2.04), mayores IEA e IEE (490.07 y 253.30, en su orden). En la evaluación total, se estableció, que la adición de Enramicina en 100 g/tn de alimento a los pollos parrilleros, se obtuvo las mejores respuestas en ganancia de peso (2.58 kg), conversión alimenticia (1.88), peso a la canal (1.87 kg), Índice de Eficiencia Alimenticia (532.53), Índice de Eficiencia Europeo (268.14), y una rentabilidad económica del 20 % en dos meses de ejercicio, por que se recomienda utilizar la Enramicina en cantidades de 100 g/tn de alimento

- Eficacia de una nueva fitasa microbiana en dietas de gallinas ponedoras: efecto sobre los rendimientos productivos y la utilización de los nutrientes, Javier C. Pareja Loayza

El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de una nueva fitasa producida por *Pichia pastoris* a partir de un gen aislado de *Serratia odorifera* sobre los rendimientos productivos (producción de huevos, consumo de pienso e índice de transformación) y los coeficientes de utilización del fósforo (P) y de otros nutrientes determinando la dosis eficaz mínima de esta nueva enzima a dos edades. No se observaron diferencias significativas con la adición de fitasas en los parámetros productivos (peso del animal, CMD, producción de huevos, peso del huevo, masa e IT) respecto al control negativo. En gallinas de 25 semanas, la adición de fitasa mejoró ( $P < 0.01$ ), el coeficiente de utilización de la MS con 1.000 UFT/kg, el coeficiente de utilización de la MO, PB y Ca con 250 UFT/kg y el del P con 500 UFT/kg respecto al pienso sin fitasa. En gallinas de 30 semanas, la adición de fitasa mejoró ( $P < 0.01$ ), la retención de P. La adición de la fitasa en ningún caso redujo la excreción de estos minerales de forma significativa. En conclusión, respecto a la utilización del P, la dosis eficaz mínima para esta nueva fitasa es de 500 UFT/kg para gallinas de 25 semanas y de 1.000 UFT/kg para gallinas de 30-31 semanas. Para la MO, PB y Ca, la dosis eficaz mínima sería de 250 UFT/kg en gallinas de 25 semanas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Localización y duración del experimento

El presente trabajo se realizó en la avícola “El Pedregal” de la provincia de Chimborazo, cantón Guano, durante 8 semanas. Se encuentra ubicado a Latitud: -1.607775 y Longitud: -78.644869; las coordenadas geográficas son 1°36'28.4" S 78°37.863' O, en la tabla 1-2, se describe las condiciones meteorológicas del cantón Guano

**Tabla 1-2:** Condiciones Meteorológicas del cantón Guano

Parámetro	Promedio
Temperatura	17 °C
Humedad	87%
Precipitación	550mm
Altitud	2720 m.s.n.m

Fuente: Municipio Guano, 2019.

#### 2.2. Unidades experimentales

Para el trabajo experimental se utilizó 240 pollitas de la raza Lohmann Brown de un día de nacidas con un peso promedio de 39 gramos, cada unidad experimental estuvo conformada de 20 pollitas por tratamiento con 3 repeticiones.

#### 2.3. Materiales y equipos

- Balanza
- Libreta de apuntes
- EsferoIlustración
- Recipientes
- Cubículos de madera de 1m<sup>2</sup>
- Bomba de fumigar
- Balanceado
- Bebederos
- Comederos

## 2.4. Tratamientos y diseño experimental

Los resultados experimentales fueron modelados utilizando un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos que conformaron los diferentes niveles de fitasa, 50g/Tn, 100g/Tn y 150g/Tn, frente a un tratamiento testigo con 3 repeticiones por cada tratamiento, cada unidad experimental estuvo conformada por 20 pollitas

### 2.4.1. Esquema del experimento

En la tabla 2-2, se describe el esquema del experimento que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo experimental:

**Tabla 2-2:** Esquema del experimento

Tratamiento	Código	Repeticiones	T.U.E*	REP/TRAT
0	T0	3	20	60
50g	T1	3	20	60
100g	T2	3	20	60
150g	T3	3	20	60
<b>TOTAL</b>				<b>240</b>

TUE: Tamaño de la Unidad Experimental  
Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

## 2.5. Mediciones experimentales

- Peso inicial (Kg)
- Peso final (Kg)
- Ganancia de peso (Kg)
- Consumo de alimento (Kg)
- Conversión alimenticia.
- Porcentaje de mortalidad (%)
- Uniformidad (%)

## 2.6. Análisis estadístico y pruebas de significancia

Los resultados experimentales que se obtuvieron fueron sometidos a los siguientes análisis

estadísticos.

- Análisis de varianza para las diferencias ADEVA.
- Separación de medias, en base a la prueba de Tukey aun nivel de significancia  $p \leq 0.05$ .

### 2.6.1. Esquema del análisis de varianza

En la tabla 3-2, se describe el esquema del Análisis de varianza que se utilizó para el desarrollo del presente trabajo experimental:

**Tabla 3-2:** Esquema del ADEVA

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	11
Tratamientos	3
Error experimental	8

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

### 2.7. Procedimiento experimental

- Primero se realizó la toma de pesos inicial es decir el primer día , se tomaron los pesos de las pollitas al llegara los cubículos de madera, para registrar los pesos iniciales, y se procedió a realizar un promedio de peso.
- Posteriormente se realizó la adaptación a la dieta, una vez las pollitas fueron alojadas, se procedió a suministrar el alimento, añadiendo progresivamente en los primeros 5 días la fitasa, en cada tratamiento, llegando en el quinto día al nivel indicado en cada tratamiento.
- Aplicación de tratamientos: la fitasa fue añadida, porcentualmente en el equivalente a 50g, 100g, 150g, por tonelada, en la alimentación de las pollitas Lohmann Brown.
- Pesaje: el pesaje de las pollitas se realizó utilizando una balanza, registrando en la libreta de apuntes los datos, y posteriormente realizar un promedio de peso por tratamiento

### 2.8. Metodología de la evaluación

- Peso Inicial: el pesaje se realizó al ingreso de las pollitas utilizando una balanza, registrando en la libreta de apuntes los datos, y posteriormente realizar un promedio de peso por tratamiento
- Peso final: el pesaje de las pollitas se realizó al final de la etapa experimental utilizando una

balanza, registrando en la libreta de apuntes los datos, y posteriormente realizar un promedio de peso por tratamiento

- Ganancia de peso (cada semana): los pesos se tomaron semanal mente desde el día 1, de esta manera podremos obtener la ganancia de peso de las pollitas, mediante diferencia con respecto al peso anterior.

$$Ganancia\ de\ peso = \frac{\text{Peso final por U.E}}{\text{Peso inicial por U.E}} \times 100$$

- Consumo de alimento: se suministró el alimento previamente pesado, y después de 24 horas se pesó el sobrante, y por diferencia se obtendrá el alimento consumido. se utilizó la siguiente formula

$$Consumo\ de\ alimento = \frac{\text{total gramos por U.E}}{\text{número de aves por U.E}} \times 100$$

- Conversión alimenticia, para determinar esta variable aplicaremos la formula,

$$Indice\ de\ conversion\ alimenticia = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

- Porcentaje de mortalidad: el porcentaje de mortalidad se calculó por la relación de los pollos vivos con los muertos y se determinó con la siguiente ecuación

$$\% \text{ de mortalidad} = \frac{\text{Aves muertas}}{\text{Aves vivas}} \times 100$$

- Uniformidad : la uniformidad se calculó mediante la media de los pesos y sumando el 10% para el límite superior y restando el 10% para el límite inferior, y se determinó con la siguiente formula

$$Uniformidad = \text{peso promedio} \mp 10\%$$

### CAPÍTULO III

#### 3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

##### 3.1. Evaluación de las características productivas de pollitas Lohmann Brown adicionando en la dieta diferentes niveles de fitasa para la obtención de mejor nivel

###### 3.1.1. Peso inicial

En el peso inicial de las pollitas Lohmann Brown, de un día de nacidas, se registran aleatoriamente pesos de 38,17 g, 38,33 g y 39,00 g, que fueron asignadas a los lotes de pollos que alimentados con la adición de 50, 100 y 150 g de fitasa a la dieta, respectivamente incluido el grupo control disponiéndose de unidades experimentales homogéneas en cuanto a esta variable.

**Tabla 1-3:** Evaluación de las características productivas de pollitas lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

VARIABLES PRODUCTIVAS	NIVELES DE FITASA, gramos				Prob	Sign
	0 gramos T0	50 gramos T1	100 gramos T2	150 gramos T3		
Peso inicial, gramos	38,17	39,00	38,33	38,33		
peso final, gramos	633,30 c	606,57 d	665,00 b	724,40 a	0,00	**
Ganancia de peso, gramos	595,13 c	567,57 d	626,67 b	686,07 a	0,00	**
Consumo de alimento, gramos	1655,13 a	1671,70 a	1663,77 a	1672,03 a	0,13	ns
Conversión alimenticia	2,80 b	2,93 a	2,67 c	2,40 d	0,00	**
Porcentaje de Mortalidad, %.	0,00 a	0,00 a	1,00 a	1,67 a	0,29	**
Uniformidad	91,67 b	63,33 c	86,67 c	95,00 a	0,00	**

**Realizado por:** Orozco, Carlos, 2023.

Al respecto (Acosta, 2020, p. 10), menciona que las primeras horas después de la llegada de las pollitas a la granja son decisivas para conseguir un buen arranque de las mismas, cuanto más precozmente y en mayor cantidad consuma pienso la pollita más rápida y mejor será la reabsorción del saco vitelino, este saco permite que el pollo pueda permanecer hasta 72 horas sin consumir alimento, sin embargo, cuando las pollitas no arrancan bien a comer a partir del tercer día de vida o lo hacen de forma insuficiente se conseguirá un lote de pollitas desiguales y escasas de peso.

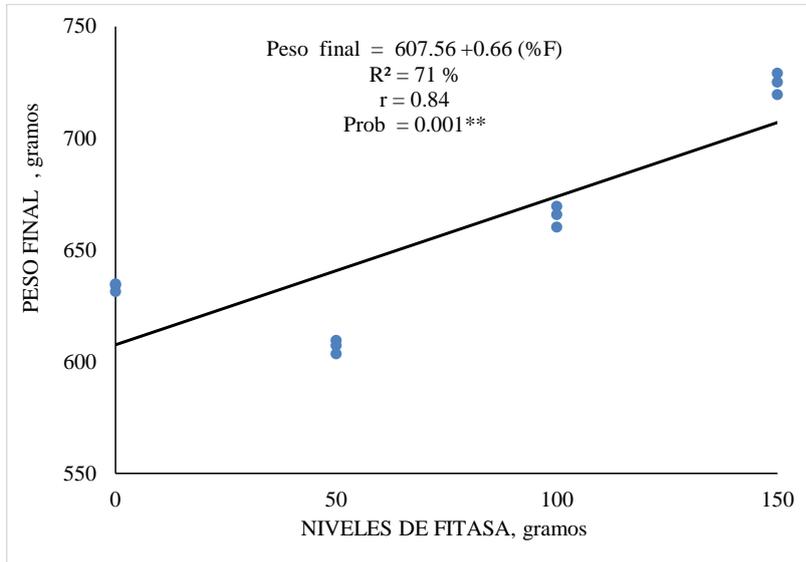
### **3.1.2. Peso final**

Los valores medios del peso final de las pollitas Lohmann Brown presentaron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de fitasa a las 8 semanas de edad, registrándose el mayor peso y que fue de 724,40 g en las pollitas del tratamiento T3 es decir con la adición de 150 g, de fitasa, seguida de las pollitas del tratamiento T2 donde se utilizó 100 g, de fitasa con medias de 665,00 g; mientras que, las pollitas del tratamiento testigo (T0), presentaron un peso final de 633,30 g; observando el menor peso en las pollitas alimentadas con la adición de 50 g, de fitasa ya que los valores fueron de 606,57g.

Por consiguiente, se puede afirmar que el tratamiento que mejor actúa sobre el parámetro de peso final es el tratamiento T3, es decir al incorporar 150 g, de fitasa en la dieta de las pollitas Lohmann Brown, dado que la utilización de enzimas como la fitasa, permite aumentar la capacidad digestiva temprana y mejorar los parámetros productivos.

Al realizar el análisis de regresión del peso final se aprecia que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.001$ ), que se ilustran en el Ilustración 1-3, de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 607.56 la variable peso final se eleva en 0.66 por cada unidad de cambio en el nivel de fitasa adicionado a la dieta de las pollitas lohmann Brown.

Además se aprecias un coeficiente de determinación  $R^2 = 71 \%$ , mientras tanto que el 29% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son las condiciones de manejo a las que están expuestas las pollitas lohmann Brown, tanto en infraestructura como en alimentación. Adicional al análisis de regresión se aprecias un coeficiente de correlación de  $r = 0.84$  que es un indicativa de una correlación positiva alta es decir que a medida que se eleva el nivel de fitasa en la dieta de las pollitas también se incrementa el peso final.



**Ilustración 1-3:** Regresión del peso final de pollitas Lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

Los resultados de la presente investigación coinciden con los datos reportados por (González, 2012, p. 21) quien para el peso promedio de las aves no encontró diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos durante las ocho semanas de evaluación donde el promedio de peso final fue de 681,50 g utilizando dos fuentes de vitamina D3 en la dieta de gallinas ponedoras.

Por otra parte, en un estudio realizado por , (Mantilla, 2014, p. 14) al evaluar el peso final de las gallinas Lohmann Brown a las 30 semanas de edad, reportan diferencias altamente significativas, con un promedio de 1903,44 g. en las aves que recibieron alimento en pallets, indicando que la forma física del alimento tiene un efecto estimulador en el tracto digestivo, que mejora la utilización de los nutrientes y que se ve reflejado en el incremento de peso de las aves.

En tanto que (Guzmán, 2008, p. 42) en la evaluación de peso final establecido un promedio de 2049,49 g, en aves de la línea Lohmann Brown en la segunda fase de producción, manifestando cuando se añaden fitasas a una dieta se debe tener cuidado de no sobre valorar su capacidad de facilitar fósforo mediante liberación enzimática.

### 3.1.3. Ganancia de peso

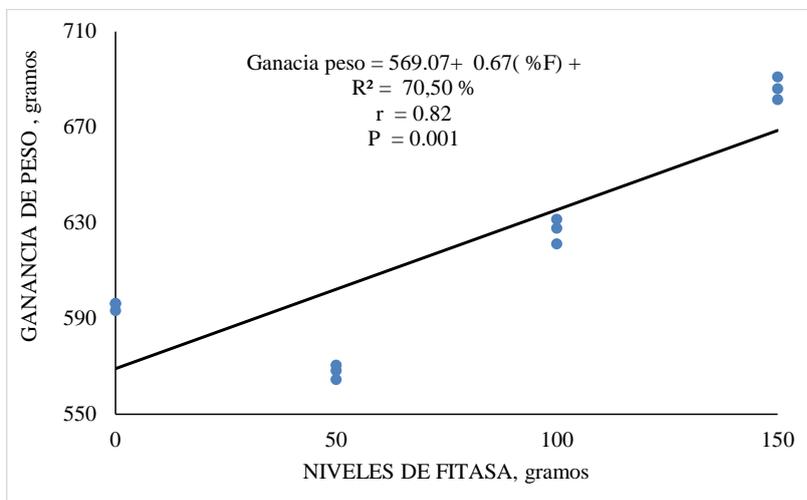
Al realizar la evaluación de la ganancia de peso de las pollitas Lohmann Brown, las medias presentaron diferencias altamente significativas, ( $P < 0.01$ ), por efecto de la adición de diferentes niveles de fitasa a la dieta frente a un tratamiento de testigo, estableciéndose la mayor ganancia en las pollitas del tratamiento T3 (150 g, de fitasa) con un promedio de 686,07 g, a continuación se ubican los resultados obtenidos en las pollitas del T2 (100 g, de fitasa) las cuales alcanzaron una ganancia de peso de 626,67 g; por su parte, las pollitas del tratamiento testigo (T0), obtuvieron una ganancia de 595,13 g; registrándose la menor ganancia de peso en las pollitas alimentadas con 50 g, de fitasa que corresponde al tratamiento T1 con medias de 567,57 g.

Por lo tanto se afirma que los resultados evidenciados se deban a varios factores, como el nivel de fitasa incorporados en la dieta de los animales, al respecto (Chauca, 2017, p. 28) menciona que las aves poseen una capacidad muy baja para hidrolizar los fitatos, y por la falta de fitasa originé que el fósforo sea excretado casi en su totalidad, además de no poder liberar otros nutrientes que se encuentran ligados al fitato como minerales, carbohidratos y proteína que permitan al animal crecer y desarrollarse más eficientemente.

Mediante el análisis de regresión de la ganancia de peso se aprecia que los datos se ajustan hacia una tendencia lineal positiva altamente significativa ( $P < 0.001$ ), que se ilustran en el Ilustración 2-3, de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 569.07 la variable ganancia de peso se eleva en 0.67 por cada unidad de cambio en el nivel de fitasa adicionado a la dieta de las pollitas lohmann Brown.

Además se aprecias un coeficiente de determinación  $R^2 = 70.50\%$ , mientras tanto que el 29.5 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son la calidad de la materia prima que forma parte de la dieta suministrada a las pollitas lohmann Brown, que puede tener diversas procedencias y manejo antes de formar parte de la dieta que pueden cambiar su contenido nutricional

El análisis de regresión identificó un coeficiente de correlación de  $r = 0.82$  que es un indicativo de una correlación positiva alta es decir que a medida que se eleva el nivel de fitasa en la dieta de las pollitas también se incrementa el peso final en forma altamente significativa ( $P < 0.01$ )



**Ilustración 2-3:** Regresión de la ganancia de peso de pollitas Lohmann Brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

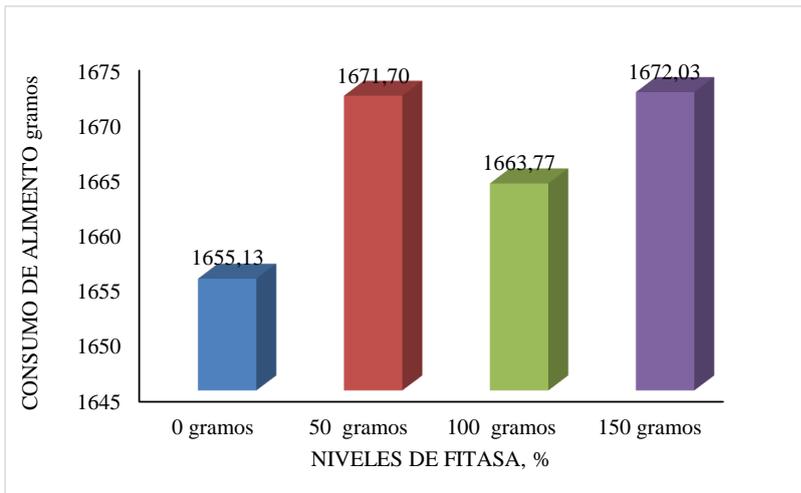
Las respuestas expuestas en el presente trabajo son superiores a las expuestas por (Peñañiel, 2012, p. 39), quien reporta que las pollitas en el periodo de crecimiento las pollitas Lohmann Brown al suministrar diferentes niveles de fibra más la enzima Vegprotm registraron una ganancia de peso de 636.20 g, al someter los resultados experimentales al análisis de varianza no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos. Según el Programa de Manejo de Ponedoras Lohmann brown, (2007), las pollitas a una edad de 6 semanas o en el periodo de cría debe tener un peso promedio de 475 g.

Mientras que García (2021, p. 41), al evaluar los parámetros productivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales presentaron diferencias significativas ya que la mayor ganancia de peso fue de 480 g, valores que son inferiores a los encontrados en la presente investigación.

### 3.1.4. Consumo de alimento

En la valoración del consumo de alimento de las pollitas Lohmann brown, no se registraron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de fitasa, presentándose numéricamente los promedios más altos en el tratamiento T3 (150 g, de fitasa), con medias de 1672,03 g; observándose un comportamiento similar en las aves del T1 (50 g, de

fitasa) que obtuvieron un consumo de 1671,70 g; mientras que, al utilizar 100 g, de fitasa (T2), las pollitas alcanzaron un consumo de 1663,77g, siendo las aves del tratamiento testigo (T0); las que presentaron las respuestas más bajas de consumo de alimento con medias de 1655,13 g, como se ilustra en el Ilustración 3-3.



**Ilustración 3-3:** Comportamiento de la ganancia de peso de pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

**Realizado por:** Orozco, Carlos, 2023.

Es decir, que la adición de fitasa en la dieta de los pollos cubre parte de los requerimientos dietéticos necesarios para un óptimo desempeño productivo en términos de consumo alimenticio en pollitas al respecto (González, 2012, p. 25), menciona que el alimento debe utilizarse durante un corto período de tiempo antes de que el lote reciba alimento a base de enzimas, esto conduce a una suave transición del nutriente de desarrollo que debe ser bajo en calcio y en densidad de nutrientes, a una dieta con altos niveles de calcio y de nutrientes, y a la vez ayuda a evitar la frecuente falta de apetito o bajo consumo al inicio de la producción. En la alimentación de gallinas destinadas a postura se deben considerar ciertos factores importantes los cuales van a determinar el éxito de la producción y darán como resultado la obtención rendimientos excelentes.

El tamaño de partícula; tiene la finalidad de la distribución y homogeneidad en la premezcla y el alimento, si el tamaño de partícula es pequeño, permite que haya más partículas por kilo de alimento, aquí la importancia está por el consumo de alimento sobre todo en aves jóvenes y se tiene que asegurar que exista la enzima en esa ingestión diaria, la otra forma de compensarlo es

agregar una dosis más alta de enzima, sin duda una medida de control es cuantificar la cantidad de enzima al final de la fabricación del alimento sobre todo si se hace un proceso térmico.

Los resultados expuestos en la investigación son superiores al ser comparadas con los registros de (Godoy, 2003, p. 52), quien reportó en resultados de consumo de alimento consumos de 1192.4 g/ave para el tratamiento de 450 FTU de fitasa, por lo que afirman que la inclusión de fitasas e incluso más ácidos orgánicos no afecta el consumo, ya que este viene marcado principalmente por reguladores hormonales derivados del desarrollo genético, por otro lado las fitasas tampoco afectan palatabilidad, por tanto el consumo podría ser diferente pero estadísticamente insignificante.

Además, Mantilla (2014, p. 48), al evaluar el consumo de alimento, presentado por las gallinas Lohmann Brown, reporta diferencias estadísticas entre medias, debido a que las gallinas que recibieron alimento pallet incrementaron el consumo de alimento con un promedio de 1278,47 g, indicando que el alimento suministrado a las aves en forma de pallet estimula el desarrollo del buche y la molleja durante el período de levante que a su vez tiene un efecto positivo en la capacidad de ingerir alimentos.

### **3.1.5. Conversión alimenticia**

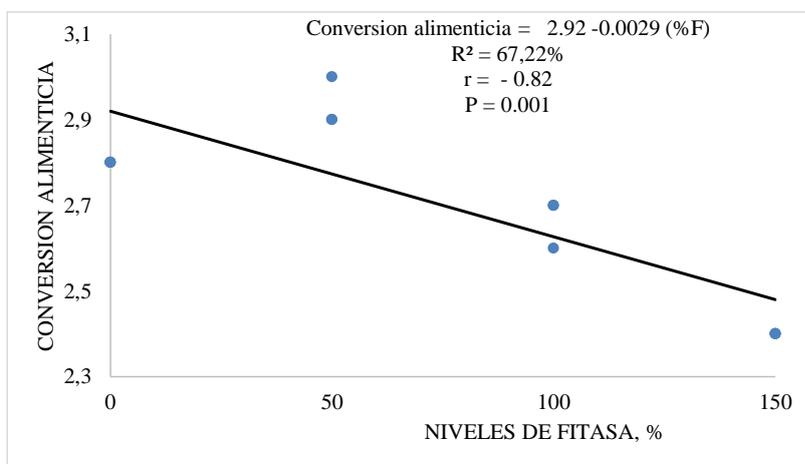
Los resultados medios obtenidos de conversión alimenticia de las pollitas Lohmann brown, presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la utilización de diferentes niveles de fitasa incorporado a las dietas, estableciéndose que en las aves del tratamiento T1 (50 g, de fitasa), se registró la mayor conversión con medias de 2,93, seguido de las aves del tratamiento testigo (T0); que obtuvieron una conversión de 2,80; mientras que, las aves alimentadas con la adición en la dieta de 100 g, de fitasa se alcanzaron un promedio de 2,67; finalmente las respuestas más bajas se presentaron en las pollitas del tratamiento T3 (150 g de fitasa), con medias de 2,40.

Lo que significa que al incluir fitasa en menor cantidad se logra mayor conversión de alimento, además la Lohmann Brown, es una línea de alto rendimiento y excelente conversión alimenticia. Al respecto (Felix, 2018, p. 25), menciona que la adición de un complejo enzimático a dietas con ingredientes de menor costo o valor nutricional inferior apuntan a un mejor uso de nutrientes de la dieta para mejorar la productividad. Las enzimas causan en el animal en primer lugar, una mejor conversión de las sustancias minerales como, por ejemplo, la utilización de fitasas, enzima producida por fermentación a partir de una cepa modificada de *Aspergillus niger*; la cual actúa

sobre los fitatos presentes en los ingredientes vegetales, liberando los nutrientes que se encuentran unidos al complejo, las enzimas producen una mejor conversión alimenticia.

Al realizar el análisis de regresión de la conversión alimenticia se aprecia que los resultados se ajustan a una tendencia lineal negativa altamente significativa ( $P < 0.01$ ), de acuerdo a la ecuación de regresión que se ilustra en el Ilustración 5-3, de donde se desprende que partiendo de un intercepto de 2.92 la conversión alimenticia baja en 0.003 por cada unidad de cambio en el nivel de fitasa adicionado a la dieta de las pollitas Lohmann brown, con un coeficiente de determinación ( $R^2$ ), de 67,22%; mientras tanto que el 3,78 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son la calidad de los ingredientes que forma parte de la formulación alimenticia de las pollitas en cada una de las fases de crecimiento

Además, se aprecia que el coeficiente de correlación fue de  $r = -0.82$  es decir existe un relación negativa alta por lo tanto se afirma que con el incremento de los niveles de fitasa en la dieta de las pollitas Lohmann existirá una elevación de la conversión alimenticia en forma altamente significativa



**Ilustración 4-3:** Regresión de la conversión alimenticia de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

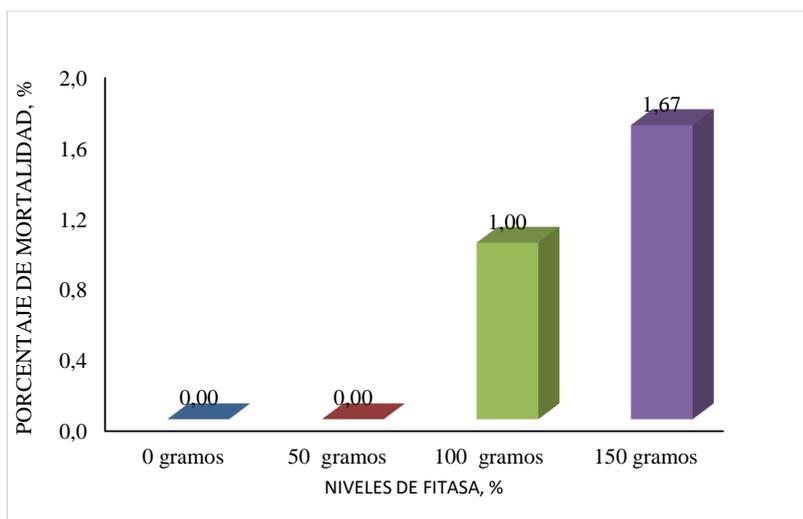
Los resultados de la presente investigación son superiores al ser comparados con los registros de (Peñafiel, 2012, p. 28), quien menciona que la conversión alimenticia de las pollitas Lohmann brown en la etapa de desarrollo fue 4.97, con la utilización de 6 % de fibra con enzima Vegprotm, siendo

más eficiente del resto de tratamientos, esto posiblemente se deba a que la enzima que se utilizó actúa eficientemente sobre la fibra, por lo tanto, asume que las pollitas alcanzaron un mayor peso que hace que en la etapa de desarrollo estas se restringieron mejor el consumo de alimento.

Por su parte Guzmán (2008, p.1), en el índice de conversión alimenticia de las gallinas Lohmann Brown, determino que la mayor conversión alcanzo un promedio de 2,13; señalando que estos resultados pudieron estar favorecidos por la inclusión de niveles superiores de grasa y no precisamente al nivel de fosforo disponible en la dieta.

### 3.1.6. Porcentaje de mortalidad

En los índices de mortalidad de las pollitas Lohmann Brown, existió diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), entre medias por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de fitasa frente a un tratamiento testigo, ya que se aprecia que al utilizar 150 g, de fitasa se presenta la mayor mortalidad y que fue de 1,67%; obteniéndose un valor inferior en las pollitas alimentadas con 100 g, de fitasa en las cuales se determinó un índice de mortalidad de 1,00%, siendo los tratamientos T1 (50 g, de fitasa) y T0 (testigo), los que no presentaron porcentajes de mortalidad, como se ilustra en el Ilustración 5-3, lo cual es un indicativo de que al incorporar menor cantidad de fitasa en la dieta de las pollitas, se reduce los índices de mortalidad.



**Ilustración 5-3:** Porcentaje de mortalidad de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

Los resultados de la presente investigación son superiores al ser comparadas con los índices de mortalidad en la investigación realizada por (Mantilla, 2014, p. 25), quien en la variable de mortalidades registradas durante la fase productiva de acuerdo al tipo o presentación del alimento proporcionado a las gallinas Lohmann Brown, obtuvo un porcentaje de 0,44% que no se consideran altos, ni tampoco de debe al tipo de alimento empleado por cuanto las aves terminaron en excelentes condiciones corporales y con buenos porcentajes de producción.

Sin embargo, para (Godoy, 2003, p. 21), la mortalidad no expresó ninguna diferencia estadística significativa ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos, presentando un promedio de 3.12%, en aves alimentadas con dietas a base de maíz-soya y dosis de 450 FTU de Fitasa, respecto a las dietas no suplementadas con fitasa, superando los valores reportados en la presente investigación, manifestando que estos índices no necesariamente están relacionados con el tipo de enzimas incorporado a la dieta sino que pueden deberse a otros factores.

### **3.1.7. Uniformidad**

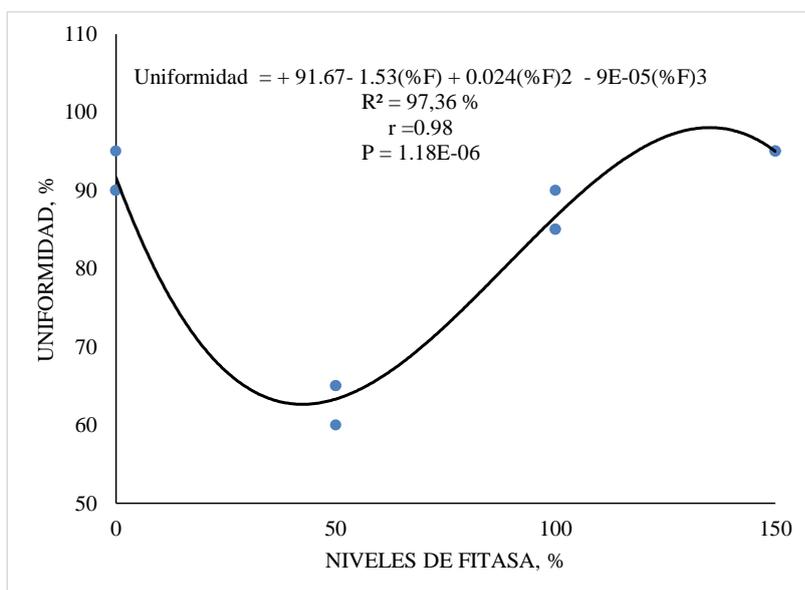
Al evaluar la uniformidad de las aves se aprecia que las medias registraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), por efecto de la utilización de diferentes niveles de fitasa incorporado a la dieta de las pollitas Lohmann Brown, estableciéndose que en las pollitas del T3 es decir con la adición de 150 g, de fitasa se obtuvieron los más altos valores de uniformidad con medias de 95,00; seguida del lote de pollitas del tratamiento testigo cuyas medias fueron de 91,67 %; en tercer lugar, se ubican las respuestas determinadas para las pollitas del T2 (100 g de fitasa) con uniformidad de 86,67 %, y por último la menor uniformidad se presentó en las pollitas alimentadas con 50 g, de fitasa, es decir, que a mayor nivel de fitasa se alcanza mejor uniformidad en las aves.

Al respecto (Frontela, 2020, p. 25), indica que la uniformidad es fundamental para obtener un rendimiento óptimo en las aves, cuando la uniformidad no es la deseada se debe tomar medidas para mejorarlas, una baja uniformidad puede ser causada por una enfermedad, ventilación inadecuada, mala distribución del equipo como comederos y bebederos entre otros.

Para aprovechar este potencial, la gallina ideal, al comienzo de la postura debe ser uniforme, ¡con los pesos corporales conforme con los recomendados; las pollas deben tener un esqueleto fuerte con buen desarrollo óseo y muscular, pero no deben tener exceso de grasa. Es por ello que la fase de levante (periodo comprendido entre el primer día de la séptima semana hasta la decimoctava

semana de vida) se caracteriza por el control de pesos y la uniformidad del lote, a fin de que cuanto más se amoldan a los parámetros base de calidad es señal de que se obtendrá una buena pollona a inicio del periodo de postura.

Al efectuar el análisis de regresión para la variable uniformidad del lote de pollitas Lohman , se aprecia que los datos se ajustan hacia una tendencia cubica altamente significativas de acuerdo a la regresión que se ilustra en el Ilustración 6-3, se aprecia que partiendo de un intercepto de 91.67 inicialmente la uniformidad desciende en 1.53, al incluir en la dieta 50 g, de fitasa para posteriormente ascender en 0.024 al incluir en la dieta 00 g, y finalmente descender en 0.0001 con la inclusión de 150 g, de fitasa. El coeficiente de determinación fue del 9736 % mientras que el 2,64 restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como son el manejo que se de en la crianza de las pollitas desde el primer día de nacimiento hasta la fase de producción en las cuales existen muchas condiciones que no pueden ser controladas. Además, el coeficiente de correlación fue de  $r = 0.98$ , es decir se aprecia una correlación positiva alta por lo tanto se afirma que con el incremento en los niveles de fitasa en la dieta de las pollitas lohmann existirá un incremento en el porcentaje de uniformidad del lote en forma altamente significativa.



**Ilustración 6-3:** Regresión de la uniformidad de las pollitas Lohmann brown adicionando diferentes niveles de fitasa en la dieta

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

### 3.2. Costos de los niveles utilizados en la presente investigación

Los costos de producción de las aves Lohmann brown se calculó en función del costo de cada ración balanceada a la que se agregó diferentes niveles de fitasa, incluyendo como egresos el costo de las pollitas, gastos de comederos, bebederos, tamo de arroz, y los diferente niveles de fitasa estableciéndose que la producción total más económico fue aquella que se formuló con el tratamiento control, mientras que el más costoso fue el tratamiento testigo

Por lo tanto en el desglose de gastos se obtiene que para el tratamiento control los egresos fueron de \$. 303,5 para el tratamiento T1 (50 g) de \$. 303.66; para el tratamiento T2 (1000 g) de \$.303.82 y finalmente para el tratamiento T3 (150 g) de \$.303,97.

Una vez que se divide los egresos para el numero de pollitas que se trabajó se obtiene que hasta el momento de la investigación el costo por pollita era de 4,22

**Tabla 2-3:** Costos de producción

	Valor Unitario \$	Cantidad T0	Valor T0 \$	Cantidad T1	Valor T1 \$	Cantidad T2	Valor T2 \$	Cantidad T3	Valor T3 \$
Pollita	1,2	60	72	60	72	60	72	60	72
Alimento (Kg)	0,8	105	84	105	84	105	84	105	84
Fitasa (g)	0,03	0	0	5,25	0,156	10,5	0,315	15,75	0,473
Bebederos	18	6	108	6	108	6	108	6	108
Comederos	4,5	6	27	6	27	6	27	6	27
Tamo de arroz (sacos)	2	6,25	12,5	6	12,5	6,25	12,5	6,25	12,5
Valor total			303,5		303,66		303,82		303,97
			4.22		4.22		4.22		4.22

Realizado por: Orozco, Carlos, 2023.

## CONCLUSIONES

- Las características productivas en pollitas Lohmann Brown, alimentadas con tres niveles de fitasa frente a un tratamiento testigo, mostraron un mayor peso final (724,40 g); consumo de alimento (1672,03 g), una mayor ganancia de peso (686,07 g) al igual que una mayor uniformidad (95,00) al utilizar 150 g de fitasa. Con respecto a la mayor eficiencia de conversión alimenticia (2,93) se registró al utilizar 50 g. de fitasa, mientras que al utilizar el mismo nivel de fitasa no se presentaron índices de mortalidad en las pollitas, lo cual permite a los productores optimizar el comportamiento productivo de las gallinas.
- El mejor nivel de fitasa en las pollitas Lohmann Brown fue de 150 g. de fitasa hasta la semana 9 de edad, puesto que se registra los resultados más altos en uniformidad y rentabilidad económica.
- Los costos de producción fueron de 4,22 dólares americanos que resultan rentables puesto que las pollitas se van desarrollando adecuadamente sin mayores gastos siendo eficientes como aves de reemplazo que provocaran beneficios económicos altos debido a que su postura está garantizada por el desarrollo adecuado con 150 g. de fitasa hasta la semana 9 de edad.
- La principal razón por la que se utilizan las enzimas como aditivo alimenticio es porque mejora la eficiencia en la utilización del alimento por el animal, representando esto una disminución en el costo de la alimentación y mantenimiento en la etapa de levante.

## RECOMENDACIONES

- Utilizar 150 g, de fitasa en las dietas de las pollitas Lohmann Brown en la primera fase de levante ya que de acuerdo con los resultados obtenidos se logran mejores características productivas.
- Se recomienda hacer investigación con diferentes líneas de gallinas de postura durante el primer ciclo de levante contrastando con la línea Lohman Brown
- Durante las diferentes fases de crecimiento de las pollitas, utilizar diferentes alimentos con contenidos de nutrientes cuyas características cualitativas satisfagan los requerimientos cambiantes de las aves ya que un bajo suministro de nutrientes puede provocar daños en las aves, pérdida de producción, condición corporal, y agotamiento, pudiendo fácilmente ocasionar problemas sanitarios.
- Para obtener réditos económicos buenos es recomendable utilizar 150 g, de fitasa puesto que las pollitas de reemplazo se encuentran en condiciones adecuadas de peso, ganancia de peso y conversión alimenticia, para convertirse en ponedoras que alcancen picos de producción más altos

## BIBLIOGRAFÍA

Comentado [CC10]: páginas finales, no se enumeran

**ACOSTA, Federico & CARDENAS, Mayra.** "Enzimas en la alimentación de las aves". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [En línea], 2020, 54(2), p. 35. [Consulta: 20 febrero 2023]. ISSN. 5857-8963. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017672001.pdf>.

**ARANDI, Xavier.** Evaluación de la adición de fitasa en la producción de pollo parrillero (Trabajo de titulación) (Titulación). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador, 2017. pp. 1-8. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16971/4/UPS-CT008160.pdf>.

**ARMENDARIS, Josué.** *Guía de buenas prácticas de manejo y bienestar animal en granjas avícolas de puesta*. [En línea] España: Asociación Española de Productores de Huevos, 2021. [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/capder/Guia\\_de\\_buenas\\_practicas\\_de\\_manejo\\_y\\_bienestar\\_animal\\_en\\_granjas\\_avicolas\\_de\\_puesta.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/capder/Guia_de_buenas_practicas_de_manejo_y_bienestar_animal_en_granjas_avicolas_de_puesta.pdf).

**BENAVIDES, Salomón.** *DSM lanza nueva generación de fitasa para aves y cerdos*. [En línea] EE.UU: Food News Latam, 2021. [Consulta: 20 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.foodnewslatam.com/productos/28-carnicos/12124-dsm-lanza-nueva-generacion-de-fitasa-para-aves-y-cerdos.html>.

**CÁRDENAS, M. et al.** "Efecto de la enzima fitasa en el metabolismo mineral y el comportamiento productivo de gallinas ponedoras con bajo aporte de fósforo". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea] 2020, 40(2), pp. 161-165. [Consulta: 20 febrero 2023]. ISSN. 2547-8558. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017714010>

**CHAUCA, Amparo.** Evaluación de un aditivo probiótico más aminoácidos en el agua de bebida para aves reproductoras pesadas [en línea] (Trabajo de titulación) (Titulación) Universidad Privada Antenor Orrego - UPAO, Trujillo, Perú, 2017. p.1. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2930>

**FELIX, Nelson.** Suplementación de enzima fitasa phytacin 5000gr en dietas de gallinas isa brown en fase de postura [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Perú. 2018. p.7. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1400>

**FRANCYS, Mitchel & SANTOS, Pedraza.** "Parámetros productivos de gallinas Lohman Brown en etapa de levante alimentadas con dieta tradicional". *Engormix*, [en línea], 2021, 2(4), p.45. [Consulta: 20 marzo 2023]. ISSN. 2547-9514. Disponible en: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/parametros-productivos-gallinas-lohman-t32524.htm>.

**FRONTELA, Carmen et al.** *Empleo de fitasas como ingrediente funcional en alimentos*. [En línea]. Argentina: Adiandes, 2020. Disponible en: <https://www.alanrevista.org/ediciones/2008/3/art-1/>.

**GARCÍA, Luz.** Parámetros productivos y reproductivos en gallinas de postura Lohmann Brown, alimentadas con tres alimentos comerciales, Temascaltepec, México. [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Autónoma del Estado De México, Temascaltepec, Mexico. 2021. p.6. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/111901>.

**GODOY, Guillermo.** Efectos de la Inclusión De Fitasas Sobre Variables Productivas de Gallinas Ponedoras Comerciales [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad San Carlos De Guatemala, Guatemala. 2003. p.78. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://library.co/document/qvv4l4dq-efectos-inclusion-fitasas-variables-productivas-gallinas-ponedoras-comerciales.html>.

**GONZALES, Kevin.** "Cría y levante de la gallina ponedora." *ZonREvist* [En línea], 2021, (Ecuador) 5(6), p.98. [Consulta: 20 marzo 2023]. ISSN. 5487-7410. Disponible en: <https://zoovetespasion.com/avicultura/gallinas-ponedoras/pasos-para-una-adecuada-cria-y-levante-de-la-pollona-etapa-critica-para-la-postura/>.

**GONZÁLEZ, Carlos.** Evaluación del empleo de dos fuentes de vitamina D3 en la dieta de gallinas ponedoras comerciales durante las etapas de levante y finalizado del ciclo productivo [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 2012. p.65. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59482>

**GUARANGA, Wilson.** Utilización de diferentes niveles de enramicina en dietas para pollos de engorde [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 3-76. [Consulta 25 marzo 2023]. Disponible en:

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2127>

**GUZMÁN, Miguel.** Nivel óptimo de fósforo disponible en gallinas Lohmann Brown en la segunda fase de producción [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador. 2008. p.65. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1058457>

**JARAMILLO, Mónica & RODRÍGUEZ, Mateo.** Efecto de la superdosis de fitasa sobre productividad, oxígeno sanguíneo, enzimas hepáticas y deposición de cenizas óseas en pollos de engorde [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2019. p. 69. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32071/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>

**JARAMILLO, Álvaro.** Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Nacional de Colombia, Ibagué, Colombia. 2011. p. 6. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10077/8109006.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**JIMÉNEZ, Francisco.** *Manejo en los primeros días.* [En línea]. Ecuador: Andes Libros, 2021. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://lohmann-breeders.com/es/cria-de-pollitas-ponedoras/>.

**LOHMANN BROWN, C.** *Guía de manejo para sistemas de jaula.* [En línea]. Colombia: Manbrow, CLASSIC, 2021. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: [https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB\\_MG\\_LB-Classic\\_ESP.pdf](https://lohmann-breeders.com/media/2021/06/LB_MG_LB-Classic_ESP.pdf).

**MANTILLA, Inés.** Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción [en línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador. 2014. p.54. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8725>

**MARQUEZ, Ramón.** Caracterización de una nueva fitasa y su expresión en *Pichia pastoris*. [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Córdoba, España. 2021. p.23.

[Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=251435>.

**MARULANDA, Jeferson.** *Sistema digestivo de las aves, características, órganos y glándulas.* [En línea] Ecuador: Animales y Biología, 2021. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
<https://aves.animalesbiologia.com/temas/sistema-digestivo-de-las-aves>.

**MORALES, Andrade & SUQUILLO, Jajaira.** Evaluación de dos sistemas de levante hasta inicio de la etapa de pre postura en gallina de postura comercial Lohmann Brown-Classic bajo dos dietas nutricionales [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de las Fuerzas Armadas, Santo Domingo, Ecuador . 2021. p.6. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/23438>

**PAREJA, Javier.** Eficacia de una nueva fitasa microbiana en dietas de gallinas ponedoras: efecto sobre los rendimientos productivos y la utilización de los nutrientes [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. 2015. p.64. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69189/TFM\\_JAVIER%20PAREJA%20LOAYZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69189/TFM_JAVIER%20PAREJA%20LOAYZA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**PEÑAFIEL, Orlando.** Uso de enzimas vegpro en gallinas de postura [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Riobamba. Ecuador. 2012. p.54. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
<http://dspace.espe.edu.ec/handle/123456789/2152>

**ROMERO, Ernesto.** *Instalación de una granja para gallinas ponedoras.* [En línea] Ecuador: Libros de crianza, 2021. [consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:  
[https://www.agrobit.com/Documentos/I\\_1\\_1\\_avicultu/265\\_mi000005av%5B1%5D.htm](https://www.agrobit.com/Documentos/I_1_1_avicultu/265_mi000005av%5B1%5D.htm).

**ROSERO, Mary.** *Ponedoras, guía de manejo.* [En línea] Ecuador: NutriAvances, 2021. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:<https://es.slideshare.net/maryrosero3/manual-lohmann-brown>.

**ROSSMARY, Erbilén.** Efectos del uso de fitasa en la alimentación de gallinas ponedoras [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador. 2022. p.78. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en:

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11414/E-UTB-FACIAG-MVZ-000092.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**VERA, Luis.** Uso de una fitasa y de un complejo multi enzimático en dietas de gallinas ponedoras comerciales. efectos sobre indicadores de productividad, calidad interna y externa del huevo y sobre la digestibilidad de energía y proteína [En línea] (Trabajo de titulación). (Titulación) Universidad de Chile, Santiago. Chile. 2004. p.32. [Consulta: 20 marzo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130890/Uso-de-una-fitasa-y-de-un-complejo-multi-enzim%C3%A1tico-en-dietas-de-gallinas-ponedoras-comerciales.-Efectos-sobre-indicadores-de-productividad,-calidad-interna-y-externa-%20del-%20huevo-y.pdf?sequence=1>

## ANEXOS

### ANEXO A: PESO INICIAL DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

#### MEDICIONES EXPERIMENTALES

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	38,5	38	38	114,5
50 gramos	39	39	39	117
100 gramos	38	39	38	115
150 gramos	39	38	38	115
				461,5

#### Análisis de varianza

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign	CV
Total	2,73	11	0,24810606						
Tratamiento	1,23	3	0,40972222	2,19	4,07	7,59	0,17	ns	1,13
Error	1,50	8	0,1875						

## ANEXO B: PESO FINAL DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

### MEDICIONES EXPERIMENTALES

Niveles DE Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	634,6	631,2	634,1	1899,9
50 gramos	609,3	603,3	607,1	1819,7
100 gramos	665,6	660,1	669,3	1995
150 gramos	724,9	719,4	728,9	2173,2
				7887,8

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	23248,24	11	2113,47					
Tratamiento	23134,71	3	7711,57	543,42	4,07	7,59	0,00	**
Error	113,53	8	14,190					

### SEPARACIÓN DE MEDIAS

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	633,30	c	2,47
50 0 gramos	606,57	d	2,47
100 gramos	665,00	b	2,47
150 gramos	724,40	a	2,47

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16507,05	16507,05	24,49	0,001
Residuos	10	6741,19	674,12		
Total	11	23248,24			

**ANEXO C: GANANCIA DE PESO DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN**

**MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	596,1	593,2	596,1	1785,4
50 gramos	570,3	564,3	568,1	1702,7
100 gramos	627,6	621,1	631,3	1880
150 gramos	685,9	681,4	690,9	2058,2
				7426,3

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	23437,45	11	2130,67					
Tratamiento	23314,92	3	7771,6408	507,43	4,07	7,59	0,00	**
Error	122,53	8	15,315833					

**SEPARACIÓN DE MEDIAS**

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	595,13	c	2,26
50 0 gramos	567,57	d	2,26
100 gramos	626,67	b	2,26
150 gramos	686,07	a	2,26

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16523,642	16523,642	23,899	0,001
Residuos	10	6913,808	691,381		
Total	11	23437,449			

## ANEXO D: CONSUMO DE ALIMENTO DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

### MEDICIONES EXPERIMENTALES

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	1664,15	1653,15	1648,1	4965,4
50 gramos	1673,85	1665,9	1675,35	5015,1
100 gramos	1653,3	1661,4	1676,6	4991,3
150 gramos	1677,85	1662,4	1675,85	5016,1
				19987,9

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	1181,82	11	107,44					
Tratamiento	574,49	3	191,50	2,52	4,07	7,59	0,13	ns
Error	607,34	8	75,92					

### SEPARACIÓN DE MEDIAS

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	1655,13	a	0,1314
50 0 gramos	1671,70	a	0,1314
100 gramos	1663,77	a	0,1314
150 gramos	1672,03	a	0,1314

**ANEXO E: CONVERSIÓN ALIMENTICIA DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN**

**MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	2,8	2,8	2,8	8,4
50 gramos	2,9	3	2,9	8,8
100 gramos	2,6	2,7	2,7	8
150 gramos	2,4	2,4	2,4	7,2
				32,4

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	0,48	11	0,04					
Tratamiento	0,47	3	0,16	93,33	4,07	7,59	0,00	**
Error	0,01	8	0,00					

**SEPARACIÓN DE MEDIAS**

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	2,80	b	0,02
50 0 gramos	2,93	a	0,02
100 gramos	2,67	c	0,02
150 gramos	2,40	d	0,02

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,323	0,323	20,508	0,001
Residuos	10	0,157	0,016		
Total	11	0,480			

## ANEXO F: MORTALIDAD DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN

### MEDICIONES EXPERIMENTALES

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	0,00	0,00	0,00	0
50 gramos	0,00	0,00	0,00	0
100 gramos	0,00	0,00	3,00	3,00
150 gramos	2,00	3,00	0,00	5,00
				8,00

### ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	16,67	11	1,52					
Tratamiento	6,00	3	2,00	1,50	4,07	7,59	0,29	ns
Error	10,67	8	1,33					

### SEPARACIÓN DE MEDIAS

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	0,00	b	0,67
50 0 gramos	0,00	a	0,67
100 gramos	1,00	c	0,67
150 gramos	1,67	c	0,67

**ANEXO G: UNIFORMIDAD DEL LOTE DE LAS POLLITAS LOHMANN BROWN**

**MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Niveles de Fitasa	REPETICIONES			SUMA
	I	II	III	
0 gramos	95	90	90	275
50 gramos	65	65	60	190
100 gramos	85	90	85	260
150 gramos	95	95	95	285
				1010

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0.05	Fisher 0.01	Prob	Sign
Total	1891,67	11	171,97					
Tratamiento	1841,67	3	613,89	98,22	4,07	7,59	0,00	**
Error	50,00	8	6,25					

**SEPARACIÓN DE MEDIAS**

Separación de medias según Tukey			
Niveles de Fitasa	Medias	Rango	EE
0 gramos	91,67	b	1,44
50 0 gramos	63,33	c	1,44
100 gramos	86,67	c	1,44
150 gramos	95,00	a	1,44

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA REGRESIÓN**

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	1841,67	613,89	98,22	1,2E-06
Residuos	8	50,00	6,25		
Total	11	1891,67			

