



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniero Agropecuario**

AUTOR/A:

Sharon Tatyana Narváez Mesa

DIRECTORA:

Dra. Julia Karina Prado Beltrán

Ibarra, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN PARÁMETROS
PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL
LA PRADERA”**

Trabajo de titulación revisado por el Director y Miembros Asesores, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

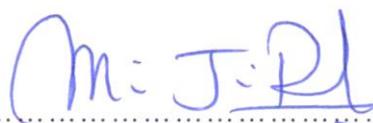
Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

Director de trabajo de titulación



Ing. María José Romero Astudillo, MSc.

Asesor de trabajo de titulación



Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, MSc.

Asesor de trabajo de titulación



Ibarra – Ecuador

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, hago la entrega del presente Trabajo de Titulación a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, por lo cual pongo a su disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
Cédula de ciudadanía:	100354044-8		
Nombres y apellidos:	Sharon Tatyana Narváez Mesa		
Dirección:	Sagrario-Ibarra/Imbabura		
Email:	stnarvaezm@utn.edu.ec		
Teléfono fijo:	2951069	Teléfono móvil:	0994696098

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”
AUTOR:	Sharon Tatyana Narváez Mesa
FECHA:	05 de octubre de 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

2. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que se asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 05 de octubre del 2021

EL AUTOR:



.....

Sharon Tatyana Narváez Mesa

C.C.: 100354044-8

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

Fecha: 05 de octubre de 2021

Sharon Tatyana Narváez Mesa: **“EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”**; Trabajo de titulación. Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, 05 de octubre de 2021

DIRECTOR: Dra. Julia Karina Prado Beltrán

El objetivo general del Trabajo de Titulación fue: Evaluar el efecto de la adición de tres complejos enzimáticos en la producción de pollos de engorde en la Granja Experimental La Pradera. Entre los objetivos específicos se encuentran: Determinar la acción de tres complejos enzimáticos en la asimilación de calcio y fósforo. Evaluar el efecto de las diferentes enzimas sobre los parámetros zootécnicos de pollos Cobb-500. Establecer el análisis beneficio-costos de la inclusión de tres complejos enzimáticos sobre la



Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

Director de trabajo de titulación



Sharon Tatyana Narváez Mesa

Autor

DEDICATORIA

Dedico de manera especial el presente trabajo de investigación a cada uno de mis seres queridos:

A mis padres Beatriz Mesa y Edison Narváez, quienes han sido el pilar fundamental en mi vida que, con cada uno de sus consejos, cariño y su apoyo incondicional han sabido guiarme en mi formación profesional y personal.

Mi hermano Fernando Narváez con quien he compartido juntos momentos inolvidables de alegría, tristeza y triunfo.

Gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

Sharon Tatyana Narváez Mesa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco con todo el corazón a mi madre, padre y mi hermano que brindaron su confianza en mí en todo momento para llegar a alcanzar esta meta.

Mi gratitud eterna al Dr. Manly Espinosa Q.E.P.D, por la predisposición que tuvo siempre en ayudarme y dedicar su tiempo a la presente investigación, gracias por cada consejo, cada enseñanza, por ser un excelente mentor, ser humano y amigo.

Mi agradecimiento a la empresa Integración Avícola Oro S.A. con sus técnicos, personal administrativo y obrero con sus valiosos aportes, críticas y sugerencias durante todo el desarrollo del presente ensayo.

Sharon Tatyana Narvárez Mesa.

TABLA DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
1.5 Hipótesis	6
CAPÍTULO II.....	7
2 MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Avicultura en el mundo.....	7
2.1.1 Avicultura en Ecuador	7
2.2 Principales razas de pollos de engorde	8
2.3 Anatomía y fisiología de las aves	9
2.3.1 Sistema digestivo	9

2.3.1.1	El pico.....	10
2.3.1.2	Esófago.....	10
2.3.1.3	Buche.....	11
2.3.1.4	Proventrículo.....	11
2.3.1.5	Molleja.....	11
2.3.1.6	Intestino delgado.....	11
2.3.1.7	Intestino grueso.....	12
2.3.1.8	Cloaca.....	12
2.3.1.9	Páncreas.....	13
2.3.1.10	Hígado.....	13
2.3.2	Sistema óseo.....	13
2.3.2.1	Fémur.....	14
2.4	Alimentación y nutrición de aves.....	14
2.4.1	Enzimas exógenas.....	14
2.4.1.1	Mecanismos de acción de las enzimas.....	14
2.4.1.2	Fitasa.....	16
2.4.1.3	Degradación de ácido fítico.....	17
2.4.1.4	Beneficios de la utilización de fitasas en avicultura.....	18
2.4.1.5	Xilanasa.....	18
2.4.2	Aditivos enzimáticos.....	20
2.4.3	Digestibilidad.....	21
2.5	Manejo y crianza de aves.....	21
2.5.1	Sistema de crianza en jaula (baterías).....	21
2.5.2	Sistema de crianza en piso.....	22
3	MARCO METODOLÓGICO.....	24
3.1	Caracterización del área de estudio.....	24
3.2	Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	25

3.3	Métodos.....	25
3.3.1	Factor de estudio	25
3.3.2	Diseño experimental	27
3.3.3	Características del experimento	28
3.3.4	Características de la unidad experimental.....	29
3.3.5	Análisis estadístico.....	29
3.4	Variables evaluadas	30
3.4.1	Análisis de porcentaje de calcio y fósforo en tibias.....	30
3.4.1.1	Protocolo de análisis de laboratorio- método calcinación.	31
3.4.2	Digestibilidad aparente	31
3.4.2.1	Protocolo de análisis de laboratorio.....	32
3.4.3	Parámetros zootécnicos.....	33
3.4.3.1	Consumo de alimento	33
3.4.3.2	Ganancia de peso	33
3.4.3.3	Conversión alimenticia.	33
3.4.4	Relación beneficio - costo.....	34
3.5	Manejo general del experimento.....	34
3.5.1	Desinfección del galpón.....	34
3.5.2	Sistema de calefacción	35
3.5.3	Plan de vacunación	35
3.5.4	Actividades diarias.....	36
3.5.5	Alimentación.....	37
3.5.5.1	Faena o procesamiento.....	38
CAPÍTULO IV.....		40
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1	Parámetros zootécnicos.....	40
4.1.1	Análisis de varianza y comparación de medias para ganancia de peso	40

4.1.2	Análisis de varianza y comparación de medias para consumo de alimento	42
4.1.3	Análisis de varianza y comparación de medias para conversión alimenticia	43
4.2	Análisis de porcentaje de calcio y fósforo en tibias.....	45
4.2.1	Análisis de varianza y comparación de medias para calcio en tibias	45
4.2.2	Análisis de varianza y comparación de medias para fósforo en tibias	46
4.3	Análisis digestibilidad.....	48
4.3.1	Análisis de varianza y comparación de medias para digestibilidad de calcio	48
4.3.2	Análisis de varianza y comparación de medias para digestibilidad de fósforo	50
4.4	Análisis Beneficio-Costo	51
CAPÍTULO V		55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		55
5.1	Conclusiones	55
5.2	Recomendaciones	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Efecto de enzimas sobre aves.	16
Tabla 2. Características climáticas.....	25
Tabla 3. Materiales, equipos, insumos y herramientas.	25
Tabla 4. Identificación de complejos enzimáticos, detalles y códigos del experimento.	26
Tabla 5. Contenidos complejos enzimáticos.....	26
Tabla 6. Aporte energético, calcio y fósforo.....	26
Tabla 7. Contenido dieta estándar.....	27
Tabla 8. Características del experimento.	28
Tabla 9. Características de la unidad experimental.	29
Tabla 10. Análisis estadístico.	30
Tabla 11. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso.....	40
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.	42
Tabla 13. Análisis de medias y error estándar para la variable consumo de alimento.	42
Tabla 14. Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.	43
Tabla 15. Análisis de medias y error estándar para la variable consumo de alimento.	43
Tabla 16. Análisis de varianza para la variable para calcio en tibias.	45
Tabla 17. Análisis de medias y error estándar para la variable calcio en tibias.	46
Tabla 18. Análisis de varianza para la variable -Fósforo tibias.	46
Tabla 19. Análisis de medias y error estándar para la variable fósforo en tibias.	47
Tabla 20. Análisis de varianza para la variable –Digestibilidad de Calcio.	48
Tabla 21. Análisis de varianza para la variable digestibilidad fósforo.....	50
Tabla 22. Análisis beneficio-costo.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Principales razas o estirpes de pollos de engorde utilizadas en Ecuador.	9
Figura 2. Esquema digestivo del ave	10
Figura 3. Partes del intestino delgado e intestino grueso.....	12
Figura 4. Eliminación del fitato de piensos mediante la acción de fitasa.....	17
Figura 5. Sistema de crianza en vertical (batería) de pollos de engorde.....	22
Figura 6. Sistema de crianza en piso de pollos de engorde	23
Figura 7. Mapa de ubicación del área de estudio.....	24
Figura 8. Distribución de área de estudio y unidades experimentales.....	28
Figura 9. Características del experimento y área de estudio.....	29
Figura 10. Proceso de obtención de muestras de huesos (tibias).....	30
Figura 11. Proceso de Digestibilidad.....	31
Figura 12. Desinfección de galpón.....	35
Figura 13. Proceso de vacunación.....	36
Figura 14. Actividades diarias.....	37
Figura 15. Alimento para aves.....	37
Figura 16. Proceso de alimentación y pesaje de pollos.....	38
Figura 17. Proceso de faenamiento.....	39
Figura 18. Ganancia de peso a los 42 días.....	41
Figura 19. Digestibilidad de calcio.....	49
Figura 20. Digestibilidad de fósforo.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Oficio para la ejecución de la fase de campo en la Integración Avícola Oro S.A ...	64
Anexo 2. Análisis proximal de alimento balanceado.....	65
Anexo 3. Análisis de minerales en excretas.....	66
Anexo 4. Análisis de huesos de tibias de aves a 21 días.....	67

TITULO: “EVALUACIÓN DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE POLLOS DE ENGORDE EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA”

Autor: Sharon Tatyana Narváez Mesa

Director de trabajo de titulación: Ing. Julia Karina Prado Beltrán. PhD.

Año: 2021

RESUMEN

La adición de enzimas exógenas en dietas para aves, es una práctica común en los últimos años, ya que su uso mejora la eficiencia en la asimilación de los nutrimentos, esto se debe a que optimizan la digestibilidad de la dieta con fin de optimar la rentabilidad y producción comercial. Esta investigación fue llevada a cabo con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de tres complejos enzimáticos a dietas de pollos de engorde. En la presente investigación se evaluaron 300 aves de engorde de la línea genética Cobb 500, el cual constó de 5 tratamientos. Se utilizó un diseño completamente al azar y su tiempo de estudio fue durante 42 días en un sistema de crianza vertical. Los resultados del experimento mostraron diferencias significativas en los parámetros zootécnicos en la variable ganancia de peso con p – valor de 0.0349 que afecta una dieta estándar sin reducir nutrientes ni adicionar complejos enzimáticos. La digestibilidad aparente de calcio mejoró un 48% con el complejo enzimático C y en fósforo 76% con el complejo enzimático A por la adición de enzimas. En el análisis de asimilación de Ca y P en huesos (tibias) nos muestra que el uso de estos complejos enzimáticos no mejora la integridad mineral del sistema medular óseo de las aves. El análisis de retribución económica determinó que el tratamiento control positivo, sin suplementación de enzimas con 11% y el complejo enzimático B con una rentabilidad de 9% poseen mayor rentabilidad en comparación al resto de tratamientos.

Palabras clave: pollos de engorde, enzimas, complejos enzimáticos, tibias, calcio, fósforo.

**TITLE: “EVALUATION OF ENZYMATIC COMPLEXES IN PRODUCTIVE
PARAMETERS OF BROILERS CHICKENS AT THE EXPERIMENTAL FARM LA
PRADERA”**

Author: Sharon Tatyana Narváez Mesa

Thesis Director: Dra. Julia Karina Prado Beltrán PhD.

Year: 2021

ABSTRACT

The addition of exogenous enzymes in poultry diets has become a common practice in last years, known as a complement to those produced by the gastrointestinal tract as their use improves the efficiency in the usage of nutrients. This is because they improve the digestibility of the diet in order to optimize profitability and commercial production. This research was carried out with the objective of evaluate the effect of add three enzyme complexes to broiler diets. In the present essay, were evaluated 300 broilers of the cobb 500 genetic line, which consisted of 5 treatments: positive control (Standard diet), negative control (Standard diet minus 100kcal and 0.16 of Ca and 0.16 P), negative control + enzyme complex A (500 FTU and 2700 UX), negative control + enzyme complex B (500 FTU and 2000 UX) and negative control + enzyme complex C (500 FTU and 2600 UX), was used a completely randomized design and the study time was for 42 days. Experiment's results had significant changes in the zoo technical parameters in the variable weight gain, that affected ($P < 0.05$) with a standard diet without reducing nutrients or adding enzyme complexes. The apparent digestibility of calcium improved 48% with the enzyme complex C (500 FTU and 2600 UX) and in phosphorus 76% with the enzyme complex A (500 FTU and 2700 UX) by the addition of enzymes. In the analysis of the percentage of Ca and P in bones (tibiae), no significant differences were found, which shows us that the use of these enzyme complexes doesn't improve the mineral integrity of the bone system of broilers. The economic retribution analysis determined that the highest efficiency was achieved by the positive control treatment, without enzyme supplementation with 11% profitability and with the enzymatic complex B (500 FTU and 2500 UX) with a profitability of 9%, compared to the rest of treatments.

Key words: broilers, enzymes, enzyme complexes, tibia (shinbone), calcium, phosphorus.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La avicultura está considerada como parte de la cadena productiva del maíz y soya, que es una de las de mayor importancia dentro del sector agropecuario ecuatoriano (Orellana, 2014). En la actualidad la producción avícola del Ecuador es una de las actividades productivas más significativas de la economía nacional, esta actividad principalmente se basa en dos segmentos productivos, que son la producción de: carne de pollo y huevo comercial; entre estas dos actividades, sobresale la crianza de pollos de engorde para su consumo, con la que se genera una de las proteínas más utilizadas dentro de la alimentación humana en nuestro país (Rosales Tapia, 2017).

Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador [CONAVE] (2019), desarrolló un programa estadístico para determinar la producción y el consumo de productos avícolas en el Ecuador, para lo cual se tomó en cuenta el valor oficial de la población estimada por el INEC, en 2019. En el estudio se determinó que, en ese año, la producción de broiler (una variedad de pollo desarrollada específicamente para la producción de carne) alcanzó los 279.14 millones de aves, lo que representa 525 mil toneladas de carne. Este valor es 14% superior al que se registró en 2018. En este año, la producción fue de 243.57 millones de broiler.

El sector avícola en el Ecuador es un sector que ha crecido paulatinamente, sólo entre el 2018 y 2019, el número de aves criadas en campo y planteles avícolas creció 27%. El consumo de carne de pollo es vital en la dieta de los ecuatorianos y forma parte de la canasta familiar básica (Sánchez et al., 2019). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de carne de aves ocupa el segundo lugar a nivel mundial luego de la carne de cerdo. De igual manera, se determinó que en 2019 estuvieron en producción 14.43 millones de ponedoras a nivel nacional, las que generaron 3 904 millones de huevos, cifra que superó en un 8% a la producción de huevos de 2018 (3 625 millones de unidades). En cambio, el consumo de carne de pollo se obtuvo de los datos de

producción nacional y del número de habitantes. Para 2019, este valor fue de 30,43 kilogramos por persona al año; es decir, 16% más alto que en 2018, año en que el consumo per cápita fue de 26.30 kilogramos (Sánchez et al, 2019).

La alimentación en la avicultura representa cerca del 70% de los costos de producción, por lo cual los nutricionistas están obligados a mejorar de manera constante en la eficacia productiva y en la relación costo/beneficios sin descuidar la protección del medio ambiente, estos son los factores más trascendentales en los sistemas actuales de producción para mantenerse en el mercado (Arce y López, 2001). La adición de las enzimas a dietas de aves ha aumentado en los últimos años, usándose en Europa, América y Asia. Estas enzimas reconocidas como aditivos del alimento por la Unión Europea, tienen varias categorías principales: xilanasas, beta glucanasas, celulasas, amilasas, proteasas y fitasas (Duque, 2010).

Según Méndez y Cortés (2009) las enzimas exógenas en dietas para aves se están convirtiendo en una práctica común, como complemento a las que se produce en su tracto gastrointestinal. Su utilización, incrementa la eficiencia en la utilización de los nutrimentos, debido a que mejoran la digestibilidad de la dieta por hidrólisis de polisacáridos no amiláceos; en general las propiedades anti nutricionales de los polisacáridos no amiláceos (PNA), son las que afectan la digestibilidad del almidón, proteína y la fracción lipídica de los granos y semillas oleaginosas.

Existen complejos enzimáticos a base de proteasas, α -galactosidasas, xilanasas, celulasas y amilasas que tienen una acción específica sobre los productos y subproductos oleaginosos, así como otros complejos que son una mezcla natural de algunas enzimas derivadas por el hongo *Penicillium funiculosum*, que es un microorganismo no modificado genéticamente; por ello, su volumen para producir una muy amplia escala de acciones enzimáticas referencia. Cada reacción catalítica necesita su enzima específica, es recomendable añadir a los alimentos una mezcla de diferentes enzimas que descompongan al mismo tiempo las diversas sustancias, teniendo en cuenta que todas las enzimas que se van a utilizar funcionen en las mismas condiciones de reacción (García, 2004).

Cortés (2002) en el estudio de utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda realizó dos experimentos con el fin de evaluar el uso de enzimas (α -amilasas, xilanasas y proteasas) como aditivos en dietas (maíz o sorgo + pasta de soya) para pollos de

engorda sobre el comportamiento productivo. Los resultados adquiridos en este estudio muestran que la inclusión de enzimas en dietas a base de maíz o sorgo + pasta de soya para pollos de engorda mejoran la ganancia de peso y la conversión alimenticia en dietas estándares y con menor contenido de proteína cruda y energía metabolizable.

Sin embargo, Madrid et al. (2010) en un ensayo con pollos de engorde identifican que el efecto de un complejo enzimático sobre la digestibilidad de la dieta de harina de trigo-soya en condiciones de crianza diferentes y con la adición de un complejo enzimático no mejora significativamente el rendimiento (parámetros zootécnicos) cuando las aves se conservan en ambientes ideales además, la digestibilidad de los nutrientes a los 42 días de edad, muestra que pollos de engorde criados en corrales de piso o en las explotaciones comerciales mejoran mediante la suplementación del complejo enzimático.

1.2 Problema

La exigencia del negocio avícola lleva a buscar maneras más eficientes de alimentar a las aves, esta búsqueda se ve condicionada por la capacidad limitada de las aves de aprovechar los insumos de origen vegetal, lo que ha generalizado el uso de enzimas exógenas que permiten que la alimentación sea más eficaz y económica (Mazón Paredes, 2008).

El alimento es el principal responsable de los costos, y representa hasta el 70% de los costos totales de la producción animal. La energía, la proteína y el fósforo representan las partes más importantes del costo de los alimentos. Mejorando la digestibilidad global de los nutrientes, la nueva generación de enzimas ha revolucionado la forma en que se formulan las dietas, promoviendo la sostenibilidad de la producción de proteína animal (Ramirez, 2013).

El Ecuador importa alrededor del 50% del maíz duro y 95% de soya que requiere para las dietas en la industria nacional avícola. Estas materias primas son las principales para la elaboración de balanceados, las cuales sufren un elevado costo debido a que son importadas, ya que la producción en Ecuador no es suficiente para abastecer la demanda local referencias (Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados [AFABA], 2014).

1.3 Justificación

Las enzimas como aditivos se han convertido necesarias por el valor nutritivo potencial de las materias primas que no son aprovechadas totalmente por la presencia de factores anti nutritivos y la falta o insuficiencia de enzimas endógenas que permitan la liberación necesaria de los nutrientes. La utilización de enzimas exógenas persigue la mejora de la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia de utilización de estos. La utilización global tiende a optimizar el rendimiento de los animales a través de mejoras en el consumo de alimento, ganancia de peso y eficiencia alimenticia (Ravindran, 2010).

En el uso de un complejo enzimático adicionado en dietas a base de maíz y soya, se observan efectos tales como: mayor flexibilidad en la formulación de alimentos, mejores tasas de crecimiento, índice de conversión, homogeneidad en los lotes, un peso vivo uniforme, menos problemas de heces viscosas y todo esto se traduce en una reducción de costos en la producción (Lázaro, Latorre y Medel, 2004).

Según Argüello (2010) el uso de enzimas en la alimentación de monogástricos ha crecido de forma importante, teniendo como principal objetivo reducir el costo de la formulación, además, factores tales como la mejora del desempeño de los animales, la eliminación de factores antinutricionales y la reducción de la excreción de residuos contaminantes han sido planteados como beneficios importantes en la aplicación de esta tecnología. Con el incremento del costo de las materias primas observada desde el 2007, sumando, además, la escasez temporal de algunas de estas y su utilización para otros fines (producción de fertilizantes y combustibles), el uso de enzimas en la alimentación animal se ha intensificado considerablemente.

La fitasa se ha utilizado para liberar más fósforo de los fitatos de las plantas y reducir la suplementación de fosfato mineral dietético y, por lo tanto, la excreción de fósforo. Las carbohidrasas, desarrolladas para romper los polisacáridos no amiláceos (PNA) que reducen la digestibilidad, mejoran el potencial de absorción de nutrientes y se consideran hace mucho tiempo una herramienta importante para los formuladores. La energía, la proteína y el fósforo representan en promedio, respectivamente, 64%, 27% y 9% del costo de la dieta (Cozannet, Ceccantini y Spindola, 2019).

La energía procede principalmente del metabolismo de los carbohidratos, de los lípidos y de las proteínas. En realidad, entre el 50 y el 60% de las proteínas retenidas contribuyen también para el metabolismo energético. Además, las aves modernas fueron seleccionadas con base en el aumento de la ingesta de alimentos y en la mayor deposición de proteína corporal y, por lo tanto, son tan sensibles al balance de los aminoácidos de la dieta como al suministro de energía (Cozannet, Ceccantini y Spindola, 2019).

La inclusión de aditivos enzimáticos es una práctica común en la industria de alimentos para animales debido a que facilitan su digestión y estabilizan la flora intestinal. Debido al incremento de precio de los insumos principales para la elaboración de piensos de calidad para alimentar a las aves, se sintió la necesidad de innovar mediante la aplicación de aditivos alimentarios para aumentar la biodisponibilidad de los nutrientes de diferentes cereales que las aves no asimilan de la mejor manera ayudando a que su peso incremente en menor tiempo posible y con la utilización de una variedad de cereales. (Adeolat y Cowieson, 2005).

Actualmente el avicultor necesita ayuda en el óptimo crecimiento muscular, el cual se trata de optimizar las condiciones de producción para lograrlo al más bajo costo, pero sin afectar el bienestar del ave. Considerando que el costo del alimento es el más alto en la producción avícola, en la presente investigación se plantean alternativas de alimentación que sean eficientes en la producción y rentables económicamente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la adición de tres complejos enzimáticos en la producción de pollos de engorde en la granja experimental "La Pradera".

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la acción de tres complejos enzimáticos en la asimilación de calcio y fósforo.
- Evaluar el efecto de las diferentes enzimas sobre los parámetros zootécnicos de pollos Cobb-500.
- Establecer el análisis beneficio-costos de la inclusión de tres complejos enzimáticos sobre la productividad de pollos de engorde.

1.5 Hipótesis

- **Ho:** Ningún complejo enzimático mejora la productividad en los pollos de engorde.
- **Ha:** Al menos un complejo enzimático mejora la productividad en los pollos de engorde.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Avicultura en el mundo

La carne de ave a nivel mundial es la segunda de mayor importancia en volumen de producción, luego de la carne de cerdo, en visión mundial sobre la producción de carne; la producción de carne de ave revela un incremento de 3.13% en el año 2014 en razón del año 2012, respecto de la balanza mundial de producción de carne medidas en millones de toneladas (Rosales Tapia, 2017).

A nivel mundial se conoce a las carnes blancas, en las que se encuentra el pollo como menos nocivas para la salud respecto de las carnes rojas, ya que se indica que las segundas son portadoras de grasas saturadas y purinas que en el organismo; pero el principal factor para que se reporte un incremento en la producción de carne de aves es la demanda sometida al costo de la misma, ya que en relación a las carnes rojas principalmente a la carne de cerdo y a la carne de res resulta mucho más accesible y por ende es de mayor consumo en los hogares a nivel mundial (Romero, 2012).

Realizando un análisis continental de la producción de carne de pollo, América es el líder con 43.7% respecto de la producción mundial, seguida de Asia, Europa, África y Oceanía con porcentajes equivalentes al 33.5%, 16.5%, 4.9% y 1.3% respectivamente. En Latinoamérica, Brasil presenta los menores costos de producción avícola en el mundo, debido a la oferta de materia prima y a sus precios competitivos como resultado de una adecuada infraestructura terrestre y fluvial (Oviyus, 2013).

2.1.1 Avicultura en Ecuador

La producción de pollo de engorde en los últimos años en el Ecuador ha experimentado un importante progreso, debido a que las industrias que lideran en el mercado han incorporado tecnología y han conseguido una mejor organización en la cadena productiva, estimulando a los productores primarios a mejorar sus procesos y trabajar con tecnología de punta, con lo cual se ha contribuido a mejorar el control sanitario del sector avícola (Romero, 2012).

En Ecuador el incremento de consumo per cápita de pollo y huevo a lo largo del tiempo demuestran la contribución del sector avícola en la seguridad alimentaria, a través del aprovisionamiento de proteína animal de bajo costo, consumida por la mayoría de la población, independientemente de su nivel de ingresos. El consumo de carne de pollo y huevos se extiende a nivel nacional y se registran granjas avícolas en todas las provincias del país, la producción es permanente a lo largo del año. El ciclo productivo de un pollo de engorde es de 42 días con peso promedio de 2.4 kilos (CONAVE, 2015).

El pollo es uno de los principales productos pecuarios, base en la dieta de los hogares ecuatorianos y parte de la canasta familiar; paulatinamente los hogares optan por volcarse hacia un sistema de consumo nutritivo que permita mejorar su estilo de vida así como alcanzar mayores niveles de ahorro, y en este contexto, el pollo es el producto ideal para el consumo humano principalmente por ser una proteína que se oferta a un costo relativamente asequible en el mercado alimenticio (Romero, 2012).

2.2 Principales razas de pollos de engorde

Los avances en la genética se centran en lograr mejor rendimiento, alta conversión alimenticia y excelente calidad de carne, textura, proteína, grasa o contenido de colesterol. Por lo anterior, los pollos modernos son seleccionados no solo por lo rápido que crecen, sino por satisfacer las demandas de los consumidores de carne blanca con menos grasa, llegando a producir más de la mitad del total de la carne en carne blanca (Nilipour, 2004).

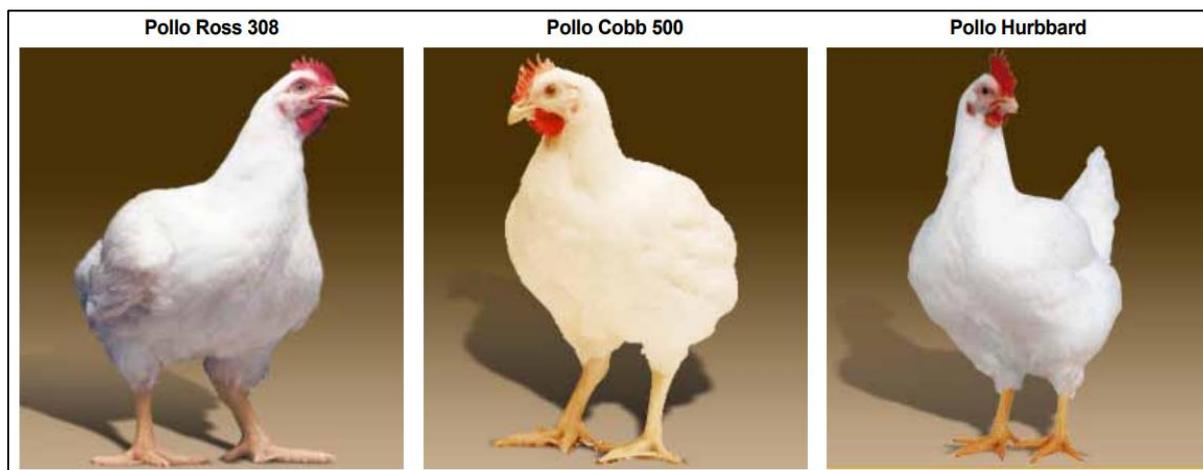
Es importante saber que las líneas genéticas utilizadas en América Latina son de conformación, obteniendo la mayor acumulación de pechuga después de los 28 días de edad, logrando al final del ciclo productivo pollos con pechugas de pesos equivalentes a más del 30 % del peso corporal de 2 500 gramos en promedio (Nilipour, 2004).

Actualmente se encuentran disponibles en el mercado diversas razas de pollos, la mayoría mejoradas, de gran exigencia y cuidados en su manejo. Dentro de las razas o estirpes mejoradas pueden mencionarse los pollos Ross 308, Cobb Vantress y Hurbbard como expone Andrade (2017) a continuación.

- a. **Pollo Cobb 500:** Considerado el pollo de engorde más eficiente, posee la más alta conversión alimenticia, la mejor tasa de crecimiento y viabilidad en una alimentación de baja densidad y menos costo; esto le permite mayor ventaja competitiva por su costo más bajo por kilogramo de peso vivo.
- b. **Pollo Ross 308:** Es una raza con buen desarrollo, buena tasa de crecimiento, robustez, buena conversión alimenticia y rendimiento y versatilidad para satisfacer una amplia gama de requisitos del producto final.
- c. **Pollo Hubbard:** Raza de pollo indicada preferiblemente para los mercados de piezas de pollo (con hueso) y de pollos enteros. Se caracteriza por su alta eficiencia, rapidez en crecimiento inicial y se destaca especialmente bajo condiciones de manejo limitadas. Además de un rendimiento excepcional en pollo de engorde vivo, el pollo Hubbard también tiene un excelente rendimiento de caparazón.

Figura 1

Principales razas o estirpes de pollos de engorde utilizadas en Ecuador.

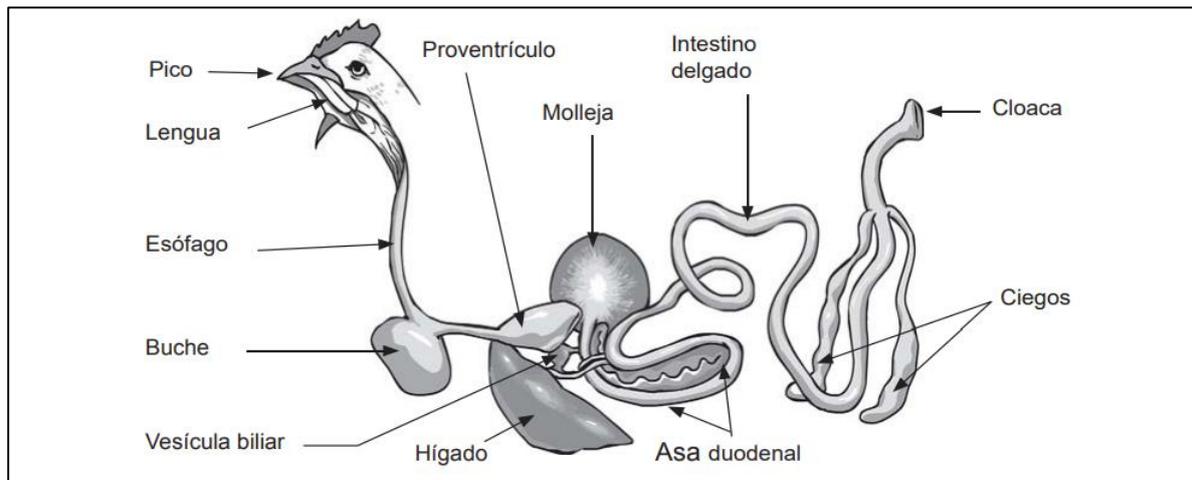


Fuente: Rosales Tapia (2017)

2.3 Anatomía y fisiología de las aves

2.3.1 Sistema digestivo

Las aves no disponen de dientes, por lo tanto, la masticación no se produce. Los distintos segmentos del sistema digestivo son: pico esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado, intestino grueso y cloaca (Barbado, 2004).

Figura 2*Esquema digestivo del ave.*

Fuente: Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA] (2017).

2.3.1.1 El pico.

El pico de las aves es el semejante de la boca en los mamíferos. Es de estructura que consta de dos mandíbulas establecidas en los huesos maxilares de la cabeza del ave. Por falta de dientes, el pico no tiene la función de masticar los alimentos, sino de atraparlos y deglutirlos. Para lograrlo utiliza la lengua, la que posee en su parte posterior, una hilera o cresta de papilas filiformes o cónicas dirigidas hacia atrás, que ayudan a empujar los alimentos hacia la faringe a la abertura del esófago (Nickel, 1977).

También el pico posee en su interior glándulas salivares que lubrican todos los alimentos digeridos por el ave y facilitan su deglución. A esto se suma un movimiento que efectúa el ave que consiste en levantar la cabeza y sacudirla de arriba y adelante, provocando de esa manera la caída del alimento hacia el esófago (Chatelain, 1992).

2.3.1.2 Esófago.

Después de atravesar la faringe, el alimento cae al esófago, un tubo elástico de paredes delgadas por donde pasa el alimento hacia una especie de bolsa formada por la ampliación del mismo esófago y se llama buche, en el cual se acumula y se retiene por algunas horas antes de seguir por el resto del tubo esofágico. El esófago se extiende de la faringe al estómago. En su extensión sigue un recorrido a lo largo del cuello del ave y termina en una porción que queda dentro de la cavidad torácica (Vaca, 2003).

2.3.1.3 *Buche.*

El buche se considera un órgano de paso e incluso se apunta a una actuación escasa en la digestión por fenómenos de fermentación microbiana y cierta capacidad de absorción de glucosa y ácidos grasos volátiles (AGV) en ciertas aves (McLelland y King, 1979).

2.3.1.4 *Proventrículo.*

En el proventrículo o estómago glandular, también llamados estómagos verdaderos de las aves se segregan pepsinógeno y ácido clorhídrico, que se ponen en contacto con el bolo alimenticio. El proventrículo es de forma ovoide y ligeramente alargada, posee una pared interna con numerosas glándulas que producen jugo gástrico compuesto principalmente con la enzima pepsina y ácido clorhídrico que ayudan a la digestión de proteínas (Vaca, 2003).

2.3.1.5 *Molleja.*

En la molleja se dan procesos de mezcla y molienda, debido a las fuertes contracciones de la potente masa muscular de la misma, en aves que consumen granos de cereales, leguminosas etc. El tamaño depende de los hábitos alimenticios del ave, estando más desarrollado en aves que consumen semillas (Angulo, 2009).

2.3.1.6 *Intestino delgado.*

En esta región del intestino es donde se produce la mayor parte de acción digestiva y absorción de nutrientes. La primera parte del intestino delgado, el duodeno, forma un lazo en cuya superficie extrema esta adosado el páncreas, un órgano que segrega un jugo pancreático con las enzimas tripsina, amilasa y lipasa pancreática. El intestino continuo con el yeyuno, el cual esta sostenido por un tejido llamado mesenterio (Kotch, 1973).

El duodeno sale del estómago muscular (molleja) por su parte anterior derecha, se dirige hacia atrás y abajo a lo largo de la pared abdominal derecha, en el extremo de la cavidad dobla hacia el lado izquierdo, se sitúa encima del primer tramo duodenal y se dirige hacia delante y arriba. De este modo se forma un asa intestinal, la llamada asa duodenal, en forma de "U", cuyas dos ramas están unidas por restos de mesenterio. El íleon, cuya estructura es estirada y se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, el pH que se encuentra acá es de 7,59. En el lugar del íleon, donde desembocan los ciegos, empieza en el grueso (Dukes, 1969).

2.3.1.7 *Intestino grueso.*

El intestino grueso es relativamente corto y tiene poca acción digestiva, Sirve como almacén de residuos de la digestión donde se recupera el agua remanente de dichos residuos contienen para ser aprovechada de nuevo por el organismo. El intestino grueso desemboca en la cloaca a través del recto (McLelland, 1990).

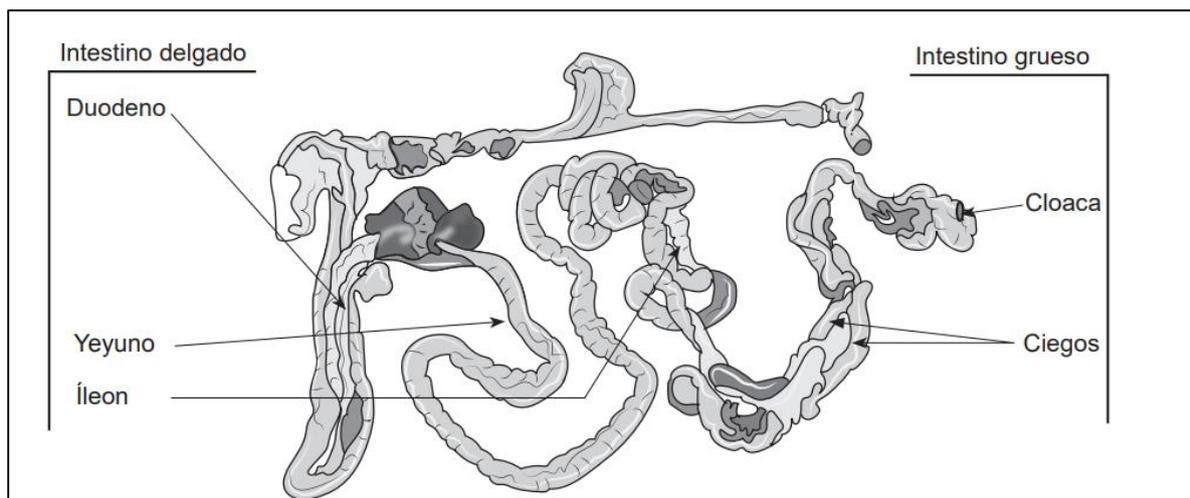
Las aves domésticas poseen dos ciegos, que son dos tubos con extremidades ciegas, que se originan en la unión del intestino delgado y el recto y se extienden oralmente hacia el hígado. El pH del ciego derecho es de 7.08, mientras que el pH del ciego izquierdo es de 7.12. La porción terminal de los ciegos es mucho más ancha que la porción inicial. Se cree que la función de los ciegos es de absorción, que están relacionados con la digestión de celulosa (Dukes, 1969).

2.3.1.8 *Cloaca.*

La cloaca es una amplia cavidad situada al final del tubo intestinal; es aquel lugar de salida del sistema digestivo y de los aparatos urinario y reproductor. Posee formaciones o pliegues llamados coprodeo, urodeo y proctodeo, donde desembocan respectivamente el orificio de la salida del recto, dos orificios urinarios y dos orificios genitales en el macho. En la hembra, desemboca en la cloaca la abertura ancha y hendida del oviducto (Vaca, 2003).

Figura 3

Partes del intestino delgado e intestino grueso.



Fuente: JICA (2017).

2.3.1.9 *Páncreas.*

El páncreas tiene funciones muy dispares. Por una parte, su función endocrina es tal que produce hormonas como la insulina, glucagón y polipéptidos pancreáticos. Por otra, juega un papel destacado en la digestión ya que en su faceta exocrina produce enzimas como el tripsinógeno (enzima proteolítica) que es activa en el intestino delgado por la acción de una enzima producida en la propia mucosa intestinal llamada enteroquinasa. Esta actividad permite disponer de la tripsina, que a su vez puede activar el quimotripsinógeno a quimotripsina. Otras enzimas como nucleasas, lipasas y amilasas las segrega el páncreas en su forma activa (Angulo, 2009).

2.3.1.10 *Hígado.*

El hígado es la glándula más grande del cuerpo del ave y sus funciones son muy importantes ya que entra en mecanismos de detoxicación, secreción de bilis, almacenamiento de vitaminas y glucosa, metabolismo de proteínas, hidratos de carbono, y lípidos, producción de proteínas (albumen, protrombina y proteínas de transporte de hormonas, vitaminas), activación de la tiroxina, inactivación de hormonas, entre otras (Nickel, 1977).

2.3.2 **Sistema óseo**

Toda la anatomía de las aves está marcada por la capacidad de volar y esta impresión persiste clara en las especies que han perdido la capacidad del vuelo. La capacidad de volar está concretamente marcada en el esqueleto caracterizado por muchos puntos. Muchos huesos son leves por la neumatización debida a la penetración en la cavidad medular por todo lo largo del hueso por el divertículo de los sacos aéreos. Comparado con los mamíferos, los esqueletos de las aves tienen una alta concentración de fosfato de calcio (Degueurce, 2010).

Por otra parte, los huesos de las aves son más ricos en sustancias inorgánicas (fosfato cálcico) que los de los mamíferos, llegando a contener hasta un 84% de estas sustancias. Los huesos largos, además, presentan una cortical muy fina y la cavidad medular contiene una red de trabéculas que aumentan la resistencia del hueso. Estas circunstancias dan lugar a que los huesos de las aves sean más duros, pero a la vez más frágiles y menos elásticos que los de los mamíferos. Por ese motivo, al producirse una fractura se astillan fácilmente, lo que imposibilita su reparación mediante empleo de placas de metal o clavos intramedulares que destruyen la

estructura interna. Por todo ello, lo más apropiado para la corrección de fracturas es el uso de fijadores externos (Osorio, 2019).

2.3.2.1 Fémur.

El fémur es parecido al de los mamíferos y su extremo distal se inclina craneolateralmente, acercando gran parte del miembro pelviano al centro de gravedad del cuerpo. Las aves también poseen rótula. Respecto a los huesos de la pierna, mientras que el peroné se reduce a un fino hueso afilado, la tibia incorpora distalmente la fila proximal de huesos tarsianos, lo que forma el tibiotarso. El fémur y el tibiotarso, a diferencia de otros huesos largos, son muy ricos en médula ósea (Gil, 2002).

2.4 Alimentación y nutrición de aves

La nutrición es la variable de mayor impacto en la productividad, la rentabilidad y el bienestar del pollo de engorde. La formulación y el balance de las dietas requiere la experiencia y conocimiento de un especialista en nutrición, pero el administrador de la granja debe tener conocimiento del contenido nutricional del alimento que suministra a sus aves y realizar un análisis rutinario del alimento que recibe para determinar si se están obteniendo los contenidos nutricionales esperados y que el alimento sea el mejor posible para sus circunstancias particulares de producción (Garantía Global de Abastecimiento [AVIAGEN], 2014).

2.4.1 Enzimas exógenas

Las enzimas en la alimentación animal es uno de los sectores industriales a los que corresponde mayor porcentaje del consumo total. Las enzimas hoy en día se han convertido en uno de los pilares fundamentales en la mayoría de piensos: su principal función es la de mejorar la digestibilidad del alimento y, por ende, del engorde animal (Plou, 2016).

La adición de enzimas al alimento puede mejorar la disponibilidad de los polisacáridos no amiláceos y reducir el efecto negativo que estos residuos no digeribles tienen sobre la viscosidad del contenido intestinal (Durán, 2005).

2.4.1.1 Mecanismos de acción de las enzimas

Khattak, Pasha y Hayat (2006) expresa que, de acuerdo al tipo de sustrato que atacan, existen cuatro tipos de enzimas que dominan el mercado de nutrición animal: enzimas para degradar, fibra, proteína y almidón. Degradación de fibra: una de las limitantes de los

monogástricos (cerdos y aves) se encuentra en que no producen enzimas que les permiten degradar la fibra que se encuentra en los alimentos de origen vegetal, estos ingredientes presentan fibra soluble e insoluble, esta última es causante de aumentar la viscosidad del contenido intestinal limitando la absorción de nutrientes y como consecuencia disminuye el crecimiento del animal. Cowieson, Hruby y Pierson (2006), también relacionan con desórdenes digestivos como colitis en cerdos y pérdida de calidad por lesiones en pechuga y corvejones de aves de corral.

Enzimas como xilanasas y β -glucanasas pueden disminuir la variabilidad de los ingredientes nutricionales, ya que su contenido de fibra puede variar en relación al lugar de crecimiento y condiciones climáticas entre otras características, su uso tiene un impacto directo sobre las poblaciones microbianas del intestino (Glitsoe, Ruckebusch y Knap, 2015).

Degradación de proteínas: varios ingredientes de origen vegetal proporcionan los aminoácidos necesarios en las dietas de los monogástricos, ingredientes como la soya contienen (factores antinutricionales) tales como inhibidores de lecitina y tripsina (Casso y Montero, 1995).

Los factores antinutricionales están asociados a daños en la superficie de absorción de nutrientes a nivel del intestino, la adición de proteasa puede neutralizar o eliminar los efectos de los factores antinutricionales y ayudar a degradar las moléculas grandes de proteínas a fracciones absorbibles (Khattak, Pasha y Hayat, 2006). Degradación de almidón: el maíz ha sido uno de los ingredientes principales en la dieta de los animales por muchos años, ya que se ha posicionado como un alimento que presenta hasta un 95% de digestibilidad, pero actualmente este ingrediente raramente excede el 85% de digestibilidad (Medina, 2003).

La adición de amilasa a las dietas permite exponer al almidón más rápido hacia la absorción en el intestino delgado, de esta manera el crecimiento de los animales se acelera, la utilización de amilasa en las dietas también se ve relacionada con el incremento de enzimas endógenas, la digestión y absorción aumentan y los índices de producción mejoran (Cowieson, Hruby y Pierson, 2006).

Tabla 1*Efecto de enzimas sobre aves.*

Nutriente	Enzima	Efecto sobre las aves
Proteínas	Proteasa	- Incremento en la digestibilidad y asimilación de proteínas y aminoácidos. -Reducción de nitrógeno en las excreciones.
Grasas	Lipasa	-Mejora el aprovechamiento energético. -Incremento en la absorción.
Fósforo	Fitasa	-Reducción de fósforo en las excreciones. -Mejora la asimilación de cobre, zinc y magnesio. -Neutralización de factores antinutricionales.
(N3S) +	Alfa-galactosidasa Pontosanasa Beta-glucanasa	-Incremento en la utilización de la energía metabolizable. -Incremento en la digestibilidad de las proteínas.
Proteínas, energía metabolizable verdadera, fósforo.	Alfa-galactosidasa y peptidasa conjuntamente	-Incremento en la digestibilidad de las proteínas, energía y fósforo. -Incremento final de peso 2%. Incremento en consumo de alimento 0,5% -Aumento en la mortalidad 1,5%.

Fuente: Espinoza (2003).

2.4.1.2 *Fitasa.*

El ácido fítico se descubrió en 1872 por Pfeffer y una primera investigación acerca del uso de la fitasa de 1907, estudio en el cual muestra a esta enzima como un medio para la reducción del contenido del ácido fítico en el salvado de arroz y esta primera aplicación da cuenta de la importancia industrial de la fitasa (Dvpráková, 1998).

La actividad de esta enzima se expresa en unidades de fitasa y se define como la cantidad de enzima que libera 1 μmol de orto fosfato inorgánico/min de 0.0051 mol/L de fitato de sodio a un pH 5.5 y a una temperatura de 37 °C, pero el número de unidades de fitasa que se requieren para reemplazar un gramo de fósforo varía con la forma química del compuesto, composición de la dieta, edad y estado fisiológico del animal National Research Council, 1994).

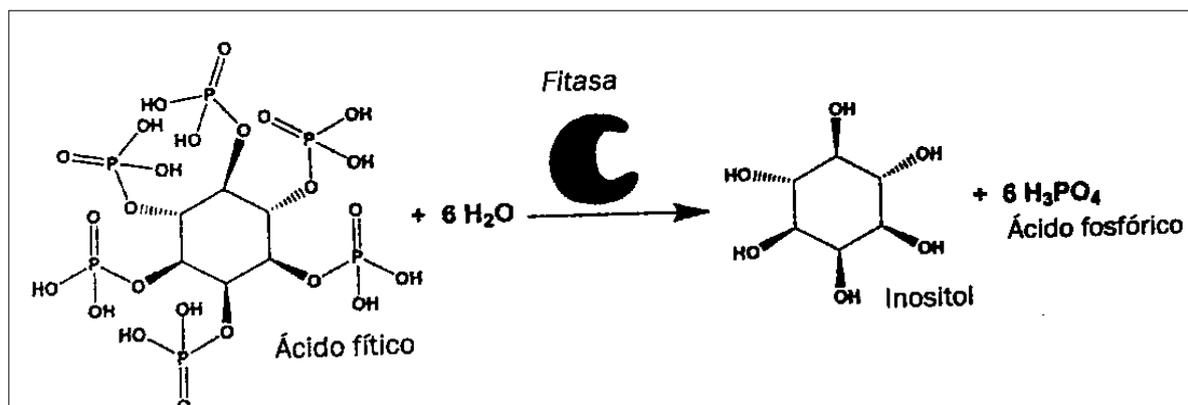
La importancia de la fitasa en la alimentación de animales monogástricos se relaciona con la eliminación de los efectos antinutricionales del ácido fítico por hidrólisis del compuesto

y la mejor utilización del fósforo presente como fitato. Además, la suplementación con fitasas en las dietas en aves reduce la cantidad de fósforo excretado de hasta el 50%, disminuyendo considerablemente la contaminación de suelos (Bernal, 2009).

Una de las enzimas más trascendentales en este campo es la fitasa, la mayor parte del fósforo que contienen los piensos se encuentran en forma de fitato, una molécula compleja que contiene seis grupos de fosfatos sobre una base de inositol y que no es asimilable por parte de los animales de granja. Esta es la causa por que el estiércol suele contener un elevado nivel de fosfatos (Figura 4). La adición de fitasa a los piensos o balanceados permite liberar dichos grupos de fosfato, convirtiéndolo en fósforo asimilable por el animal, lo que favorece su crecimiento y mineralización ósea también facilita la absorción de algunos cationes esenciales que se encuentran en el pienso (Plou, 2016).

Figura 4

Eliminación del fitato de piensos mediante la acción de fitasa.



Fuente: Plou (2016).

2.4.1.3 Degradación de ácido fítico.

El fósforo se requiere para la mineralización de los huesos, inmunidad, fertilidad y crecimiento; sin embargo, tanto aves como cerdos tienen la capacidad de absorber sólo un 30-40% de fósforo proveniente de ingredientes de origen vegetal, el resto del fósforo se encuentra inaccesible para los animales desde un punto de vista nutricional, en muchas ocasiones es necesario la adición de fósforo a las dietas, volviéndolas más costosas, y eliminando grandes cantidades de fósforo al ambiente, al agregar fitasa a la dieta, el AF es degradado, liberando más fósforo al organismo del animal (Khattak, Pasha y Hayat, 2006).

2.4.1.4 *Beneficios de la utilización de fitasas en avicultura.*

El uso de enzimas se ha dado desde principios de 1990 como una herramienta importante para reducir el impacto ambiental de la ganadería industrial y mejorar la rentabilidad en las aves (Reddy y Sathe, 1982). Además de la ventaja relacionada al costo y beneficio en sostenibilidad, la hidrólisis de fitatos también ofrece varios efectos fisiológicos adicionales a la liberación de fósforo en los animales. El principal beneficiario del uso de fitasas en la dieta, corresponde al incremento de la absorción de minerales aparte del fósforo y su biodisponibilidad; como se ha mencionado anteriormente, la fitasa permite un aumento considerable de la capacidad del organismo para absorber y asimilar minerales como el calcio, magnesio y hierro (Rosen, Bedford, y Partridge, 2010).

La utilización de fitasas también se ha visto relacionado a un mejor y más eficiente aprovechamiento de la energía que obtienen las aves a partir de su alimentación, según el autor se explica por una mejora en el rendimiento a la canal y menor cantidad de grasa abdominal, siendo este uno de los resultados que más se espera en avicultura ya que va de la mano con una disminución de los costos de producción (Pirgozliev y Bedford, 2016).

La superdosis de la fitasa se basa en el principio de utilizar tres a cuatro veces más la dosis estándar, iniciando por 1000 FTU/kg u OTUS/kg en una dieta, en la cual se puede tener un valor nulo en la matriz nutricional de la enzima (Cowieson, Bedford, York, y Wyatt, 2013). Usualmente el uso de las enzimas se lo realiza un top, es decir, 750 Lotus/Kg con matriz nutricional de la enzima más 750 Lotus/Kg sobre lo anterior, certificando de este modo un mayor descenso del fitato (Dossantos y Srinongkote, 2013).

Por otra parte, la aplicación de superdosis de fitasa en dietas para pollos de engorde tiene un efecto positivo sobre el desempeño productivo y en la digestibilidad de algunos nutrientes debido a la reducción del AF y sus ésteres a nivel del tracto gastrointestinal y a un incremento en la energía neta (Shimada, 2015).

2.4.1.5 *Xilanasa.*

Otra enzima de gran aplicación es la xilanasa, los cereales que constituyen la base de piensos (trigo, avena, cebada, centeno, etc.) presentan un componente hemicelulósico (fundamentalmente de arabinosilanos) que resulta difícil de digerir para animales como los

pollos o los cerdos. La incorporación en los piensos de xilanasas que preserven su actividad en las condiciones específicas del sistema gastrointestinal de los animales permite un mejor engorde, una mayor liberación de los nutrientes en la matriz de la pared celular y como consecuencia de todo ello un adecuado control de heces (Plou, 2016).

El modo de acción y los productos de hidrólisis varían de acuerdo con la fuente de la enzima. Las xilanasas se cristalizan fácilmente en sulfato de amonio y fosfato de sodio-potasio en pH de 3.5 a 9 y en otras sales, polímeros y solventes orgánicos; su solubilidad se aumenta con el incremento de temperatura en concentraciones moderadas de sulfato de amonio; la solubilidad en buffer de fosfatos (pH 9) disminuye en temperaturas entre el rango de 0-10 °C, pero permanece constante entre temperaturas de 10-37 °C (Dornez, 2009).

El uso industrial de las xilanasas representa una larga proporción de las enzimas hidrolíticas comerciales y se obtienen de fuentes bacterianas y fúngicas; las enzimas de los géneros *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Bacillus* y *Thermomonospora*, que también han sido estudiados por su producción de hemicelulasas. En la actualidad, la aplicación de las enzimas xilanolíticas es creciente y de importancia en la industria papelera, además es usado como aditivo en alimento de aves para mejorar la ganancia de peso y mejorar la eficiencia de conversión (Cooper, 2013).

El ácido fítico tiene una fuerte acción quelante sobre varios minerales, dando lugar a complejos insolubles que precipitan e impiden su absorción del intestino, lo que provoca diferencias minerales. La hidrólisis de una molécula de ácido fítico libera 6 grupos de fosfato, que pueden absorberse a través del intestino, Todo ello revierte en un incremento de la productividad de los animales (Castellano, 2014).

La mayor actividad de estas enzimas está representada por los microorganismos, se ha reportado producción de estas enzimas en bacterias grampositivas, por ejemplo, bacterias del género *Bacillus* y bacterias gram-negativas, *Echerichia. Coli*, *Klebsiella* y *Pseudomonas spp.* además, hongos filamentosos, específicamente *Aspergillus níger*. En su mayoría, las fitasas producidas por bacterias gram-negativas son proteínas intracelulares y periplasmáticas, a diferencia de los microorganismos gram-positivos donde estas enzimas son extracelulares (Díaz, 1999).

2.4.2 Aditivos enzimáticos

Los piensos animales son cada vez más sofisticados e incorporan una serie de aditivos, con fines diversos, siendo uno de los principales el aprovechamiento del alimento, lo que hace una mejor productividad de los animales (Plou, 2016).

Uno de los adelantos más significativos en lo que respecta a la alimentación de los pollos boiler, ha sido el desarrollo de suplementos que contienen enzimas formuladas para mejorar la asimilación de casi cualquier ingrediente de los piensos avícolas. Conjuntamente, las enzimas son sustancias de naturaleza proteica, son capaces de catalizar una o varias reacciones de la química metabólica. Es el procedimiento normal por el cual la naturaleza lleva a cabo los procesos de digestión en todo el reino animal. Cuando determinadas enzimas se añaden al alimento de las aves, éstas responden con crecimiento más acelerado, mejor calidad de la carne o mejor convertibilidad alimenticia (Pizarro, 2014).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2016), la incorporación de suplementos enzimáticos a los piensos avícolas presenta varias ventajas:

- 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. Sin la enzima, será necesario un riguroso control de la calidad de los ingredientes, ya que de lo contrario una buena parte de los alimentos no serán siempre bien digeridos, incrementan el valor metabolizado de los ingredientes destinados a proporcionar energía a las aves, ahorrando así alimento (FAO, 2016).
- Aumentan la digestibilidad de los alimentos, en especial de los proteicos, la asimilación de estos alimentos es también mayor, las aves crecen más rápido, mejoran la convertibilidad 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 (FAO, 2016).

Las enzimas exógenas se las utiliza en la mayoría de las dietas elaboradas para aves ya que dichas dietas son compuestas por ingredientes de origen vegetal las cuales la mayor parte de fósforo y calcio se encuentran de forma insoluble (fitatos y xilanos), considerando como un factor antinutricional para las aves y que no pueden ser digeridas por las mismas ya que carecen

de las enzimas necesarias, y a consecuencia de esto el fósforo y calcio es excretado casi en su totalidad mediante las heces (Favero, 2011).

2.4.3 Digestibilidad

La digestibilidad es uno de los factores más importantes para evaluar la calidad nutritiva de las raciones que consumen los animales, por que indica el grado de los nutrientes de los ingredientes que van a ser aprovechados directamente por el animal. La digestibilidad es conocido como un indicador del valor nutritivo de un alimento que además es un predictor de la performance animal (Marichal, 2012).

Por otra parte, se indica que la digestibilidad de un alimento se define como la proporción del alimento que fue aprovechada por el animal, que no es excretado por las heces y se supone por lo tanto que ha sido absorbida y por ello es el mejor sistema para conocer el valor de la energía aprovechada por las diferentes especies animales (Guevara, 2010).

2.5 Manejo y crianza de aves

2.5.1 Sistema de crianza en jaula (baterías)

Estas son agrupaciones de tres o cuatro pisos de jaula, este tipo de instalaciones suelen ser mecanizadas. Usar el sistema de crianza en jaula o batería tiene ventajas, ya que mejora el aprovechamiento del espacio al tener varios niveles de jaulas; al estar en jaula, las aves se encuentran aisladas de su excremento y no se infectan al realizar coprofagia (rompe el ciclo de la coccidiosis), y no es necesario añadir coccidiostático al alimento; no necesita la cama que sirva como aislante de temperatura ya que no se encuentran en jaulas; al estar más tranquilo el animal, sin competencia con el resto de la parvada, asimila mejor los nutrientes; el avicultor puede vender parte de la parvada sin molestar al resto de ella y fácil manejo de vacunaciones con menor mano de obra (Quintana, 2011).

Figura 5

Sistema de crianza en vertical (batería) de pollos de engorde.

**2.5.2 Sistema de crianza en piso**

La crianza en piso consiste en instalar a las aves sobre el piso, encima del cual se debe colocar la cama. Este método tiene la ventaja de ser el más económico y de ahorrar la mano de obra y tiene mayor sanidad ya que rompe con todos los ciclos de enfermedades al ejecutar mejor la limpieza de casetas, la desventaja de este sistema es que se amplifica la mortalidad a causa del amontonamiento e incrementa el costo de producción por concepto de cama. Al tener este sistema de crianza se debe tener más precaución ya que toca asegurar la cama que esté nivelada, compacta y sin hoyos, la criadora debe ser de 50 a 2 cm sobre el nivel de la cama. De la misma forma siempre revisar el termostato de las criadoras y así colocar bebederos y comederos alrededor de la criadora (Quintana, 2011).

Figura 6

Sistema de crianza en piso de pollos de engorde.



CAPÍTULO III

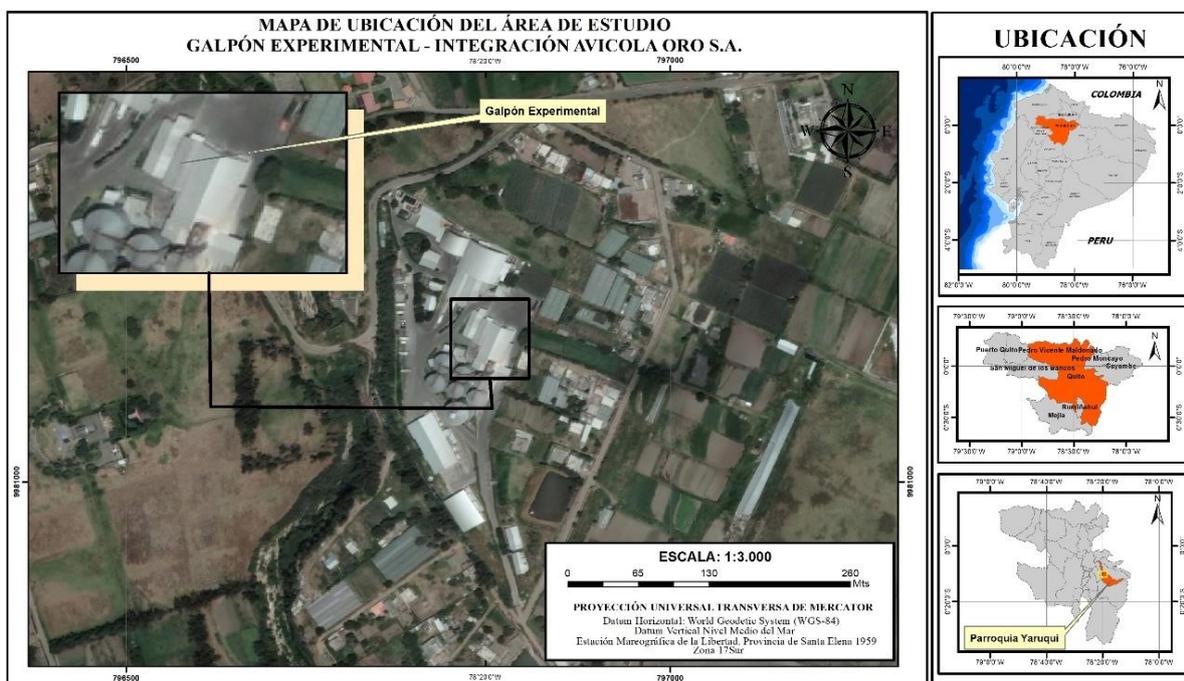
MARCO METODOLÓGICO

3.1 Caracterización del área de estudio

El presente estudio se realizó en el galpón experimental de la empresa Integración Avícola Oro S.A, en la parroquia Yaruquí, provincia de Pichincha como se aprecia en la figura 7. Con una altitud de 2850 m.s.n.m. latitud de $0^{\circ} 29' 36.67''$ N y longitud de $78^{\circ} 7' 53.25''$ W. (Instituto Geográfico Militar [IGM], 2013).

Figura 7

Mapa de ubicación del área de estudio.



En la tabla 2 se presentan las condiciones climáticas que caracterizan al área de estudio.

Tabla 2*Características climáticas.*

Característica	Valor
Temperatura promedio anual:	19 °C
Humedad relativa:	50%
Precipitación:	500 mm/año

Fuente: IGM (2013).

La presente investigación se realizó en un galpón abierto y las condiciones de manejo, sanidad y bioseguridad, las cuales son estandarizadas con las normas convencionales de la empresa e industria avícola del Ecuador.

3.2 Materiales, equipos, insumos y herramientas

En la tabla 3 se presenta los materiales empleados en la ejecución del presente ensayo.

Tabla 3*Materiales, equipos, insumos y herramientas.*

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Pollos (Cobb-500)	Termómetro (Lohmann Animal Health)	Desinfectante	Escobas
Cortinas	Balanza (Jadever, 0.01 mg de precisión)	Cal viva	Baldes
Vacunas	Bebedores de galón	Vitaminas	
Galpón	Comederos	Balanceado	
Baterías	Calentadoras	Complejos enzimáticos	
Cilindros de gas			

3.3 Métodos

3.3.1 Factor de estudio

En el presente estudio se utilizó como factor de estudio tres complejos enzimáticos que se presentan en la tabla 4, que posermiormente fueron analizados análisis.

Tabla 4*Identificación de complejos enzimáticos, detalles y códigos del experimento.*

Tratamientos	Descripción
Control Positivo	(Dieta estándar)
Control Negativo	(Dieta estándar - 100 kcal, - 0.16 P y Ca)
CN – 100 Kcal Enzima A	Dieta Estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca + Complejo Enzimático A
CN – 100 Kcal Enzima B	Dieta Estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca + Complejo Enzimático B
CN – 100 Kcal Enzima C	Dieta Estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca + Complejo Enzimático C

En la tabla 5 se puede observar la actividad de xilanasa y fitasa de cada complejo enzimático utilizados en el presente ensayo.

Tabla 5*Contenidos complejos enzimáticos.*

Complejo Enzimático A			Complejo Enzimático B			Complejo Enzimático C		
Enzima	Cantidad	Unidad	Enzima	Cantidad	Unidad	Enzima	Cantidad	Unidad
Fitasa	500	FTU	Fitasa	500	FTU	Fitasa	500	FTU
Xilanasa	2700	UX	Xilanasa	2000	UX	Xilanasa	2600	UX

Nota: **FTU.** unidades de Fitasa; **UX.** unidades de Xilanasa.

En la tabla 6 se indica el aporte energético que contiene cada uno de los complejos enzimáticos.

Tabla 6*Aporte energético, calcio y fósforo.*

Elemento	Complejo Enzimático A	Complejo Enzimático B	Complejo Enzimático C
Energía, Kcal/kg	99.9	95	93.5
Calcio, %	0.1596	0.1500	0.1250
Fósforo, %	0.1629	0.1720	0.1450

Se estableció una fase de alimentación en tres etapas: engorde 1 que va desde 1 a 14 días, engorde 2 de 15 a 28 días y engorde 2 de 29 a 42 días. El alimento fue elaborado a base de maíz y soya, en el caso de las dietas experimentales que contiene los complejos enzimáticos. En la tabla 7 manifiesta que materias primas fueron utilizados en la formulación del alimento de la dieta estándar.

Tabla 7

Contenido dieta estándar.

Materias primas	Engorde 1. (1 a 14 días)		Engorde 2. (15 a 28 días)		Engorde 3. (29 a 42 días)	
	Estándar	menos 100 kcal, 0.16% C a-P	Estándar	menos 100 kcal, 0.16% Ca-P	Estándar	menos 100 kcal, 0.16% Ca-P
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Maíz	33.84	39.584	55.644	61.359	63.789	68.513
Torta de Soya	31.1	30.4	28	27.2	25.5	24.9
Arroz partido	25	25	6.9	6.4	0	0
Aceite palma	4.8	0.7	4.9	1.3	6.2	3.1
Caliza	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1
Fosfato 22.7	1.8	0.95	1.5	0.67	1.4	0.57
Sal	0.46	0.46	0.43	0.43	0.43	0.43
Aminoácidos	0.93	0.936	0.656	0.671	0.611	0.617
Premezcla	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Aditivos	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62

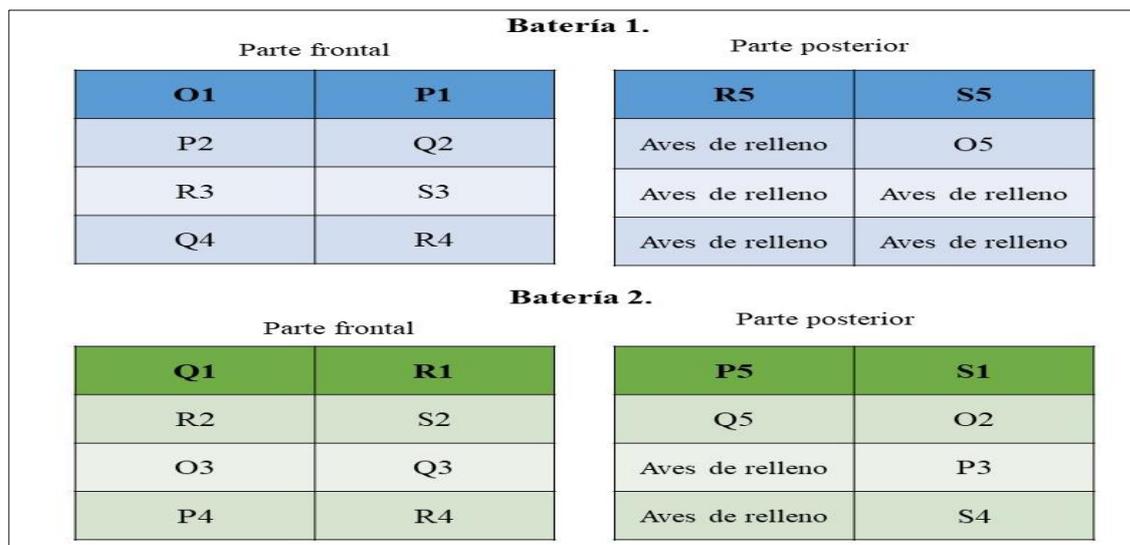
Fuente: Elaboración propia en base a información de Integración Avícola Oro

3.3.2 Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), en el cual se distribuyó de manera aleatoria las repeticiones tal como se observa en la figura 8, en un sistema vertical por baterías donde se encontraban las aves.

Figura 8

Distribución de área de estudio y unidades experimentales.



3.3.3 Características del experimento

Con base en el número de tratamientos y repeticiones, se dispuso de 25 unidades experimentales como se aprecia en la tabla 8 y figura 9, las mismas que correspondieron en este estudio. Para el ensayo se utilizaron dos baterías metálicas cuadrangulares ubicadas en el galpón con sus respectivos bebederos, comederos y bandejas.

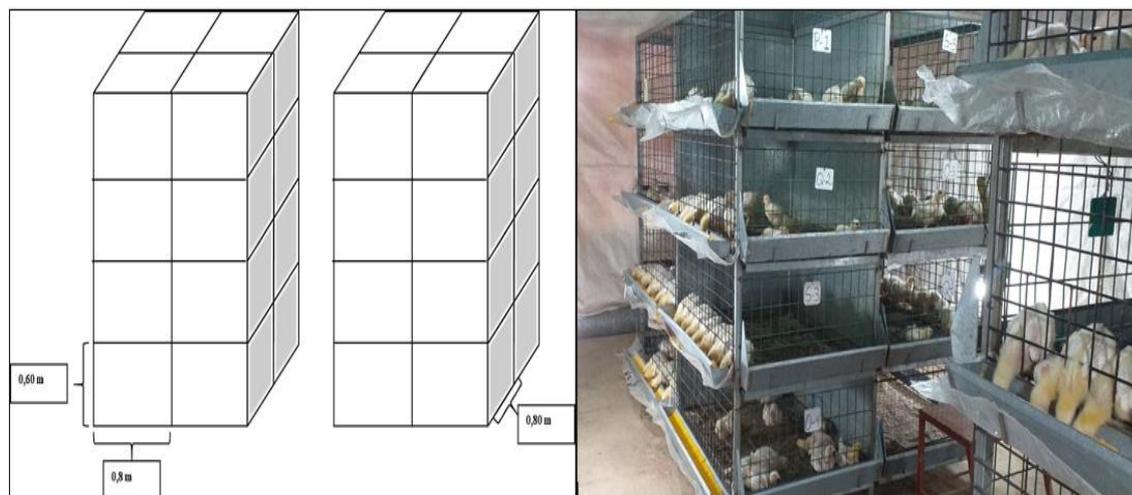
Tabla 8

Características del experimento.

Característica	Valor
Tratamientos:	5
Repeticiones:	5
Número de unidades experimentales:	25
Área total del ensayo:	10 m ²

Figura 9

Características del experimento y área de estudio.



3.3.4 Características de la unidad experimental

En la tabla 9 se detallan las características de la unidad experimental; es preciso mencionar que cada batería consiste en cuatro pisos, con cuatro jaulas por piso con capacidad para alojar 12 aves por jaula, en total de 48 pollos por piso.

Tabla 9

Características de la unidad experimental.

Datos	Medidas
Total, unidades experimentales	25
Largo unidad experimental	0.8
Ancho unidad experimental	0.8
Altura unidad experimental	0.6
Número de baterías	2
Número de pollos por jaula	12

3.3.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el software Infostat, a través del cual se realizó un análisis de varianza con prueba de medias LSD Fisher ($\alpha=0.05$). El ADEVA para el diseño experimental utilizado en la presente investigación se detalla en la tabla 10.

Tabla 10*Análisis estadístico.*

Fuentes de Variación	GL
Tratamientos	4
Error Experimental	20
Total	24

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Análisis de porcentaje de calcio y fósforo en tibias.

Al día 21 se extrajo de manera manual los huesos (tibias) y se retiró cualquier tipo de tejido restante, para así obtener las muestras correspondientes para su próxima evaluación en el cual se analizaron el porcentaje de calcio y fósforo en tibias por medio del protocolo de análisis de laboratorio- método calcinación detallado a continuación. De la misma manera en la figura 10 se aprecia el proceso desarrollado para la obtención de las muestras.

Figura 10*Proceso de obtención de muestras de huesos (tibias).*

A: Kit de disección. B: Extracción de tibias. C: Etiquetas por tratamiento. D: Muestras de tibias.

Los análisis químicos se realizaron por los métodos oficiales de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales [AOAC], por método de calcinación de las tibias método AOAC -923.03, en el análisis de calcio se realizó utilizando el método AOAC - 976.09 y para fósforo el método AOAC - 986.24.

3.4.1.1 Protocolo de análisis de laboratorio- método calcinación.

El análisis de ceniza es el residuo inorgánico de una muestra incinerada que se determina con el propósito de analizar el mineral, cantidad de materia orgánica y total de nutrimentos digeribles, y señalar la presencia de adulterantes minerales. La determinación de ceniza permite encontrar la adición de materias inorgánicas a un alimento. Se base en la calcinación de la muestra a 600° C (Rodríguez, 2015).

3.4.2 Digestibilidad aparente

A partir del día 21 se realizó dos colectas de heces diarias durante un periodo de 4 días. De igual manera se tomó muestras de alimento consumido a partir del día 21 conocido en la presente investigación como “engorde 2” para realizar un análisis proximal que determina el cálculo de coeficiente de digestibilidad aparente de las aves como se puede apreciar en la figura 11.

Figura 11

Proceso de Digestibilidad.



A: Colecta de excretas. B: Pesaje papel y muestras de excretas. C: Muestreo de alimento para envío a laboratorio

Los análisis químicos de laboratorio se realizaron por los métodos oficiales de la Asociación de Comunidades Analíticas [AOAC], para el análisis proximal del alimento en calcio se utilizó el método AOAC 927.02 y para fósforo SE.MI (AOAC 965.17). Conjuntamente para el análisis de calcio en excretas se usó el método SE.MI (AOAC 999.11) y para fósforo el método SE.MI (AOAC 965.17).

3.4.2.1 *Protocolo de análisis de laboratorio.*

Terminado el periodo de recolección, las heces se descongelaron, homogenizaron y mezclaron uniformemente para cada unidad experimental. Posteriormente se pesaron y se secaron en un horno de aire caliente a 75 °C durante 72 horas, para determinar el contenido de materia seca; parte de la muestra es incinerada para determinar el contenido de ceniza y la cantidad de materia orgánica que contiene (Seidlaboratory, comunicación personal, 16 marzo de 2020).

Con los resultados obtenidos del laboratorio del análisis proximal del alimento y de excretas se calculó el coeficiente de digestibilidad aparente. Se utilizó la fórmula empleada por Buñay (2010):

$$CDA = \frac{AC \times NC - CH \times NE}{AC \times NC} \times 100$$

Donde:

C.D.A.: Coeficiente de digestibilidad aparente.

A.C.: Cantidad de alimento consumido.

C. H.: Cantidad de heces.

N. C.: Concentración del nutriente consumido.

N. E.: Concentración del nutriente excretado.

3.4.3 Parámetros zootécnicos

3.4.3.1 Consumo de alimento

Se elaboró un registro de la cantidad de alimento consumido por los pollos de cada unidad experimental, el consumo de alimento se midió de manera diaria. La fórmula empleada se extrajo del manual de la línea genética Cobb 500.

$$A.C = A.S - A.R$$

Donde:

A. C.= alimento consumido

A. S.= alimento suministrado

A. R.= alimento rechazado

3.4.3.2 Ganancia de peso

Para ganancia de peso se realizó un pesaje inicial y un pesaje final de todos los pollos de cada unidad experimental y fue registrada a partir de la variable peso inicial, este dato se midió en gramos (Cobb, 2015).

Se manejó la siguiente fórmula del manual de la línea genética Cobb 500:

$$I.P. = P.F - P.I$$

Donde:

I. P.= incremento de peso

P. F.= peso final

P. I.= peso inicial

3.4.3.3 Conversión alimenticia.

Para la conversión alimenticia se realizó en cada una de las unidades experimentales con la ayuda de los datos de las anteriores variables. Se consideró el consumo de alimento en gramos y el incremento del peso semanal de los pollos en gramos (Cobb, 2015).

Se utilizó la siguiente fórmula extraída del manual de la línea genética Cobb 500:

$$C.A. = \frac{C.A.(g)}{I.P.(g)}$$

Donde:

C. A.= conversión alimenticia

C. A= consumo de alimento (g)

I. P. = incremento de peso (g)

3.4.4 Relación beneficio - costo

En esta variable se calculó por cada tratamiento, la rentabilidad del uso de complejos enzimáticos, para lo cual se tomó en cuenta todos los gastos de instalación, los materiales, insumos, las herramientas que se utilizaron en el experimento y una comparación del precio de la dieta estándar, dieta estándar menos 100 kcal y -0,16 Ca y P y las dietas adicionadas los complejos enzimáticos.

Se manejó la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\sum \text{Ingresos}}{\sum \text{Egresos}}$$

3.5 Manejo general del experimento

3.5.1 Desinfección del galpón

Se realizó una limpieza en seco, la misma que consistió en el barrido de la parte interna y externa del galpón. Posteriormente; se efectuó una limpieza en húmedo con detergente, como se aprecia en la figura 12. Además, se realizó la desinfección de este por medio de la aplicación

de amonio cuaternario con una bomba de mochila roseando todas las áreas internas y externas del galpón, de esta manera se evitó que se conviertan en vectores de enfermedades.

Figura 12

Desinfección de galpón.



3.5.2 Sistema de calefacción

El sistema de calefacción del área de baterías es un método de calefón a base de gas, la misma que se ubica en la parte inferior del área experimental de manera estratégica, es decir; a una altura que permita abarcar a todos los pollos, ya que cuenta con una capacidad de más 300 pollos de manera vertical. Esta fue la encargada de proporcionar el calor necesario a los pollos bebés en sus primeros días de vida y así alcanzar la temperatura requerida; esta depende de la etapa de crecimiento del ave.

3.5.3 Plan de vacunación

Los pollitos de raza Cobb 500 de propiedad de Integración Avícola Oro S.A., llegaron a recepción con dos vacunas, Marek y New Castle + Bronquitis. Durante los primeros cuatro días, se realizó el suministro de un antibiótico (fosfomicina), el mismo que fue disuelto en agua, con la finalidad prevenir enfermedades respiratorias; esta actividad es de suma importancia para garantizar la salud de los pollos. La primera vacunación realizada en el galpón fue contra

las enfermedades de New Castle (Ma 5 + Clone 30) a los 14 días aplicadas directamente al agua. En la figura 13 se aprecia el proceso descrito.

Figura 13

Proceso de vacunación.



A: Vacuna. B: Sistema de refrigeración y transporte de vacuna. C: Medición de Ph. D: Mezcla de vacuna. E: Aplicación de vacuna.

3.5.4 Actividades diarias

Todos los días se proporcionó alimento en cantidad necesaria y agua de calidad, realizando previamente la limpieza de bebederos y comederos. Monitoreo de temperatura con los termómetros ubicados en cada piso de la batería y áreas aledañas a las jaulas, se mantuvo las temperaturas de: 1 a 7 días: 30 °C, 8 a 14 días: 28 °C, 15 a 21 días: 27°, 29 a 35: 23 °C y 36 a 42 días: 21 °C.

Se llevaron registros diarios de alimentación, vacunación, temperatura y mortalidad. En el caso de mortalidad se anotó de manera exacta del peso del ave, residuo de alimento, ubicación y fecha del ave muerta, se procedió a enterrarlo en una fosa, manteniendo el manejo sanitario en el galpón.

Figura 14

Actividades diarias.



A: Recepción del pollo. B: Revisión de agua de bebida de unidades experimentales. C: Registro de mortalidad diaria.

3.5.5 Alimentación

El alimento fue elaborado en la planta de alimentos balanceados de la empresa Integración Avícola Oro S.A., ubicada en Yaruquí, Pichincha. Para la elaboración del alimento se utilizó en una mezcladora industrial con capacidad de aproximadamente 1 tonelada, donde se utilizó la matriz de formulación de dietas y complejos enzimáticos, el alimento fue elaborado cada dos semanas durante todo el ciclo de producción de las aves. El almacenamiento del balanceado efectuó en sacos de material sintético dentro del galpón experimental.

Figura 15

Elaboración de alimento para aves.



A: Mezcla de materias primas y complejos enzimáticos. B: Ensacado del alimento por tratamiento.

Para la alimentación de las aves fue pesado el alimento diariamente y suministrado en una sola ración y a libre acceso para cada unidad experimental, registrando el sobrante para determinar el consumo por cada ave. El alimento fue suministrado según el programa de alimentación diseñado para esta actividad.

Se realizó pesajes en los días 1 y 42 para medir la conversión alimenticia y ganancia de peso, en donde se efectuó la restricción de agua y alimento a todas las aves antes de su pesaje, y su vez el despacho de estas se realizó a los 42 días.

Figura 16

Proceso de alimentación y pesaje de pollos.



A: Distribución y pesaje de alimento diario. B: Pesaje inicial C: Pesaje final

3.5.5.1 Faena o procesamiento.

Este proceso se lo realizó a los 42 días de producción, es un paso ante mortem donde empieza con el ayuno de 12 horas de las aves después se procede con la captura de las aves de las instalaciones experimentales, las cuales se trasladan a la planta de proceso por medio de huacales donde ingresan 8 aves/huacal, inmediatamente pasan a la cadena de colgado donde las aves sufren shock eléctrico para que las aves no sufran el momento del sacrificio luego pasa a desplumado, eviscerado, clasificación, despresado, empaque.

Figura 17*Proceso de faenamiento.*

A: Huacales. B: Recolección de pollos. C: Desalojo de aves de engorde. D: Traslado de aves.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Parámetros zootécnicos

Los parámetros zootécnicos se dividen en tres variables específicas las cuales son, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. En el presente ensayo se encontraron los siguientes resultados:

4.1.1 Análisis de varianza y comparación de medias para ganancia de peso

En la tabla 11 se presenta el análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que se obtuvo un p valor de 0.0349.

Tabla 11

Análisis de varianza para la variable ganancia de peso.

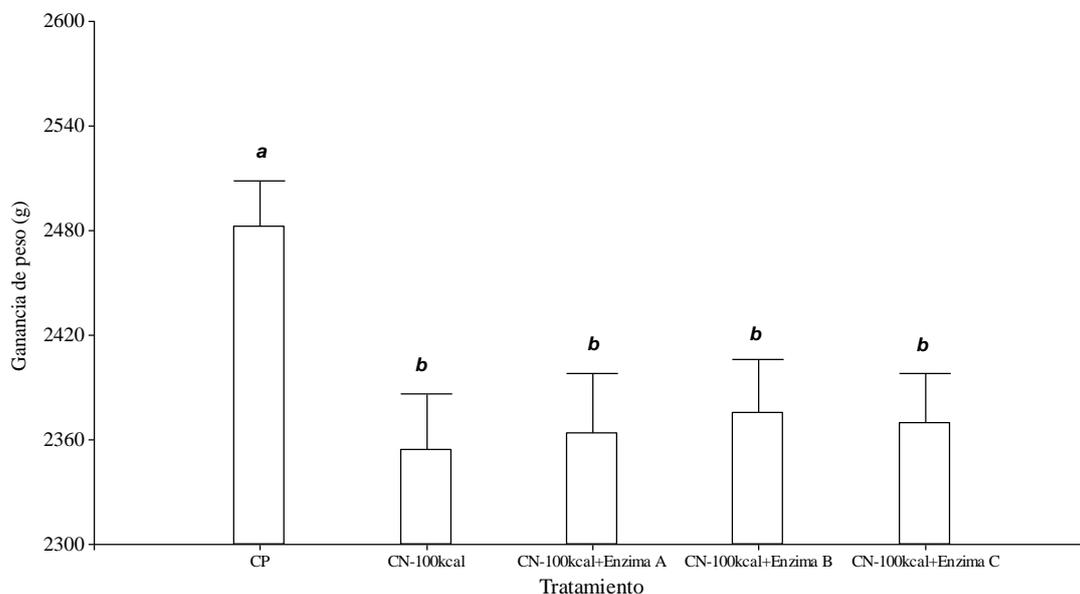
Fuente de variación	gl FV	gl EEx	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	3.38	0.0349

Nota: **gl FV.** grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** grados de libertad error experimental.

En la prueba LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) se formaron dos rangos, como se observa en la figura 18, donde el tratamiento que se destaca es el control positivo que registró ganancia de peso y se ubica como único en el rango a; mientras que los demás tratamientos se ubican en el rango b; por lo que se puede inferir que ningún complejo enzimático fue capaz de compensar 100 kcal. Es preciso mencionar que, los tratamientos con complejos enzimáticos poseen un peso promedio de 3.53 g respectivamente.

Figura 18

Ganancia de peso a los 42 días.



Nota: **CP**. Control positivo; **CN**. Control negativo.

Los resultados encontrados en la presente investigación coinciden con los reportado por Godoy y Hernández, (2002), ya que el peso corporal de las aves a la cuarta semana de edad aumentó significativamente ($P < 0.05$) con la incorporación de fitasa en la dieta y los mayores pesos se alcanzaron con el nivel de 0.65% de fósforo total. Sin embargo; Camiruaga, García, Elera, y Simonetti, (2001) mencionan que los pesos pueden mejorar cuando se usan dietas con dos o más enzimas por falta de sustrato. El motivo de estas diferencias en los resultados puede deberse a las diferentes formas de las dietas usadas debido a la variación del contenido de los Polisacáridos no Amiláceos (PNA) en los granos de cereales, ya que triticale posee un valor de 16.9 % de este polisacárido; sin embargo, el maíz utilizado como componente principal de las dietas expuestas en esta investigación posee un valor de 13.1 %. Por el contrario, Jaramillo y Rodríguez (2019) manifiestan que, en su estudio se obtuvo una diferencia significativa en aquellas dietas, en donde se empleó una sobredosificación de fitasa de 1000 FTU, la cual presentó una ganancia de peso al momento de consumo de alimento

4.1.2 Análisis de varianza y comparación de medias para consumo de alimento

El análisis de varianza que se presenta en la tabla 12, permite afirmar que no existen diferencias significativas ($p=0.6776$) entre los tratamientos evaluados.

Tabla 12

Análisis de varianza para la variable consumo de alimento.

Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	0.59	0.6776

Nota: **gl FV.** grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** grados de libertad error experimental.

Al realizar la prueba LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) que se presenta en la tabla 13, se confirma que los tratamientos fueron estadísticamente similares; debido a que no se presentaron diferencias significativas. Sin embargo, la diferencia máxima entre los tratamientos de esta investigación fue de 374.59 g con respecto al consumo de alimento del ave, lo que significa que aquellos animales de engorde tuvieron una leve diferencia en el comportamiento con respecto a los complejos enzimáticos utilizados en la presente investigación.

Tabla 13

Análisis de medias y error estándar para la variable consumo de alimento en gramos.

Tratamiento	Media (g)	±	E.E.
Control positivo (Dieta estándar)	3877.11	±	150.30
Control negativo (Dieta estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca)	3783.39	±	85.06
Control negativo+ complejo enzimático A	3749.38	±	240.41
Control negativo+ complejo enzimático B	3502.52	±	272.68
Control negativo+ complejo enzimático C	3601.32	±	217.70

Los presentes resultados no muestran una variación significativa, ya que el valor más alto es de 3877.11 g, el cual corresponde a la dieta estándar y el valor más bajo es de 3502.52 g que corresponde al complejo enzimático B, esto muestra la no existencia de diferencias entre los tratamientos por lo que se concuerdan con los datos reportados por Camiruaga et al (2001), quienes mencionan que a la adición de fitasa como complejo enzimático en las dietas para pollos no representa alguna diferencia significativa con respecto al consumo de alimento.

Así también, los resultados evidenciados en esta investigación concuerdan con lo mencionado por Valenzuela Arias (2011) quien encontró que, el consumo de alimento es independiente del tipo de fitasa que consuma en la dieta, debido a que en este estudio se empleó una dosis de 750 FTU. Con lo antes mencionado se deduce que la presencia de fitasa en la dieta diaria de aves de engorde no posee influencia al momento del consumo de alimentos.

4.1.3 Análisis de varianza y comparación de medias para conversión alimenticia

En la tabla 14 se observa los resultados del análisis de varianza, en el que se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.7104$) entre tratamientos, esto debido a que la conversión alimenticia fue similar en los tratamientos analizados.

Tabla 14

Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia en gramos.

Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	0.54	0.7104

Nota: **gl FV.** grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** grados de libertad error experimental.

Al realizar la prueba LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) que se presenta en la tabla 14, se reitera la similitud de los tratamientos investigados; debido a que no se presentaron diferencias significativas. Sin embargo, como se evidencia en la tabla 15, el tratamiento de complejo enzimático B es el que tiene un valor de 1.47 g lo cual indica que los animales que consumieron dicho alimento poseen una leve eficiencia de transformación del alimento en carne; mientras que el tratamiento con la mayor conversión fue el control negativo (Dieta estándar) de 1.61 g.

Tabla 15

Análisis de medias y error estándar para la variable conversión alimenticia.

Tratamiento	Media	±	E.E.
Control positivo (Dieta estándar)	1.56	±	0.05
Control negativo (Dieta estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca)	1.61	±	0.03
Control negativo+ complejo enzimático A	1.58	±	0.08
Control negativo+ complejo enzimático B	1.47	±	0.11
Control negativo+ complejo enzimático C	1.52	±	0.08

Los resultados de la presente investigación no muestran diferencia alguna, ya que el valor de 1.61 correspondiente al Control negativo (Dieta estándar-100 kcal-0,16% Ca, P). por el contrario, 1.47 correspondiente al Control negativo+ complejo enzimático B datos que no son diferentes significativamente y similares a los reportados por Walk, (2014), ya que en su investigación tampoco encontraron diferencias significativas ($P>0.05$) en la conversión alimenticia en pollos de 16 días cuando se adicionaron distintas dosis de fitasas a dietas con distintos niveles de calcio y fósforo.

Esta investigación también coincide con una investigación realizada por Peceros (2015) en donde el uso de fitasas, incluso cuando se le agrega vitamina D, no afecta significativamente ($P>0.05$) en la conversión alimenticia, debido a que los 21 días el autor evidencia un valor promedio de 1.31 con respecto a los cuatro tratamientos del estudio, pero a pesar de esto sigue siendo similar a lo demostrado en la presente investigación, debido a que la conversión alimenticia aumenta con el paso de los días, además a pesar de que se involucre un complejo enzimático diferente no se ven grandes diferencias en los individuos de la investigación.

Así también, Jaramillo y Rodriguez (2019) expresan que, en la investigación realizada en la parroquia San Joaquin, ciudad de Cuenca registraron la existencia de conversión de alimento hasta día 21 de crecimiento; sin embargo, mas allá del día señalado con anterioridad no se evidencio diferencia significativa con respecto a la conversión de alimento. A su vez, Padilla Sánchez (2009) concuerda con lo justificado con anterioridad, ya que en el estudio realizado en la ciudad de Bogotá, donde se analiza el complotamiento de la inclusión de aceite esencial de orégano en aves de engorde, no se observó diferencias significativas con respecto a la conversión alimenticia, debido se que registró un valor de 1.68 a los 42 días entre los tratamiendos de dicha investigación.

El conflicto que existe con las dietas a base de maíz, es que no generan diferencias significativas en la conversión alimenticia ($p>0.10$), pero sí con las dietas a base de triticales, esto podría ser explicado por Schneiderova (1997), quien afirmó que las enzimas solo actúan frente al sustrato a base de triticales y, por lo tanto, es necesario conocerlo para aplicar la enzima adecuada, el usar una xilanasa en base a una dieta a base de trigo o triticales hace que aporte más al crecimiento y mejora de la carne, ya que estos cereales son ricos en xilanos que van de 6.05 % a 7 % de concentración, lo cual difiere de la dieta a la base de maíz utilizada en la

presente investigación y se puede apreciar en la tabla 7 de la metodología, ya contiene solo un 4.2% de concentración con respecto a la enzima xilanasa. Así también, Huff et al. (1998) tampoco encontró efectos significativos de animales suplementados con fitasa en contraste con el control de dieta en base a maíz.

4.2 Análisis de porcentaje de calcio y fósforo en tibias

Los análisis de tibias se dividen en dos variables específicas las cuales son, porcentaje calcio en hueso (tibias) y porcentaje fósforo en hueso (tibias). En el presente ensayo se encontraron los siguientes resultados:

4.2.1 Análisis de varianza y comparación de medias para calcio en tibias

El análisis de ANOVA indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.1195$) entre tratamientos (Tabla 17).

Tabla 16

Análisis de varianza para la variable para calcio en tibias.

Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	2.17	0.1195

Nota: **gl FV**. grados de libertad fuente de variación; **gl EEx**. grados de libertad error experimental.

En la diferencia mínima significativa ($\alpha = 0.05$), ratifica lo registrado en el análisis de varianza. En la tabla 17 se presentan las medias del porcentaje de calcio en las tibias, donde se evidencia que el tratamiento con el complejo enzimático B posee el valor sobresaliente de deposición de calcio a nivel medular óseo cantidad Ca, por lo que se espera que estas aves tengan una mejor integridad esquelética. El tratamiento control negativo fue el que tuvo un porcentaje de 0.16% en referencia a la cantidad de calcio encontrado en los huesos de las aves estudiadas. Con respecto a los demás tratamientos se mostró leves diferencias de deposición de este mineral en las tibias. Por lo tanto, se asume que estos animales están en un balance negativo de calcio.

Tabla 17

Análisis de medias y error estándar para la variable calcio en tibias en porcentaje.

Tratamiento	Media (%)	±	E.E.
Control positivo (Dieta estándar)	14.74	±	0.45
Control negativo (Dieta estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca)	13.38	±	0.78
Control negativo+ complejo enzimático A	14.00	±	0.65
Control negativo+ complejo enzimático B	15.68	±	0.20
Control negativo+ complejo enzimático C	13.82	±	0.78

En lo que respecta a los datos encontrados en el análisis de tibias, se registró valores que difieren entre sí, como por ejemplo el Control negativo+ complejo enzimático B con un valor de 15.68 % que difiere del control negativo con un valor de 13.38%, estos valores con respecto a los encontrados por Zhou (2008) en pollos de carne son disimiles, ya que el autor obtuvo un porcentaje inferior de calcio 16.01% en la tibia ($P < 0.05$) al suplementar con fitasa 500 FTU en las dietas. En el estudio se deduce que el nivel de calcio (0.67% Ca) contenido en las dietas suplementadas con fitasa fue inferior a la cantidad necesaria para cubrir el requerimiento de calcio en los pollos. Así también, Jaramillo y Rodríguez (2019) expresan que los resultados a los 42 días de edad no poseen diferencias significativas con respecto al análisis de Ca en tibias, pero diversos estudios analizados por los autores difieren con lo expuesto por los mismos, por esto recomiendan realizar este análisis en el proceso de desarrollo del ave en regiones superiores a los 1 500 m.s.n.m.

4.2.2 Análisis de varianza y comparación de medias para fósforo en tibias

El análisis de varianza que se presenta en la tabla 18 en la variable fósforo en tibias indica que no existen diferencias estadísticamente significativas ($p=0.3817$) entre tratamientos, lo cual permite inferir que no hubo efecto sobre esta variable y se mantuvo con valores similares.

Tabla 18

Análisis de varianza para la variable - fósforo tibias.

Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	1.12	0.3817

Nota: **gl FV.** grados de libertad fuente de variación; **gl EEx.** grados de libertad error experimental.

Los resultados de la prueba LSD Fisher ($\alpha = 0.05$) permiten inferir que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. sin embargo, en la tabla 19 se presentan las medias de porcentaje de fósforo, en donde la media promedio de los tratamientos de la presente investigación con respecto a la cantidad de fósforo en tibias es de 1.532 %.

Tabla 19

Análisis de medias y error estándar para la variable fósforo en tibias.

Tratamiento	Media (%)	±	E.E.
Control positivo (Dieta estándar)	1.53	±	0.06
Control negativo (Dieta estándar - 100 kcal, - 0.16 P y 0.16 Ca)	1.44	±	0.04
Control negativo+ complejo enzimático A	1.60	±	0.03
Control negativo+ complejo enzimático B	1.57	±	0.04
Control negativo+ complejo enzimático C	1.52	±	0.10

En la presente investigación con respecto a la cantidad de fósforo en tibias, se obtuvo una media promedio de 1.532 %, pero los resultados de esta investigación son totalmente diferentes a lo realizado por Hermes, Iglesias y Azcona (2013) debido a la cantidad de fitasa empleada en esta investigación, en donde observaron pollos alimentados con dietas suplementadas con fitasa (1 000 FTU), con calcio al 0.72% y fósforo disponible 0.30%; obtuvieron bajos porcentajes de Ca y P en la tibia a comparación con pollos alimentados con una dieta de control. En la presente investigación las dietas deficientes en P y con complejos enzimáticos tuvieron mayor deposición de P en tibias en comparación a la dieta de control.

Al respecto Zhou (2008) menciona que los elementos Ca y P son claves para la vida; por lo tanto, las aves tuvieron que utilizar estos elementos de manera eficiente, debido a que las cantidades entregadas fueron menores a las requeridas para el crecimiento normal de estas además, Jaramillo y Rodriguez (2019) expresan que los resultados a los 42 días de edad no poseen diferencias significativas con respecto al análisis de P en tibias y recomiendan realizar este análisis en el proceso de desarrollo del ave en regiones superiores a los 1 500 m.s.n.m.

4.3 Análisis digestibilidad

En lo que respecta a los análisis de digestibilidad se dividieron en dos variables específicas las cuales son, porcentaje de calcio y porcentaje de fósforo asimilado por las aves, encontrando los siguientes resultados:

4.3.1 Análisis de varianza y comparación de medias para digestibilidad de calcio

Para la variable de digestibilidad del calcio, como se muestra en el análisis de varianza de la tabla 20, se encontró diferencias estadísticamente significativas al p valor = 0.0001 entre tratamientos lo cual muestra que tuvo efecto sobre la variable.

Tabla 20

Análisis de varianza para la variable – digestibilidad de Calcio.

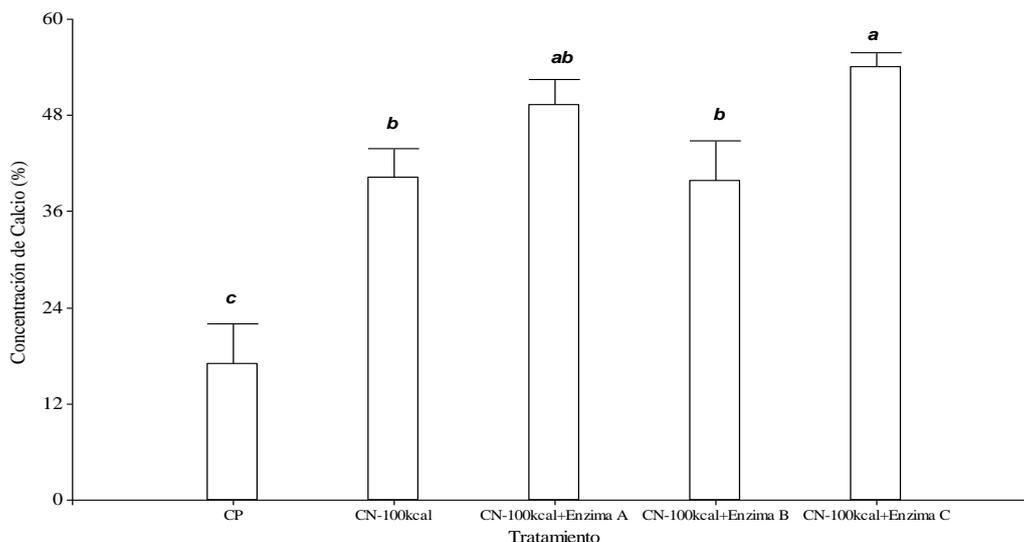
Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	14.24	0.0001

Nota: **gl FV**. grados de libertad fuente de variación; **gl EEx**. grados de libertad error experimental.

Los resultados de la prueba LSD de Fisher al ($\alpha = 0.05$) que se presentan en la figura 19 indica que el tratamiento contiene el complejo enzimático C, muestra una mayor digestibilidad de calcio cantidad Ca (48%) y el control positivo con cantidad Ca con una menor digestibilidad de calcio en aves (24%).

Figura 19

Digestibilidad de calcio.



Nota: **CP.** Control positivo; **CN.** Control negativo.

Los resultados de esta investigación deducen que, el complejo enzimático C, muestra una mayor digestibilidad de calcio cantidad Ca 48%. Estos resultados respecto a la digestibilidad del calcio son muy similares a los que encontró Zenella (1997), estudio que evidenció diferencias significativas entre tratamientos basados en una dieta de maíz y soya, en donde usa un complejo enzimático (xilanasas, amilasas y proteasas) durante el ciclo de producción.

De igual manera los resultados de la presente investigación en relación con la digestibilidad de calcio cantidad Ca 48%, concuerdan con los encontrados por Santos et al., (2008) quienes mencionan que, la digestibilidad de Ca fue mayor en las dietas control negativo sin fósforo en comparación con la dieta control positivo, ya que los niveles nutricionalmente marginales de P en la dieta control negativo promovieron una disminución del consumo y, en consecuencia, una disminución de la ingesta de Ca; por lo que las aves probablemente mejoraron su capacidad de absorción de estos minerales para ayudar a satisfacer sus necesidades. Así también, Jaramillo y Rodríguez (2019) expresa que en su investigación se pudo evidenciar una buena digestibilidad de Ca, debido a la aplicación de superdosis de fitasa en las dietas de esta investigación.

4.3.2 Análisis de varianza y comparación de medias para digestibilidad de fósforo

Los resultados del análisis de varianza para la digestibilidad del fósforo que se presentan en la tabla 21 indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos al p valor de <0.0001, lo cual demuestra que los tratamientos analizados mostraron efecto sobre esta variable.

Tabla 21

Análisis de varianza para la variable digestibilidad fósforo.

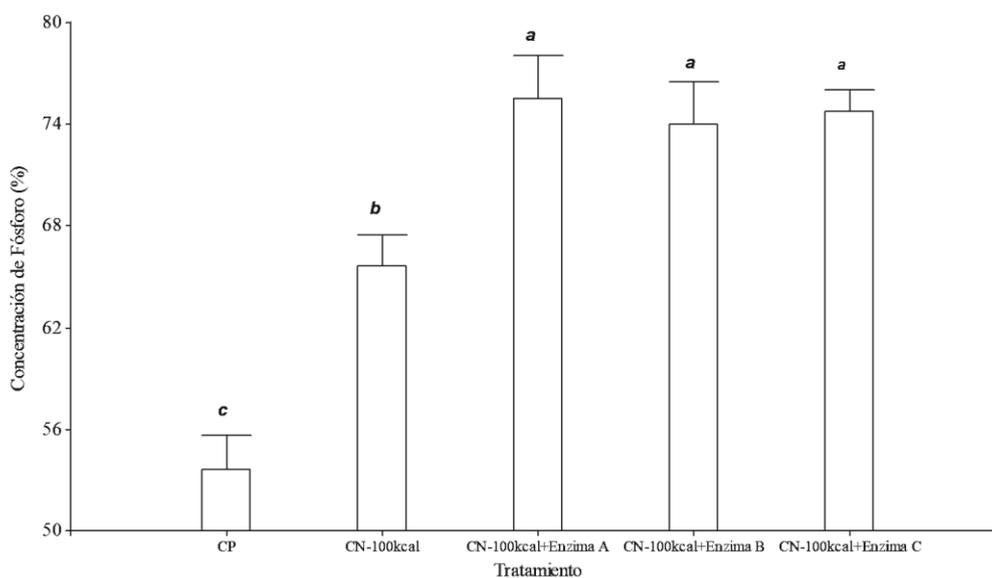
Fuente de variación	gl FV	gl Eex	F-valor	p-valor
Tratamiento	4	16	19.85	<0.0001

Nota: **gl FV**. grados de libertad fuente de variación; **gl EEx**. grados de libertad error experimental.

La prueba LSD Fisher al ($\alpha = 0.05$) de probabilidad estadística que se presenta en la figura 20, permite afirmar que los tratamientos que contienen complejos enzimáticos A, B y C son los de mayor diferencia estadística con respecto a los analizados, de igual manera existe la diferencia máxima numérica entre tratamientos fue de 21 %

Figura 20

Digestibilidad de fósforo.



Nota: **CP**. Control positivo; **CN**. Control negativo.

Manobhavan, Elangovan, Sridhar, Shet, Ajith, Pal y Gowda (2015), explica que al incorporar 2500 UX mejora los niveles de fósforo al 60%, así como la digestibilidad aparente de serina, ácido aspártico y calcio, debido a que no modifica el porcentaje de minerales en sus tratamientos, lo que difiere con lo expuesto en esta investigación, ya que en el presente estudio se modificó el porcentaje de minerales en la dieta estándar (control negativo) con la reducción de 0.16% Ca – 0.16 % P – 100 Kcal. En este sentido Nelson et al. (1971) mencionan que, cualquier actividad enzimática añadida debería aumentar la digestibilidad del fósforo en las aves. Esto ratifica con lo encontrado en la presente investigación, debido a que el complejo enzimático A, el cual tuvo mayor digestibilidad de P con 76 % contiene una cantidad de 2600 UX en la dieta empleada en esta investigación.

Sebastian, Touchburn, Chavez, y Lague (1996) mencionan que, la mejora de la absorción de minerales se debe a la acción de fósforo sobre los complejos mineral - fitato, que hace que los minerales estén disponibles para su absorción, de tal manera que se incrementa su utilización y se disminuye su excreción. Sin embargo, Jaramillo y Rodriguez (2019) comentan sobre la excelente proceso de digestibilidad de P en la investigación realizada en la ciudad de Cuenca fundamentales para el desarrollo del ave; sin embargo, no se evidencia excedentes óseos retenidos durante el periodo de ajuste del ave. Es preciso mencionar que, todas las dietas que contenían complejos enzimáticos tenían el mismo desafío es posible deducir que la mayor capacidad de respuesta con la suplementación de fósforo sobre la digestibilidad mineral en la dieta control negativo se debió al nivel de enzima agregado a estas dietas.

4.4 Análisis Beneficio-Costo

En la tabla 22 se detalla el análisis económico de los diferentes tratamientos en estudio durante la etapa de crecimiento y engorde, para ello se consideró los egresos determinados por los costos de producción y los ingresos fueron obtenidos de la venta del pollo en pie.

De acuerdo con el análisis económico todos los tratamientos en el presente estudio presentaron rentabilidad en lo concerniente a beneficio/costo. El tratamiento (O) control positivo tiene como resultado 1.11 dólares, afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0.11 centavos de dólar es la utilidad (11 % rentabilidad).

El tratamiento control negativo tiene como resultado 1.08 dólares, afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0.08 centavos de dólar es la utilidad (8% rentabilidad). El tratamiento complejo enzimático A tiene como resultado de la operación 1.07 dólares, aseverando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0.07 centavos de dólar es la utilidad (7% rentabilidad).

El tratamiento complejo enzimático B tiene como resultado 1.09 dólares verificando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0.09 centavos de dólar es la utilidad (9% rentabilidad). El tratamiento complejo enzimático C tiene como resultado de la operación 1.07 dólares, afirmando que existe beneficio económico ya que por cada dólar invertido 0.07 centavos de dólar es la utilidad (7% rentabilidad), siendo este valor similar al tratamiento complejo enzimático A.

Por lo que al hacer una rápida comparación entre el beneficio económico de cada uno de los tratamientos se considera al tratamiento control positivo como el más rentable, ya que con un 11 % de rentabilidad ya que existe 4 % de diferencia con los otros tratamientos.

Tabla 22*Análisis beneficio-costo.*

Concepto	Valor Total	(O) (USD)	(P) (USD)	(Q) (USD)	(R) (USD)	(S) (USD)
Costos fijos						
Número de pollos /unidad experimental		12	12	12	12	12
Pollo bb (Línea genética Cobb 500)	138.000	27.600	27.600	27.600	27.600	27.600
Programa vacunal (por ave)	17.100	3.420	3.420	3.420	3.420	3.420
Programa de desinfección (por ave)	6.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Expectorante	8.000	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
Amonio cuaternario	6.000	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200
Gas	126.542	25.308	25.308	25.308	25.308	25.308
Mano de obra	576.660	115.332	115.332	115.332	115.332	115.332
Otros (3% imprevistos)	26.349	5.270	5.270	5.270	5.270	5.270
Total costos fijos		180.930	180.930	180.930	180.930	180.930
Costos variables						
Alimentación						
Engorde 1						
Alimento consumido		25.979	23.608	24.032	24.416	25.963
Costo/kg		0.433	0.415	0.417	0.419	0.421
Costo de alimentación		11.247	9.802	10.022	10.232	10.940
Engorde 2						
Alimento consumido		84.163	84.291	86.338	83.400	85.988
Costo/kg		0.429	0.413	0.415	0.417	0.419
Costo de alimentación		36.086	34.789	35.791	34.745	36.020
Engorde 3						
Alimento consumido		144.839	138.665	142.162	137.072	142.966
Costo/kg		0.432	0.419	0.421	0.423	0.425
Costo de alimentación		62.618	58.076	59.799	57.942	60.759
Costo total de alimentación/Tratamiento		109.951	102.666	105.611	102.919	107.718
Total de egresos		290.881	283.596	286.542	283.849	288.649
Ingresos						
Venta de animales en pie						
Total en kilogramo		151.990	144.311	144.910	145.572	145.222
Precio por kg de pollo en pie		2.132	2.132	2.132	2.132	2.132
Ingreso por tratamiento		324.042	307.672	308.949	310.360	309.614
Ingreso bruto		33.160	24.076	22.407	26.510	20.965
Utilidad/kg		0.218	0.167	0.155	0.182	0.144
Costo/beneficio		1.114	1.085	1.078	1.093	1.073

Camiruaga et al (2001) mencionan que la alimentación representa un 60 - 70% de los costos directos totales en la industria avícola. reducir este porcentaje incrementando los valores de los parámetros productivos de los animales es fundamental. Las enzimas constituirían, desde el punto de vista económico, una alternativa interesante para ser usado en la avicultura, particularmente en regiones geográficas con poblaciones densas y con producción intensiva de

animales de granja. donde la contaminación causada por la excesiva eliminación de desperdicios no digeridos en las heces de los animales es considerable.

Sin embargo. Jaramillo y Rodriguez (2019) manifiestan en su estudio que el costo de producción más eficiente fue aquel en donde se incluye fitasas además. Chicaiza de la Cruz (2009) manifiesta en el estudio de evaluación de la alimentación de pollos con subproductos de panadería y pastelería (SPG) realizado en la ciudad de Cayambe. en donde se obtiene como resultado que el tratamiento donde se incluye SPG en su totalidad es aquel que alcanza la mayor eficiencia con respecto al rédito económico. esto se debe al costo de inversión efectuado al momento de adquisición del producto. el cual fue relativamente mínimo a comparación del balanceado comercial utilizado como testigo en contraste al beneficio neto evidentemente superior al beneficio del alimento utilizado como testigo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente estudio, se puede instaurar las siguientes conclusiones:

- El mejor desempeño zootécnico se logró con la dieta estándar debido a que esta posee mayor cantidad de contenido en grasas, lo cual difiere con los complejos enzimáticos y por ende no presentaron la capacidad para liberar estas 100 kcal. y consecuentemente mejorar el *performance* de las aves.
- Se observó una mayor retribución económica en los tratamientos control positivo (dieta estándar) con un 11 % y la dieta que comprende el control negativo + complejo enzimático B (500 FTU y 2500 UX) con el 9 % de rentabilidad en comparación al resto de tratamientos.
- Los complejos enzimáticos para porcentaje de concentración de minerales en el sistema óseo (tibias) no permitieron la liberación de la cantidad de calcio y fósforo deseadas, la cual era 0.16 %, lo que demuestra que no existe diferencias significativas entre ellos.
- Los complejos enzimáticos mejoran la digestibilidad aparente de calcio y fósforo con resultados de 48 % Ca y 76 % P respectivamente en las dietas, debido a que logran liberar la cantidad adecuada de los mismos; esto favorece la integridad intestinal del ave, lo que beneficia el bienestar animal.

5.2 Recomendaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente:

- Para mejorar la digestibilidad de Ca y P se debería utilizar el complejo enzimático B en dietas de pollos de engorde. de igual manera tiene retribución económica por lo cual es rentable para dietas a base de maíz y soya.
- Replicar el ensayo con una dieta a base de trigo la cual es rico en xilanos de tal forma que la enzima xilanasas tenga un sustrato con que trabajar más eficazmente.
- Replicar el ensayo sin disminuir 100 kcal y 0.16% Cal y 0.16% P a la dieta control con diversas modificaciones de los complejos enzimáticos para así conocer si existen diferencias significativas en parámetros zootécnicos.
- Realizar un pesaje detallado (pesaje diario) en el periodo de crecimiento de 14 – 21 días para poder ampliar de la influencia de las diferentes dietas en el proceso de crecimiento del ave de engorde.
- Se recomienda realizar el estudio rangos altitudinales diferentes al ejecutado en este estudio para incrementar la información acerca del desarrollo de los pollos con un enfoque productivo para la industria cárnica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeolat, A. y Cowieson, O. (2005). Carbohydrases, protease, and phosphatase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. En *Anim. Feed Sci. Technol.* 293-305.
- AFABA, (2014). Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados. Obtenido de Estadísticas: <http://www.afaba.org/url/index.php/vision-actualidad/estadisticas>
- Andrade, Y. (2017). Evaluación de parámetros productivos de pollos Broiler Cobb 500 y Ross 308 en la Amazonia de Ecuador. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.* 1-8.
- Angulo, E. (2009). *Fisiología Aviar.* Lleida: Universidad de Lleida.
- AOAC, (2005). *Official Methods of Analysis.* Arlington. Obtenido de Official methods of analysis: <http://www.eoma.aoac.org/>
- Arce, M. y López, C. (2001). *Sistemas de Alimentación en Pollos de Engorda.* Tecnología Avipecuaria. 6-10.
- Argüello, J. (2010). Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollo de engorde. *Engormix.* 2-3.
- AVIAGEN, (2014). *Manual de manejo del pollo de engorde Ross.*
- Barbado, J. (2004). *Cría de aves-gallinas ponedoras y pollos parrilleros.* Buenos Aires: Albatros.
- Bernal, H. (2009). Sustitución de fosfato monocálcico por la enzima fitasa. *Animal Science.*
- Buñay, A. (2010). Validación del método cenizas ácido en el alimento balanceado frente al método de recolección. Riobamba. Ecuador: Escuela superior politécnica del Chimborazo.
- Camiruaga, M., García, F., Elera, R. y Simonetti, C. (2001). Respuesta productiva de pollos broiler a la edición de enzimas exógenas basadas en maíz y triticale.
- Casso, R., y Montero, R. (1995). Factores antinutricionales en la alimentación de animales monogástricos.

- Castellano, F. (2014). Aves de corral- Manuales para la educación agropecuaria. México: Trillas.
- CONAVE. (2015). Registro Avícola. Obtenido de <https://www.conave.org/recursos/>
- CONAVE. (2019). Obtenido de <http://www.maizysoya.com/lector.php?id=20200548&tabla=articulos>
- Cooper, B. (2013). Enzimas xilanolíticas bacterianas y sus aplicaciones industriales. *Vertientes Revista Especializada en Ciencias de la Salud*. 19-22.
- Cooper, G., y Hausman, R. (2007). Enzyme Specificity and Regulation. In *The Cell: A Molecular Approach*. Washington DC: ASM Press.
- Cortés, C. (2002). Utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. México D.F: Artículos científicos.
- Council, N. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry*. Washington DC: National Academy of Sciences.
- Cowieson, A., Bedford, M., York, T., y Wyatt, C. (2013). Exploit Benefits from ‘Super dosing’ Phytase. Obtenido de http://mydigimag.rrd.com/article/Exploit_Benefits_From_%2525E2%252580%252598Super_dosing%2525E2%252580%252599_Phytase/1295591/144166/article.html
- Cowieson, A., Hruby, M., y Pierson, E. (2006). Evolving enzyme technology: impact on commercial poultry nutrition. Obtenido de *Nutrition Research Reviews*.: <http://doi.org/10.1079/NRR2006121>
- Cozannet, P. (noviembre de 2019). La nueva generación de enzimas que optimizan la disponibilidad total de nutrientes en la dieta. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/feedase-nueva-generacion-enzimas-t44587.htm>
- Chatelain, E. (1992). *Manuel de pathologie aviaire*. Maisons: J Brugère-Picoux & A Silim.

- Chicaiza de la Cruz, O. (2009). Evaluación de la alimentación de los pollos de engorde con subproductos de la industria panadera y galletera. Quito. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1865>
- Degueurce, C. (2010). *Anatomía de las aves*. Lima: Grupo Latino.
- Díaz, J. (1999). *The use of selected plasma enzyme activities for the diagnosis of fatty liverhemorrhagic syndrome in laying hens*. poultry science.
- Dornez, E. (2009). Grain-associated xylanases: occurrence, variability, and implications for cereal processing. Trends in Food Science & Technology.
- Dossantos, T., y Srinongkote, S. (2013). Effect of high phytase inclusion rates on performance of broilers fed diets not severely limited in available phosphorus. Obtenido de Asian-Australasian Journal of Animal Sciences: <http://doi.org/10.5713/ajas.2012.12445>
- Duque, J. (2010). Panorámica de un sector Biotecnología. Coruña- España: Edición Netbiblo.
- Durán, F. (2005). Manual de explotación de aves de corral. Bogotá: Grupo Latino.
- Dyráková, J. (1998). Phosphatase. Sources, Preparation and Exploitation Vol 43.
- Espín, D. (2018). Avinews. Obtenido de <https://avicultura.info/diana-espinoza-la-avicultura-alimentacion-ecuador/#:~:text=En%20cifras%2C%20el%20valor%20bruto,empleos%20directos%20y%20miles%20indirectos>.
- Espinoza, L. (junio de 2003). Suplementos y aditivos en la avicultura. Obtenido de <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/2.2003.02>
- FAO. (2016). Disponibilidad de piensos y nutrición de aves de corral en países en desarrollo. Revisión del desarrollo avícola. 2.
- Favero, A. (2011). *Rendimiento del pollo de engorde y disponibilidad de minerales con el uso de una nueva fitasa*. Obtenido de Engormix: <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/rendimiento-pollo-engorde-disponibilidad-t3773/141-p0.htm>.

- García, A. (2004). Características de las enzimas. Asociación Americana de Soya A.C. Obtenido de Asociación Americana de Soya A.C.
- Gil, F. (2002). *Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos*. Murcia: Facultad de Veterinaria Universidad de Murcia .
- Glitsoe, V., Ruckebusch, J., y Knap, I. (2015). Innovation in enzyme development.
- Godoy, S., y Hernández, G. (2002). Effect of supplemental microbial phosphatase on the utilization of phosphorus phosphatase in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Revista Científica XII*. 519-523.
- Guevara, P. (2010). Valoración de Alimentos. Santo Domingo: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Hermes, R., Iglesias, B. y Azcona, J. (2013). Assess the efficacy of a phosphatase and 25-hydroxycholecalciferol (25-OHD3) on mineral metabolism and performance of broilers fed corn-soybean diet. DSM Nutritional Products.
- IGM. (2013). Instituto Geográfico Militar. Obtenido de Cobertura Vegetal: <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- Jaramillo, M. y Rodríguez, M. (2019). Efecto de la superdosis de fitasa sobre productividad, oxígeno sanguíneo, enzimas hepáticas y deposición de cenizas óseas en pollos de engorde. Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32071>
- JICA. (2016). Agencia Japonesa de Cooperación Internacional. Manejo productivo y reproductivo de aves y porcinos de engorde. Nicaragua: Instituto Nacional Tecnológico. Dirección General de formación profesional.
- Khattak, F., Pasha, T., y Hayat, Z. (2006). Enzymes in poultry nutrition. *Journal of Animal and Plant Sciences*.
- Kotch. (1973). *Anatomy of the chicken and Domestic birds*. State University Press.
- Lázaro, R., Latorre, M., y Medel. P. (2004). Feeding regimen and enzyme supplementation to rye-based diets for broilers. En *Poultry Science* (págs. 152-160).

- Madrid, P. (2010). Effect of a multienzyme complex in wheat-soybean meal diet on digestibility of broiler chickens under different rearing conditions. *Italian Journal of Animal Science*.
- Manobhavan, M., Elangovan, A., Sridhar, M., Shet, D., Ajith, S., Pal, D., y Gowda, N. (2016). Effect of super dosing of phytase on growth performance, ileal digestibility and bone characteristics in broilers fed corn-soya-based diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.
- Marichal, M. (24 de febrero de 2012). Nutrición Animal - Digestibilidad. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/nutanimal/DigFact08.pdf>
- Mazón, E. (4 de 12 de 2008). Efecto de un complejo enzimático y restricción de energía y proteína en dietas con base en maíz y torta de soya en la producción de ponedoras semipesadas. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/efecto-complejo-enzimático-restriccion-t27725.htm>
- McLelland, J. (1990). *Colour atlas of avian anatomy*. London: Wolfe Publ.
- McLelland, J., y King, A. (1979). *Form and function in Birds*. London: Academic Press.
- Medina, A. (2003). Enzimas Exógenas Utilizadas en la Alimentación de los Animales Domésticos. Obtenido de Universidad autónoma agraria, Buenavista: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5906/T13807>
- Méndez, A. y Cortés, A. (2009). Efecto de un complejo enzimático en dietas sorgo + soya sobre la digestibilidad ileal de aminoácidos. Energía metabolizable y productividad en pollos. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/43531100_Efecto_de_un_complejo_enzimático_en_dietas_sorgosoya_sobre_la_digestibilidad_ileal_de_aminoacidos_energia_metabolizable_y_productividad_en_pollos
- Nickel, R. (1977). *Anatomy of the domestic birds*. Berlin: Verlag Paul Parey.
- Nilipour, A. (2004). Manejo integral de pollos de engorde en climas tropicales de acuerdo a su genética actual. Panamá: Grupo Melo S.A.
- Orellana, J. (2014). Análisis de la avicultura en el Ecuador. *El Agro*. 22-24.

- Osorio, A. (2019). *Manual de practica zootecnia de las aves*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Oviyus, J. (2013). *Sistemas de explotación Avícola*. México.
- Padilla Sánchez, A. (2009). Efecto de la inclusión de aceites esenciales de orégano en la dieta de pollos de engorde sobre la digestibilidad y parámetros productivos. Bogotá. Colombia. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1086&context=zootecnia>
- Peceros, R. (2015). Respuesta productiva. mineralización e integridad de tibias de pollos de carne con dietas suplementadas con fitasas y 25-Hidroxicolecalciferol. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Pirgozliev, M., y Bedford, M. (2016). Energy utilization and growth performance of chicken fed diets containing graded levels of supplementary bacterial phytase. Obtenido de British Journal of Nutrition: <http://doi.org/10.1017/S0007114512000943>
- Pizarro, S. (2014). β -glucanos: ¿qué tipos existen y cuáles son sus beneficios? Universidad de Chile- Departamento de Nutrición. Facultad de Medicina.
- Plou, F. (2016). *Las enzimas*. Madrid: Catarta.
- PRONAVICOLA, (2012). COBB-Guía de Manejo del Pollo de Engorde. Obtenido de <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf>
- Quintana, J. (2011). *Avitecnia: Manejo de aves domésticas más comunes*. México: Trillas.
- Ramírez, R. (2013). módulo práctico para técnicos y estudiantes. InterSedes: Revista de las Sedes Regionales. 128-153.
- Ravindran, V. (2010). Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. Obtenido de Institute of Food. Nutrition and Human Health.: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf
- Reddy, N. y Sathe, S. (1982). Phytates in Legumes and Cereals. *Advances in Food Research*.

- Rodríguez, C. (2015). Manual de laboratorio químico de control de calidad de alimentos para consumo animal. Universidad de Costa Rica-Centro de Investigación en Nutrición Animal.
- Romero, R. (2012). El sistema de producción, circulación y acumulación avícola ecuatoriana. Quito: Facultad de Economía PUCE.
- Rosales Tapia, S. (2017). Estudio de mercado avícola enfocado a la comercialización del pollo en pie, año 2012-2014. 4, 1–43. <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>
- Rosen, G., Bedford, M., y Partridge, G. (2010). Holo-analysis of the efficacy of exogenous enzyme performance in farm animal nutrition. Londres: Enzymes in farm animal nutrition.
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2019). Sector Avícola Ecuador. Inec - Espac, 2014–2017. <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/09/Sector-avicola-Ecuador.pdf>
- Sebastian, S., Touchburn, S., Chavez, E., & Largue, P. (1996). The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. *Poultry Science*, 729.
- Shimada, A. (2015). Nutrición Animal (Tercera). Trillas.
- Vaca, L. (2003). Producción Avícola. San José de Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia-EUED.
- Valenzuela Arias, G. (2011). Evaluación in vivo de la actividad enzimática de tres tipos de fitasas de diferentes casas comerciales para mejorar la disponibilidad de fósforo fítico y nutrientes en pollos broilers machos. Escuela Politécnica del Ejército.
- Walk, C. (2014). Influence of superdoses of a novel microbial phosphatase on growth performance, tibia ash, and gizzard phosphate and inositol in young broilers. *Poultry S*
- Zhou, J. (2008). Effects of a new recombinant phosphatase on the performance and mineral utilization of broilers fed phosphorus-deficient diets. *Appl. Poult. Res.*, 331–339.

ANEXOS

Anexo 1. Oficio para la ejecución de la fase de campo en la Integración Avícola Oro S.A



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA
 Ibarra-Ecuador
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 001-073 CEAACES-2013-13



Chaltura, 08 de enero del 2020
 Oficio 020-CIAG.

Señor
 César Muñoz
GERENTE PROPIETARIO INTEGRACIÓN AVÍCOLA ORO S.A

Señor Gerente:

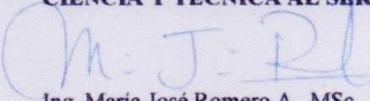
A nombre de la Carrera de Agropecuaria de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, reciba un cordial saludo y el deseo de éxitos en sus funciones.

Me permito solicitar a usted, muy comedidamente, permita que la señorita **SHARON TATYANA NARVÁEZ MESA**, con cédula de ciudadanía No. 1003540448, estudiante de la Carrera de Agropecuaria, efectúe la fase de campo del Trabajo de Titulación "**Evaluación de complejos enzimáticos en la producción de pollos de engorde**", durante los meses de marzo y abril del 2020, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Es importante indicar que esta actividad no implica ningún vínculo laboral con la institución. Además, la estudiante al matricularse está cubierta por un seguro contra accidentes.

Por su gentil atención, le agradezco.

Atentamente,
CIENCIA Y TÉCNICA AL SERVICIO DEL PUEBLO




Ing. María José Romero A., MSc.
COORDINADORA (E)
CARRERA AGROPECUARIA

Maribel R



Integración Avícola

 PROCESADORA ALIMENTARIA

Anexo 2. Análisis proximal de alimento balanceado

 SEIDLaboratory CÍA. LTDA. SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO www.seidlaboratory.com.ec		 ACCREDITED Certificados Nº 2102-01/02 LABORATORIO ACREDITADO BAJO NORMA ISO/IEC 17025	
INFORME DE ENSAYO NR.203394			
INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	INTEGRACION AVICOLA ORO S.A		
Dirección:	AV JOSE ANDRADE OE1-103 Y AV. JUAN DE SELIS		
Nombre Producto :	ALIMENTO ANIMAL, BATERIA E-2 O, E-85, 04-03 2020, FECHA DE ENVÍO: 16/MARZO/2020		
Fecha de Elaboración:	ND	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA PLÁSTICA ANUDADA	Forma de Conservación:	Ambiente
INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	203394-1	Contenido Encontrado:	704.2 Gramos
Fecha Recepción:	2020/03/17	Fecha Inicio Ensayo:	2020/03/18
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	21 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió
ENSAYOS FFQQ			
	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
CALCIO A.A *	AOAC 927.02	mg/100 g	471.92
CENIZA	SEF-C AOAC 942.05	%	5.22
FIBRA CRUDA *	M. INTERNO AOAC978.10	%	3.47
FOSFORO *	SE.MI (AOAC 965.17)	%	0.59
GRASA TOTAL (B.S)	SEF-G AOAC 920.39	%	7.91
HUMEDAD	SEF-H AOAC 934.01	%	10.13
PROTEINA DUMAS F=6.25*	SEF-PDU AOAC990.03	%	18.80
INCERTIDUMBRE			
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE		
CENIZA	L±. 0.04 (Rangos Mayores al 1.5%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%.	
	L±. 0.1 (Rangos Menores o igual al 1.5%)		
GRASA TOTAL	L±. 0.04 (Rangos Mayores al 10.0%)		
	L±. 0.1 (Rangos Menores al 10.0%)		
	L±. 0.31 (Rangos Menores al 1.0%)		
HUMEDAD	L±. 0.04 (Rangos Mayores al 5.0%)		
	L±. 0.1 (Rangos Menores al 5.0%)		
<p>NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.</p> <p>Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación de SAE y A2LA* con excepción de Proteína que si está en el alcance de acreditación de A2LA.</p> <p>Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación Nº OAE LE 1C 05-001</p> <p>Datos tomados de P-RG-01 pág. 162A / H-RG-02 pág. 108A / GE-RG-03 pág. 68A / C-RG-04 pág. 73A / F-RG-05 pág. 46A / CA/P-RG-08 pág. 19B / MIN-RG-12 pág. 277B</p> <p>Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote</p> <p>El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado</p> <p>Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico</p> <p>- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra</p>			
Atentamente,	20/03/31 FECHA EMISIÓN		
Firmado digitalmente por MAYRA YADIRA VINUEZA MÃNOSALVAS Fecha y hora: 2020-03-31 11:23:29	Muestra 203394-1 de 203394-1 Pg 1 / 1		
<p>Confidencialidad e Imparcialidad</p> <p>Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.</p> <p>Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio</p> <p>Muestras perecibles: 8 días calendario. Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.</p> <p>Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:</p> <p>Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec</p> <p>Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633</p>			

Anexo 3. Análisis de minerales en excretas



INFORME DE ENSAYO NR.203368

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
Cliente:	INTEGRACION AVICOLA ORO S.A		
Dirección:	AV JOSE ANDRADE OE1-103 Y AV. JUAN DE SELIS		
Nombre Producto :	HECES - PAPEL O,01, FECHA DE ENVÍO: 16/MARZO/2020		
Fecha de Elaboración:	ND	Fecha de Caducidad:	ND
Lote:	ND	Contenido Declarado:	ND
Material Envase:	FUNDA PLÁSTICA ANUDADA	Forma de Conservación:	Congelación

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA			
Código Laboratorio :	203368-1	Contenido Encontrado:	390.7 Gramos
Fecha Recepción:	2020/03/17	Fecha Inicio Ensayo:	2020/03/18
Condiciones Ambientales de llegada de la muestra:	-14 °C	Muestreo:	Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió

ENSAYOS FFQ	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
CALCIO A.A (B.S)	SE.MI (AOAC 999.11)	%	2.05
CENIZA (B.S)	SE.MI	%	13.56
FIBRA TOTAL (B.S)	SE.MI	%	12.66
FOSFORO (B.S)	SE.MI (AOAC 965.17)	%	1.45
GRASA TOTAL (B.S)	SE.MI	%	8.39
HUMEDAD	SE.MI	%	80.85
PROTEINA DUMAS (B.S) F=6.25	SE.MI (AOAC990.03)	%	27.10

INCERTIDUMBRE		
PARAMETRO	INCERTIDUMBRE	
CENIZA	L± 0.04 (Rangos Mayores al 1.5%)	La incertidumbre expandida reportada esta basada en una incertidumbre típica multiplicada por un factor de cobertura K=2, proporcionando un nivel de confianza de un 95%
	L± 0.1 (Rangos Menores o igual al 1.5%)	
GRASA TOTAL	L± 0.04 (Rangos Mayores al 10.0%)	
	L± 0.1 (Rangos Menores al 10.0%)	
HUMEDAD	L± 0.31 (Rangos Menores al 1.0%)	
	L± 0.04 (Rangos Mayores al 5.0%)	
	L± 0.1 (Rangos Menores al 5.0%)	

NS: No solicita el cliente/ ND: No declar.

Datos tomados de P-RG-01 pág. 165B / H-RG-02 pág. 110A / GE-RG-03 pág. 69A / C-RG-04 pág. 74A / F-RG-05 pág. 46A / SEA-CA/P-RG-08 pág. 20A / MIN-RG-12 pág. 278A

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

- Tiempo de almacenamiento de informes: Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente.

20/04/14
FECHA EMISIÓN

Firmado digitalmente por: MAYRA
YADIRA VINUEZA MANOSALVAS
Fecha y hora: 2020-04-14 12:18:16

Muestra 203368-1 de 203368-1
Pg 1 / 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 5 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: directoriacalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaca N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633

Anexo 4. Análisis de huesos de tibias de aves a 21 días



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES
INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N°201246
Informe N° 201246
Hoja 1 de 1

DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE

Nombre: Leydi Lema
Dirección: Cumbayá, Av. Interoceánica Km 10
Muestra: Huesos de tibia aves 21 días de edad desecados y triturados O1
Descripción de la muestra: Molido color café
Fecha Elaboración: 15 de abril del 2020
Fecha Vencimiento: ---
Lote: 0415TBU
Localización: ---
Envase: Funda de polietileno
Conservación de la muestra: Ambiente

DATOS DEL LABORATORIO

Fecha de recepción: 17 de abril del 2020
Toma de muestra por: Cliente
Fecha de realización del ensayo: 17 de abril – 6 de mayo del 2020
Fecha de emisión del informe: 6 de mayo del 2020
Condiciones ambientales: 19,7°C 61%HR

PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO
Calcio	%	AOAC 976.09	15,82
Fósforo	mg/100 g	AOAC 986.24	1667,38


Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL

El presente informe es válido sólo para la muestra analizada, tal como fue recibida en LABOLAB. LABOLAB no se responsabiliza por los datos proporcionados por el cliente. Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB. Las opiniones e interpretaciones no se encuentran dentro del alcance de acreditación del SAE.


ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES



INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACION SANITARIA
 Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros
 Fco. Andrade Marín E7-29 y Diego de Almagro Telf.: 2563-225 / 2561-350 / 3238-503/ 3238-504 Cel.: 099 959 0412 / 099 944 2153 / 098 700 1591
 E-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
www.labolab.com.ec Quito - Ecuador