



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DEL SUPLEMENTO DE ENDO-XILANASA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE MEDIANTE EL ÍNDICE DE EFICIENCIA Y ANÁLISIS BIOQUÍMICO SANGUÍNEO EN LA GRANJA AVÍCOLA J.B. UBICADA EN LLANO GRANDE

AUTOR

Gabriela Isabel León Hidalgo

AÑO

2018



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EVALUACIÓN DEL SUPLEMENTO DE *ENDO-XILANASA* EN LA DIETA DE
POLLOS DE ENGORDE MEDIANTE EL ÍNDICE DE EFICIENCIA Y ANÁLISIS
BIOQUÍMICO SANGUÍNEO EN LA GRANJA AVÍCOLA J.B. UBICADA EN
LLANO GRANDE

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista

Profesor Guía

Dr. Carlos Alfonso Paz Zurita

Autora

Gabriela Isabel León Hidalgo

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido este trabajo, Evaluación del suplemento de endoxilanasas en la dieta de pollos de engorde mediante el índice de eficiencia y análisis bioquímico sanguíneo en la granja avícola J.B. ubicada en Llano Grande, a través de reuniones periódicas con la estudiante Gabriela Isabel León Hidalgo, en el semestre 2018-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Carlos Alfonso Paz Zurita
Médico Veterinario Zootecnista
Cl. 1702531748

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación del suplemento de endoxilanasas en la dieta de pollos de engorde mediante el índice de eficiencia y análisis bioquímico sanguíneo en la granja avícola J.B. ubicada en Llano Grande, de la estudiante Gabriela Isabel León Hidalgo, en el semestre 2018-1 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

María José Amores Villacrés MSc.
Ingeniera Agropecuaria
CI.1711857134

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Gabriela Isabel León Hidalgo
CI. 1719218487

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi tía Ruth, que en todo momento ha estado pendiente de mí y me ha dado su apoyo incondicional, a mis amigas/os, que a pesar de la distancia supieron darme ánimo para culminar la carrera, a mi novio, que ha sido mi apoyo, mi consuelo y mis fuerzas cada día, a la Sra. Rocío, por su ayuda y preocupación, al Dr. Paz, por guiarme y aconsejarme y al Dr. Andrade, que con su ayuda se dio el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi abuelita, Miriam, que hubiera estado orgullosa de mí.

RESUMEN

El alto consumo de carne de pollo y el elevado costo del alimento para su producción, crea la necesidad de buscar un método para mejorar la eficiencia del alimento de las aves y con esto la disminución de los gastos. Esta investigación fue realizada con enzimas *Endo-xilanasa* (Hostazym®) con tres diferentes dosis en la dieta de 300 pollitos Broiler mixtos durante 42 días, divididos en cuatro grupos: T0 el grupo control, T1 con una dosis de enzimas de 5g/100kg de alimento, T2 con una dosis de 10g/100kg (dosis del fabricante) de alimento y T3 con una dosis de 15g/100kg de alimento. Se evaluó el suplemento de *Endo-xilanasa* (Hostazym®) en la dieta de pollos de engorde mediante el índice de eficiencia y análisis bioquímico sanguíneo en la granja avícola J.B. ubicada en Llano Grande, en la química sanguínea se analizó urea, colesterol, triglicéridos, albúmina, proteínas totales y AST, con sus resultados mediante el test de ANOVA y Tukey, los analitos que obtuvieron una diferencia estadística significativa fueron los triglicéridos en T2 con T0 (P valor= 0,04) y el colesterol en T1 y T2 con T0 (P valor= 0,01), mientras los demás resultados no tuvieron diferencias significativas, lo que indica que las enzimas no causaron daño en el metabolismo de las aves. Además se realizó un análisis de costo-beneficio, siendo el grupo T2 el grupo con mejores resultados y la dosis más rentable (10g/100kg) dando una utilidad de \$1,25 por ave.

ABSTRACT

High consumption of chicken and the high cost of food for its production, creates the necessity to find a method to improve the efficiency of the poultry's food and with this, the decrease in expenses. This research was performed with enzymes *Endo-xylanasa* (Hostazym®) with three different doses in the diet of 300 mixed Broiler chicks for 42 days, divided into four groups: control group T0, T1 with a dose of enzymes of 5g / 100kg of food, T2 with a dose of 10g/100kg (manufacturer's dose) of food and T3 with a dose of 15g/100kg of food. The supplement of Endo-xylanase (Hostazym®) was evaluated in the diet of broilers by the efficiency index and blood biochemical analysis in J.B. poultry farm located in Llano Grande, in the blood chemistry were analyzed urea, cholesterol, triglycerides, albumin, total protein and AST, with their results through ANOVA and Tukey test, analytes that obtained a significant statistical difference were the triglycerides in T2 with T0 (P value= 0,04) and cholesterol in T1 and T2 with T0 (P value= 0,01), while the other results had no significant differences, This indicates that the enzymes caused no damage to the metabolism of poultry. Also was made an analysis of cost-benefit, being the T2 group the group with better results and the most cost effective dose (10g / 100kg) giving a utility of \$1.25 for poultry.

ÍNDICE

Capítulo I	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Hipótesis.....	3
Capítulo II	
2 Marco teórico	4
2.1 La avicultura en Ecuador.....	4
2.3 Sistema digestivo de las aves	6
2.4 Nutrición de las aves	8
2.5 Enzimas, generalidades	8
2.5.1 Enzimas digestivas en la avicultura	10
2.5.2 Los polisacáridos no amiláceos (PNA).....	11
2.5.3 Enzimas endo-xilanasas	11
2.5.4 Enzimas Hostazym®.....	12
Capítulo III	
3 Materiales y Métodos.....	14
3.1 Ubicación y características del área de estudio	14
3.2 Materiales.....	14
3.3 Diseño experimental.....	15
3.4 Variables	16
3.5 Manejo del estudio.....	18
3.6 Pesaje de las aves	19
3.7 Conversión alimenticia	20
3.8 Índice de eficiencia (IE)	20
3.9 Método de costos	21
3.10 Evaluación estadística.....	21
Capítulo IV	
4 Resultados y discusión	22
4.1 Resultados	22
4.1.1 Conversión alimenticia	22
4.1.2 Índice de eficiencia (IE).....	23
4.1.3 Análisis sanguíneo	25
4.2 Análisis económico.....	26
4.3 Resultados estadísticos	27
4.4 Discusión.....	32
4.5 Limitaciones del estudio	33
Capítulo V	
5 Conclusiones.....	35
5.1 Recomendaciones.....	35
REFERENCIAS.....	37
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales.....	6
Tabla 2. Dosis de enzimas digestivas.....	15
Tabla 3. Variables	16
Tabla 3. Dosis pre-mezcla	18
Tabla 5. CA 4ta semana	22
Tabla 6. CA 6ta semana	23
Tabla 7. Índice de eficiencia.....	25
Tabla 8. Costos por grupo.....	26
Tabla 9. Costo por ave y utilidades	27
Tabla 10. Urea	28
Tabla 11. Colesterol	28
Tabla 12. Tukey colesterol	29
Tabla 13. Triglicéridos.....	29
Tabla 14. Tukey triglicéridos	30
Tabla 15. Albúmina	30
Tabla 16. Proteínas.....	30
Tabla 17. AST	31
Tabla 18. Peso	31
Tabla 19. CA ANOVA.....	32

CAPÍTULO I

1.1 Introducción

La avicultura en nuestro país es un sector de gran importancia socio-económica. La actividad avícola de Ecuador ha tenido un crecimiento del 400% en los últimos 25 años (CONAVE, 2015). Según la Corporación Nacional de Avicultores Ecuador (CONAVE) la producción avícola nacional en el Ecuador abastece el 100% de la demanda de carne de pollo, pero también señala que este año, el precio del maíz es más elevado que el internacional, lo que afecta a la producción del país.

La cantidad de consumidores de pollo en nuestro país es elevada debido al bajo costo de la libra de carne, en comparación con otras carnes como la de res o de cerdo; “Ecuador ocupa el puesto 18 en el listado de países que más consumen carne de pollo, en los primeros lugares están Israel y Estados Unidos” (CONAVE, 2015).

La sierra ecuatoriana se encarga de la mayor parte de la producción de pollos de engorde, con 15.736.619 de aves, mientras que en la costa se producen 2.608.794 aves (MAG, 2016).

El mejoramiento genético constante en las estirpes para producción de carne determina un mejor aprovechamiento por parte de las aves, lo que puede ser favorecido con la utilización de enzimas digestivas (Paz, 2017).

Las principales estirpes usadas para la producción de pollos de engorde a nivel mundial son: Hubbard, Arbor-acres, Cobb-Vantress, Lohmann, Ross, Kabir, Hybro, Pilch, Peterson, Indian River, Shaver Stabro, Tatum (Vaca, 2003, p. 42).

“El descubrimiento de cómo los microorganismos toman parte en la producción de las enzimas se produjo hace más de 200 años y finalmente, fue descrito científicamente por Luis Pasteur en el siglo XIX” (Iañez, 1998).

En los años 80 empezó el uso de enzimas en la nutrición animal, pero era de importancia secundaria, esto se vio en Canadá, Escandinavia, la desaparecida República Democrática de Alemania y España, en estos lugares las enzimas eran necesarias debido a la restringida disponibilidad de materias primas de alta digestibilidad como el maíz; la avicultura fue el primer sector alimentario en reaccionar con el uso de enzimas, lo que fue notorio en la producción de pollos de engorde en los años 90, las granjas avícolas cercanas a zonas de elaboración de cereales con contenido elevado de polisacáridos no almidón, elementos que son de complicada digestión para las enzimas propias de las aves, fueron las que más aceptaron el uso de enzimas con alto potencial de hidrólisis de estos elementos a nivel gástrico (Borges, 2009).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar el suplemento de *Endo-xilanasa* (Hostazym®) en la dieta de pollos de engorde mediante el índice de eficiencia y análisis bioquímico sanguíneo en la granja avícola J.B. ubicada en Llano Grande.

1.2.2 Objetivos específicos

- Validar la dosis comercial de enzimas digestivas endo-xilanasa, mediante la comparación de diferentes dosis sobre los indicadores productivos de las aves de engorde.

- Identificar la relación de los elementos nutricionales en sangre con las enzimas digestivas adicionadas en el alimento, mediante análisis bioquímico sanguíneo para la evaluación del nivel de asimilación nutricional de las aves.
- Desarrollar el análisis beneficio-costos de la adición de enzimas digestivas en la dieta de aves de engorde para determinar la dosis adecuada con mayor rentabilidad.

1.3 Hipótesis

H_0 : Ninguno de los tratamientos de enzimas digestivas con dosis diferente a la del fabricante mejora la absorción de nutrientes valorados mediante análisis bioquímico sanguíneo y por el índice de eficiencia productiva.

H_1 : Al menos un tratamiento de enzimas digestivas con dosis diferente a la del fabricante, mejora la absorción de nutrientes valorados mediante análisis bioquímico sanguíneo y por el índice de eficiencia productiva.

CAPÍTULO II

2 Marco teórico

2.1 La avicultura en Ecuador

Desde el principio, el sector avícola se caracterizó por ser muy dinámico y por usar la investigación aplicada para su desarrollo, por tal razón se espera que en los próximos años la principal proteína de origen animal para nuestra alimentación vendrá de la industria avícola; la producción de pollos de engorde demanda de mucho cuidado debido al mínimo margen que existe entre el costo de producción y el precio de venta, además se debe tomar en cuenta el corto período de crianza en el que no se puede cometer errores para obtener la máxima productividad del lote (Orellana, 2007).

En el censo avícola 2006 realizado por CONAVE, el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y AGROCALIDAD, identificaron 1.567 granjas avícolas de pequeños, medianos y grandes productores, en la cuales 224 millones de aves fueron producción de pollos de engorde y en el 2013 aumentaron a 230 millones de aves (CONAVE, 2013).

El alimento representa el costo más alto de la producción avícola, por lo que las investigaciones sobre nutrición de las aves de corral le han dado mayor importancia a los temas relacionados con la identificación de obstáculos para la digestión y el uso eficaz de los nutrientes, así como en los métodos para mejorar la utilización de los alimentos (Ravidran, 2014).

El costo del pollo en pie fue de 0,90 centavos hasta septiembre del 2016 y fue bajando hasta llegar a 0,78 centavos en junio del mismo año (CONAVE, 2016), mientras que el costo del maíz está en 0,50 centavos el kilogramo (MAGAP, 2017).

La mayor parte de ingredientes vegetales usados en la alimentación de las aves de engorde, contienen algunos compuestos como los polisacáridos no almidones (PNA); que pueden tener efectos antinutricionales, lo que afecta el rendimiento de las aves, sin embargo, varios de los compuestos pueden ser susceptibles a una modificación enzimática (Acamovic y McCleary, 2011).

2.2 El pollo de engorde

El pollo de engorde conocido como pollo Broiler, es un ave mejorada genéticamente que tiene la capacidad de crecer y ganar peso en un corto período de tiempo, logrando un peso aproximado de 1,70kg a las 6 semanas y 2,50kg a las 8 semanas. La industria del pollo Broiler, generalmente usa híbridos de tres vías, producidos a partir del cruzamiento de estirpes mejoradas, empleando como madre un híbrido entre estirpes de la raza Plymouth Rock Blanca (White Rock) y como padre una estirpe de la raza Cornish Blanca que da velocidad de crecimiento y una apropiada conformación carnicera al producto final (Gura, 2007).

Los pollos Broiler, por sus características genéticas son más susceptibles que otras aves a enfermar, por lo que debe haber un buen manejo para obtener ganancia; el alimento de los pollos debe ser balanceado para cumplir con sus requerimientos nutricionales (tabla 1), por lo que se usan diferentes mezclas de balanceado según la edad de las aves, siendo éstos: el inicial, que contiene mayor cantidad de proteína, usándolo hasta la 3ra a 4ta semana ; el final, que contiene menos proteína pero más energía y un alimento de acabado con más energía que los anteriores que algunos criadores usan en la última semana de las aves (Vaca, 2003, p.144).

Tabla1
Requerimientos nutricionales

	Inicio	Crecimiento	Finalización 1	Finalización 2
Cantidad de alimento / ave	250g	1000g	-	-
Tiempo de alimentación (días)	0-10	11-22	23-42	43+
Tipo de alimento	Migaja	Pellet	Pellet	Pellet
Proteína bruta (%)	21-22	19-20	18-19	17-18
Energía metabolizable (kcal/kg)	3008	3086	3167	3191
Lisina (%)	1.32	1.19	1.05	1.00
Triptófano (%)	0.20	0.19	0.19	0.18
Arginina (%)	1.38	1.25	1.13	1.08
Isoleucina (%)	0.88	0.80	0.71	0.68
Calcio (%)	0.90	0.84	0.76	0.76
Fósforo disponible (%)	0.45	0.42	0.38	0.38

2.3 Sistema digestivo de las aves

Se denomina digestión a la degradación de los alimentos en elementos más simples mediante procesos mecánicos, microbianos y químicos; la parte mecánica se da al ingerir los alimentos y el paso de los mismos por el sistema digestivo, el proceso microbiano está dado por las bacterias y la acción química se produce por las enzimas gástricas (McDonald, 2013).

Las aves, al tener un tracto digestivo diferente al de otros animales de producción, sin compartimentos que permitan la presencia de microorganismos en suficientes cantidades para producir una degradación fermentativa, no aprovechan todos los nutrientes del alimento ingerido, provocando que se eleve el costo de producción (Durán, 2009), para este problema, las enzimas que se podrían incluir, ayudarían en la degradación y absorción de los nutrientes del alimento.

Las aves son animales monogástricos y omnívoros; el pico es el inicio de su aparato digestivo donde ingresa el alimento entero, este pasa al esófago en el que se encuentra el buche, el mismo que sirve para guardar el alimento, a continuación se encuentra el estómago que es glandular, aquí las enzimas gástricas inician la digestión del alimento engullido; el pH del estómago glandular está en un promedio de 5, y además de su función digestiva destruye muchos patógenos, como la Salmonella; después se encuentra el estómago muscular llamado molleja, este usa las pequeñas piedras que ingieren las aves para triturar el alimento y mezclarlo con las secreciones gástricas, luego este contenido pasa al intestino, donde se puede distinguir el intestino medio donde el páncreas y el hígado esparcen sus fluidos con enzimas y otros elementos que favorecen a la digestión de los alimentos, se continúa con el intestino delgado, también llamado duodeno donde se asimilan los componentes alimenticios y por último, está el intestino terminal o grueso, este presenta dos ciegos, donde se da la fermentación bacteriana y una producción de vitaminas en especial del tipo B pero al estar en la última parte del aparato digestivo, las aves no son capaces de asimilar estas vitaminas y por esto realizan coprofagia; finalmente los desechos de la digestión circulan al colon y se eliminan por la cloaca, donde llegan también los conductos del sistema reproductor y urinario (García, Berrocal, Moreno y Ferrón, 2009).

Los productos finales principales de la digestión de las aves son aminoácidos, carbohidratos simples (glucosa y fructosa), ácidos grasos, lípidos, minerales, vitaminas y agua; las aves no poseen un complejo enzimático completo, por lo

que no pueden sintetizar algunos aminoácidos que deben ser incluidos en los alimentos (Church, Pond y Pond, 2002, p. 516).

2.4 Nutrición de las aves

“La nutrición y el consumo de alimento son algunos de los desafíos a los que se enfrentan los nutricionistas, ya que el período de vida de los animales en producción ha disminuido significativamente” (Penz, 2014).

El uso de alimentos con alta cantidad de fibra disminuye la digestibilidad de los componentes orgánicos, ya que las aves no digieren correctamente la celulosa, dificultando la acción de las enzimas y aumentando el gasto de energía para su paso por el sistema digestivo (Durán, 2009).

Las aves, durante su crecimiento requieren alimentos que ayuden a un correcto desarrollo de su esqueleto, sistema digestivo y sistema reproductor, pero se debe evitar el exceso de grasa (Martínez, 2008); por este motivo recomiendan el uso de alimentos balanceados para cada etapa de las aves.

El maíz, las semillas oleosas, grasas vegetales y animales entre otros, aportan energía, en especial el maíz que contiene mayor cantidad de energía, en los balanceados usan entre un 60% a 70%, mientras que la proteína es dada por harina de pescado y pasta de soya comúnmente (Granda, 2012).

2.5 Enzimas, generalidades

Las enzimas son moléculas proteicas de estructura compleja, que catalizan una reacción química, son altamente específicas para la reacción que catalizan y para los sustratos involucrados en la misma, requieren mantener su estructura inalterable para garantizar su actividad (Fuentes, 2005).

Las enzimas son biocatalizadores activos, estos son necesarios en el organismo animal para la desintegración de los elementos del alimento en el sistema digestivo, además para la síntesis, transformación y degradación de sustancias corporales en las reacciones del metabolismo; las enzimas determinan el sentido y la velocidad de las reacciones metabólicas sin alterar sus funciones (Reece et al., 2011).

En el nombre de cada enzima la primera parte indica el sustrato al que ataca, la segunda parte indica la reacción que realiza y se usan números para definir la clase y subclase (McDonald, 2013, p.143).

Las enzimas se clasifican en seis grupos según su función:

Oxidorreductasas, son las que catalizan la transferencia de electrones, oxígeno o hidrógeno entre moléculas;

Transferasas: Se encargan de grupos, trasladándolos de una molécula a otra;

Hidrolasas: Encargadas de las escisiones hidrolíticas;

Liasas, Se encargan de la descarboxilación y la desaminación;

Isomerasas, se encargan de la reorganización intramolecular;

Ligasas, catalizan la formación de enlaces (McDonald, 2013, p.132).

La mayor parte de enzimas están compuestas por proteínas complejas de peso molecular elevado, la misma que requieren de cofactores orgánicos (coenzimas) para un funcionamiento correcto; otras enzimas necesitan cofactores metálicos los que se unen a la enzima por medio de enlaces covalentes y otras se unen al sustrato primario y no a la molécula (McDonald, 2013, p.134).

Las enzimas pueden hallarse en forma inactiva, pudiendo cambiar a su forma activa cuándo sea necesario y funcionan disminuyendo la energía que activa las reacciones, la mayoría es capaz de catalizar varios grupos de sustancias,

considerándolas relativamente específicas, las que catalizan la reacción de una sola sustancia es de especificidad absoluta (McDonald, 2013, p.137).

La actividad enzimática puede afectarse por algunos factores que son: concentración del sustrato, concentración de la enzima, temperatura, acidez y ambiente (McDonald, 2013, p.139).

Los beneficios del uso de enzimas en la dieta incluyen reducción de la viscosidad de la dieta ingerida, mejorar la digestión y absorción de nutrientes especialmente grasas y proteínas, aumentar el valor de Energía Metabolizable Aparente (EMA) de la dieta, incremento del consumo de alimento, aumento en la ganancia de peso, mejora la conversión alimenticia, reducción en la impactación del pico, pollitos con obstrucción por heces (Formación de costras de heces fecales en la cloaca de los pollitos), mejoramiento de la población de microorganismos benéficos del tracto gastrointestinal, reducción del consumo de agua, reducción del contenido de agua en la excreta, reducción de la producción de amonio de las excretas y reducción de la contaminación ambiental por la disminución de la excreción de fósforo y nitrógeno (Odetallah, Wang, Garlich y Shih, 2005).

2.5.1 Enzimas digestivas en la avicultura

Actualmente en nuestro país existen algunos aditivos enzimáticos para el alimento de las aves, pero algunos productores no tienen mucha información sobre las enzimas y sus efectos, por lo que prefieren no utilizarlas por temor a resultados negativos y a una pérdida económica.

El aparato digestivo de las aves es la principal vía de entrada de nutrientes, los pollos de engorde, necesitan enzimas exógenas en su dieta para poder procesar completamente los compuestos antinutricionales, ya que las aves no producen algunas enzimas necesarias o no las producen en una cantidad suficiente para degradar los compuestos (Graham y Bedford, 1992).

2.5.2 Los polisacáridos no amiláceos (PNA)

Los polisacáridos no amiláceos o PNA se encuentran en las paredes celulares de los cereales, en las proteínas vegetales y sus subproductos (Badui, 2012). “Los PNA son compuestos estructurales y principales formas de almacenamiento construidas por azúcares unidas por enlaces beta, los PNA no se digieren, debido a que los animales monogástricos no poseen enzimas digestivas que corten los enlaces beta” (McNaught, 2000).

La digestión de los PNA se da en el intestino grueso luego de la fermentación desencadenada por las bacterias, dando como resultado los ácidos grasos de cadena corta (acetato, butirato y propionato), pero otros nutrientes resultan también encapsulados en las fibras de los PNA y no son asimilados en el aparato digestivo, teniendo un efecto perjudicial en el crecimiento y rendimiento del animal (Barragán, 2014).

Los PNA tienen 2 formas de interrumpir el proceso digestivo: El “efecto gel”, los PNA sencillos hacen más viscoso al quimo debido a su facilidad para retener agua (“efecto gel”) lo que provoca un lento desplazamiento y asimilación de nutrientes, reduciendo el ingreso de alimento e impidiendo el paso de las enzimas de origen animal para digerir los elementos nutritivos; el otro efecto se da cuando los PNA envuelven a los nutrientes (“efecto cáscara”) dificultando su digestibilidad y absorción en el intestino delgado. El “efecto gel” y “cáscara de nuez” producen en el intestino grueso un exceso de almidón sin digerir y de nutrientes, que deben pasar por la fermentación bacteriana y el animal los pierde, además las sustancias de la actividad bacteriana pueden resultar negativas en el animal (Barragán, 2014).

2.5.3 Enzimas endo-xilanasas

“Las endo-1,4- β -xilanasas son enzimas hidrolíticas que catalizan la degradación de los xilanos, rompiendo al azar los enlaces glicosídicos β -(1-4)

de las cadenas de xilosa presentes en la hemicelulosa de la pared celular vegetal, produciendo oligosacáridos solubles e insolubles de diferentes tamaños” (Obando, 2013).

Varias xilanasas ayudan a reducir la microflora intestinal en el lugar de absorción y disminuye la competición para los nutrientes con el propio animal, abasteciendo de productos de hidrólisis con efecto prebiótico y las xilanasas exógenas permiten enriquecer una flora beneficiosa con una actividad antimicrobiana en el tracto intestinal distal y el ciego, siendo estos los sitios de mayor presencia de patógenos comunes en avicultura (Vandeplas y Bodin, 2012).

2.5.4 Enzimas Hostazym®

Es un complejo multi-enzimático natural con actividad principal de endoxilanasas, este complejo es producido a través de un proceso de fermentación de estado sólido (FES) utilizando la cepa específica de *Trichoderma longibrachiatum*. Durante la fermentación la cepa fúngica produce enzimas que degradan los PNA como: endo-1,4- β -xilanasas, endo-1,4- β -glucanasas, α -amilasas, proteasas, etc (Huvepharma, 2015).

Huvepharma recomienda el uso de Hostazym® en una dosis de 100g por tonelada de alimento para aves y porcinos.

Ventajas del uso de Hostazym®:

- Mejora el aprovechamiento de los nutrientes de las dietas de aves y porcinos a base de maíz y harina de soya;
- Reduce el costo de la formulación debido al mejor aprovechamiento de la energía que se puede metabolizar en la dieta;

- Aumenta la ganancia de peso y mejora la conversión alimenticia de aves y porcinos;
- Mejora la uniformidad de los lotes de aves y porcinos;
- Reduce el riesgo de los problemas digestivos en dietas de aves y porcinos ricos en PNA (Huvepharma, 2015).

CAPÍTULO III

3 Materiales y Métodos

3.1 Ubicación y características del área de estudio

Este estudio se realizó en la granja avícola J.B., Llano Grande, Quito – Ecuador, coordenadas 0°06'45.0"S 78°26'26.7"W, altura 2850msnm., temperatura 33-35 °C, humedad 50-70%

La granja avícola cría 3000 pollos en total y posee 4 Galpones: 2 con capacidad para 1000 pollos y 2 para 500 pollos.

3.2 Materiales

- 300 pollos Broiler Cobb mixtos de 1 día de edad.
- Alimento balanceado: Inicial y crecimiento Biomentos
- Enzimas endo-xilanasa (Hostazym ®)
- Núcleo de vitaminas y minerales (Mikro-mix® broilers)
- Vacunas: Newcastle, Bronquitis y Gumboro
- Antibiótico: Enrofloxacina
- Criadora
- Tanques de gas
- Bebederos (10 lts)
- Comederos de tolva (10kg)
- Contenedores
- Desinfectante
- Viruta
- Malla

- Cortinas de polietileno
- Termómetro
- Balanza
- Pala
- Jeringuillas
- Tubos para recolectar sangre.

3.3 Diseño experimental

El estudio se realizó en 300 pollos Broiler Cobb mixtos de 1 día de edad, ya que el peso de esta especie suele ser similar y todos los grupos tuvieron el mismo manejo, solo con la diferencia de la adición de las enzimas digestivas.

Se trabajó con 4 grupos, cada uno de 75 pollos Broiler Cobb con 3 dosis diferentes de enzimas y un grupo sin enzimas:

Tabla 2

Dosis de enzimas digestivas

Grupos	Dosis de enzimas c/100kg de alimento	Nº de animales/grupo
T0	0g	75
T1	5g/100kg	75
T2	10g/100kg	75
T3	15g/100kg	75

Nota: T2 es la dosis recomendada por el fabricante.

3.4 Variables

Tabla 3

Variables

Variables	Tipo Variable	Definición	Indicador	Unidad de medida	Ítems	Instrumentos
Peso	Cuantitativa / Continua	Ganancia de peso diario durante la experimentación	Incremento de Peso diario/semanal	kg / gr.	# de Kilos	Medición directa
Viabilidad	Cuantitativa / discontinua	Número de animales que llegaron a la etapa final de la producción	Conteo al inicio y al final de la producción	Nº de aves	%de aves	Medición directa
Consumo de alimento	Cuantitativa / continua	Cantidad de alimento que ingieren cada día	Medición del alimento diario/semanal	Kg	# de kilos	Medición directa
Conversión alimenticia	Cuantitativa / continua	Relación del alimento consumido con el peso ganado durante un período	Medición 4ta y 6ta semana	Kg	# de kilos	Medición directa
Mortalidad	Cuantitativa / discontinua	Cantidad de aves que mueren durante la producción	Observación diaria	Nº de aves	%de aves	Medición directa
Bioquímica sanguínea	Cuantitativa / continuo	Análisis de los componentes sanguíneos	Muestreo 6ta semana	Valores analizados	% de c/compuesto	Medición indirecta

Índice de eficiencia	Cuantitativo o continuo	Cálculo para determinar la productividad de las aves	Se calcula al final del experimento	%	% de IE	Medición indirecta
-----------------------------	-------------------------	--	-------------------------------------	---	---------	--------------------

3.5 Manejo del estudio

- Adecuación del galpón: Se limpió y desinfectó un galpón para 300 pollos, dividiéndolo en 4 espacios mediante costal y malla, para la cama se utilizó viruta, se colocaron cortinas de polietileno para controlar la temperatura del lugar y una criadora a gas.
- Llegada de los pollitos: 300 pollitos de 1 día de edad fueron recibidos a una temperatura de 30 °C. Se colocaron 75 pollitos en el espacio asignado para cada grupo con el alimento y la dosis de enzimas de cada tratamiento. El agua de bebida se suministró a voluntad con Enrofloxacin diluida en la misma con una dosis de 1ml cada 2L de agua.
- División de los grupos experimentales y control: Se trabajó con 4 grupos, cada uno de 75 pollos Broiler Cobb con 3 dosis diferentes de enzimas y un grupo sin enzimas.
- Mezcla del alimento balanceado con las enzimas: Se utilizaron enzimas digestivas Endo-xilanas (Hostazym®), las mismas que primero se colocaron en una pre-mezcla con vitaminas y minerales Mikro-mix®. Se usaron 3 dosis diferentes en el alimento tomando en cuenta el requerimiento nutricional de las aves y las dosis de la tabla 2. Para mezclar uniformemente el alimento con las enzimas se calculó la dosis de las enzimas para la cantidad de alimento que se usó semanalmente y se realizó la mezcla de balanceado con la dosis correspondiente a cada tratamiento dejando el grupo control sin enzimas.

Tabla 4

Dosis pre-mezcla

Grupos	Dosis de Mikro-mix con Hostazym c/100kg de alimento	Nº de animales/grupo
T0	0g	75
T1	250g/100kg	75
T2	500g/100kg	75
T3	750g/100kg	75

Nota: La pre-mezcla de Mikromix contiene 200g de enzimas digestivas y 9.800g de vitaminas y minerales, esta pre-mezcla se calculó para 100kg de alimento para cada tratamiento.

- Crianza de las aves: La temperatura del galpón inició en 30°C y fue disminuyendo 3°C cada semana hasta llegar a 20°C en la 4ta semana.

La mezcla de balanceado con enzimas fue distribuida diariamente a cada grupo con su dosis respectiva y agua ad libitum durante 42 días.

Los pollitos fueron vacunados para Newcastle, Bronquitis y Gumboro a los 8 días de edad y a los 28 días.

Se pesaron las aves el primer día de edad, a los 28 días y a los 42 días, se midió el consumo de alimento diario, la conversión alimenticia se calculó a los 28 días y a los 42 días.

- Bioquímica sanguínea: Se debe tomar en cuenta que las aves seleccionadas para extraer una muestra deben estar sanas, el número de muestras puede ser de 10 a 20 aves por galpón y la cantidad de sangre necesaria es 2 o 3ml por ave sin sobrepasar el equivalente al 2% del peso del ave (Paz, 2017). Debido a la población de este estudio, se muestreó el 8% de aves (5) de cada grupo experimental recolectando 2ml de sangre por cada ave en tubos de tapa roja, los cuales fueron

llevados al laboratorio para la realización de química sanguínea, que incluye el análisis de urea, colesterol, triglicéridos, albúmina, proteínas totales y AST (aspartato aminotransferasa) .

La sangre fue extraída de la vena branquial, que es adecuada para obtener una muestra de sangre de las aves cuando tengan más de cuatro semanas de edad, ya que en las aves menores sus venas son muy pequeñas para extraer una cantidad de sangre suficiente, este procedimiento se puede realizar por una sola persona o con ayuda de otra para la sujeción como se hizo en este estudio, una persona sostuvo a cada ave de las patas poniéndolas cabeza abajo mientras otra sostenía el ala de donde se extrajo la sangre con una mano y con la otra obtuvo la sangre con una jeringuilla de 3ml y con la aguja previamente arqueada para mejor precisión, la inserción de la aguja fue en medio, entre el codo y el hombro; cuando la aguja está dentro de la vena, se debe extraer la sangre con cuidado para no colapsar la vena ni taponar la aguja; la sangre debe ser extraída lentamente para evitar que se dañe; se puede formar un hematoma o un coágulo de sangre en el área de la extracción, al quitar la aguja de la vena, se presiona con el dedo para detener la salida de sangre (Microclin, s.f.).

3.6 Pesaje de las aves

El 1er día se pesaron todos los pollitos luego de su llegada, el peso promedio fue de 39,3g. A los 28 días se pesaron en grupos de 10 pollos todas las aves de cada tratamiento, ya que el tamaño de la balanza digital facilitó agrupar las aves en un cartón que cabían 10 aves; el grupo control tuvo mayor peso, y entre los tratamientos con enzimas el de mayor peso fue el tratamiento 2. Finalmente a los 42 días se pesaron en grupos de 5 pollos las aves de cada grupo, ya que al tener una tamaño mayor que a los 28 días no alcanzaban más

aves en el área de la balanza; se obtuvieron pesos similares con excepción del tratamiento uno que fue el de menor peso.

3.7 Conversión alimenticia

“Es una medida que indica el rendimiento de un animal y se define como la relación entre el alimento consumido y el peso ganado” (Rodríguez, 2007, p.7).

Su fórmula es:

$$\frac{\text{Consumo total alimento}}{\text{Peso}} = CA$$

Se calculó la CA de cada grupo experimental a la cuarta y sexta semana de la investigación.

3.8 Índice de eficiencia (IE)

Es un índice que integra en una misma fórmula tres medidas principales que son: peso, viabilidad y conversión alimenticia, muy importantes para determinar y comparar el rendimiento entre lotes (Estrada, s.f.).

Su fórmula:

$$\frac{(\text{Peso promedio en gramos}) \left(\frac{\text{Viabilidad}}{100} \right)}{\text{Conversión alimenticia}} \times 10 = IE$$

3.9 Método de costos

Para el análisis de costos se utilizó el sistema de costos parciales, el que consiste en añadir solamente el costo de los elementos cuyo empleo esté directamente relacionado con la producción de las aves (CONGE, 2015 p.199).

En esta investigación se tomaron en cuenta los costos de los pollitos de 1 día, alimento balanceado, enzimas endo-xilanasa (Hostazym®) con el núcleo de vitaminas y minerales, viruta, desinfectante, medicamentos, agua, gas y mano de obra.

3.10 Evaluación estadística

Primero se realizó el método ANOVA, que es el análisis de la varianza, constituye un análisis para comparar los resultados de dos o más grupos, lo que hace posible calcular si los valores medios son iguales o diferentes en los distintos grupos estudiados; si no se utilizara ANOVA, las diferencias entre cada grupo experimental dependerían de la observación subjetiva de cada observador (Navarro, 2016).

Este análisis se realizó en el Software de Microsoft Excel 14.0.0 con los datos de conversión alimenticia y de los resultados de la química sanguínea de cada grupo, el cálculo fue hecho en los analitos: urea, colesterol, triglicéridos, albúmina, proteínas totales y AST, con los resultados de este análisis fue necesario realizar el test de Tukey en dos analitos, ya que se encontraron diferencias significativas y con el test se pudo saber entre qué grupos había esta diferencia.

“Tukey, es un test de comparaciones múltiples, éste permite comparar las medias de los t niveles de un factor después de haber rechazado la hipótesis nula de igualdad de medias con la técnica ANOVA; siendo un test que trata de perfilar y especificar una hipótesis alternativa genérica como la de cualquiera de los Test ANOVA” (Llopis, 2013).

CAPÍTULO IV

4 Resultados y discusión

4.1 Resultados

En este estudio se realizaron dos pruebas para la evaluación de las enzimas digestivas Endo-xilanas (Hostazym®) en cada grupo experimental: Índice de eficiencia y bioquímica sanguínea, y aparte el análisis económico que a continuación se describirán con sus resultados e interpretación de cada uno.

4.1.1 Conversión alimenticia

Se realizó el cálculo de la CA para utilizar sus datos en el índice de eficiencia. Tabla 5 y tabla 6.

Tabla 5

CA 4ta semana

Grupo	Cantidad de aves	Peso promedio	Peso total	Consumo total de alimento	Conversión Alimenticia
T0	74	0.92kg	68.4kg	95,4kg	1,4
T1	74	0.82kg	60,8kg	87,3kg	1,4
T2	75	0.90kg	67.2kg	89,9kg	1,3
T3	73	0.91kg	66,6kg	90,9kg	1,4

Nota: El consumo total de alimento de cada grupo se dividió para el peso total correspondiente. T2 tuvo el mejor resultado.

Tabla 6
CA 6ta semana

Grupo	Cantidad de aves	Peso promedio	Peso total	Consumo total de alimento	Conversión Alimenticia
T0	74	1,8kg	133,2kg	226,3kg	1,6
T1	74	1,6kg	121,4kg	210,3kg	1,7
T2	74	1,8kg	134,7kg	213,8kg	1,5
T3	73	1,8kg	134,3kg	215,8kg	1,6

Nota: T2 obtuvo el mejor resultado.

4.1.2 Índice de eficiencia (IE)

Se calculó el IE en los cuatro grupos experimentales, mientras más alto sea el valor del IE, mejor será el rendimiento del lote de aves. En este estudio el mejor resultado fue el del grupo T2, siendo el de mayor valor entre los demás, lo que significa, que las aves de este grupo obtuvieron un mayor peso y aprovecharon mejor el alimento con la dosis de enzimas sugerida por el fabricante (100g/T de alimento). Tabla 7.

T0:

$$\begin{aligned}
 IE &= \frac{\left(\frac{1800\text{g}}{42}\right) \times (74 \times 100 / 75 / 100)}{1,6} \times 10 \\
 &= \frac{42,85 \times 0,98}{1,6} \times 10 \\
 &= \mathbf{262,45}
 \end{aligned}$$

Ecuación 1

T1:

$$IE = \frac{\frac{1640g}{42} \times (74 \times \frac{100}{75})}{1,7} \times 10$$

$$= \frac{39,04 \times 0,98}{1,7} \times 10$$

$$= \mathbf{225,05}$$

Ecuación 2

T2:

$$IE = \frac{\frac{1820g}{42} \times (74 \times \frac{100}{75})}{1,5} \times 10$$

$$= \frac{43,33 \times 0,98}{1,5} \times 10$$

$$= \mathbf{283,08}$$

Ecuación 3

T3:

$$IE = \frac{1840g/42 \times (73 \times \frac{100}{75})}{1,6} \times 10$$

$$= \frac{43,80 \times 0,97}{1,6} \times 10$$

$$= \mathbf{265,53}$$

Ecuación 4

Tabla 7

Índice de eficiencia

Grupo	IE
T0	262,45
T1	225,05
T2	283,08
T3	265,53

Nota: T2 es el mayor IE y por lo tanto el mejor entre todos los grupos.

4.1.3 Análisis sanguíneo

Se realizó una química sanguínea en 5 aves de cada grupo, tomadas al azar, las cuales proporcionaron en su mayoría resultados dentro de los parámetros normales de cada analito en aves.

En el grupo T1 los valores de AST de dos muestras resultaron mayores a los de referencia, sin embargo esto no indica que haya un daño hepático, ya que solo un aumento significativo (alrededor de 800U/L) puede indicar un daño hepático grave, mientras que un leve aumento (>275 U/L) sugiere un aumento de su actividad, que puede deberse a alteraciones musculares o hepáticas (Campbell, 2007). En cuanto a los demás analitos del grupo T1 todos están dentro de los rangos normales.

En el grupo T2, tres muestras tuvieron valores disminuidos en las proteínas totales y albúmina, según Kaneko (1997, p. 930) las posibles causas para que exista una disminución de proteínas, puede deberse a lesiones en vísceras, en especial del sistema digestivo con úlceras y hemorragia, ya que al haber pérdida de sangre pierde albúmina, otra causa puede ser una disminuida ingestión de alimentos. En las aves de este estudio, se descartaría un problema en vísceras, ya que los pollos que murieron no mostraron en la

necropsia lesiones ni hemorragias. Los demás analitos mostraron valores normales.

Los valores de proteínas totales y albúmina de tres muestras en el grupo T3 resultaron disminuidos, mientras que los demás valores estaban dentro de los rangos normales.

El grupo T4 tuvo cuatro valores disminuidos en albúmina y proteínas totales, en dos muestras los valores de triglicéridos elevados.

4.2 Análisis económico

El grupo T2, al tener los mejores resultados en cuanto a productividad, también obtuvo un resultado positivo en costos, ya que en este grupo se gastó menos en alimento y se obtuvo un mayor peso, lo que permitió una mejor utilidad y un ahorro. El ahorro en este estudio puede parecer mínimo, ya que es en un grupo pequeño de aves pero sí fuera en las 3000 aves que produce la granja avícola JB, estarían ahorrando \$2.837,52 dólares al año si usaran la dosis de enzimas de 100g/T.

El grupo T1 tuvo un gasto menor al T2, pero el índice de eficiencia no fue bueno por lo que no dio buenas utilidades.

Tabla 8

Costos por grupo

PRODUCTOS	T0	T1	T2	T3
Pollitos de 1 día	\$50,25	\$50,25	\$50,25	\$50,25
Alimento balanceado	\$148,09	\$137,27	\$139,21	\$140,15
Enzimas más vit. Y minerales	\$0	\$0,14	\$0,29	\$0,43

Viruta	\$3,25	\$3,25	\$3,25	\$3,25
Desinfectante y medicamentos	\$2,44	\$2,44	\$2,44	\$2,44
Agua	\$1,00	\$1,00	\$1,00	\$1,00
Gas	\$4,20	\$4,20	\$4,20	\$4,20
Mano de obra	\$46,25	\$46,25	\$46,25	\$46,25
Total	\$255,48	\$244,8	\$246,25	\$247,72

Nota: Se dividieron los costos totales de cada producto para cada grupo, con excepción del alimento y las enzimas, debido a las diferentes dosis para cada tratamiento; para obtener el costo del grupo se calculó el valor de las dosis consumidas por cada uno durante el tiempo de estudio evaluado.

Tabla 9

Costo por lb ave y utilidades

Grupo	Peso promedio (lb)	Costo de producción por lb ave	Precio de venta por libra	Utilidad por ave
T0	3,96	\$0,72ctvs	\$1,00	\$1,13
T1	3,52	\$0,76ctvs	\$1,00	\$0,84
T2	3,96	\$0,68ctvs	\$1,00	\$1,25
T3	3,96	\$0,70ctvs	\$1,00	\$1,20

Nota: El grupo T2 es el que da mayor utilidad.

4.3 Resultados estadísticos

El método ANOVA realizado con los datos de la química sanguínea: urea, colesterol, triglicéridos, albúmina, proteínas totales y AST (tablas 10, 11,13,15, 16, 17), dio dos resultados significativos al ser $<0,05$: P valor de colesterol: 0,01

y P valor de triglicéridos: 0,04. Para estos dos casos se realizó el test de Tukey, el mismo que indicó las diferencias en el analito colesterol, entre el grupo T1 y T2 con T0 (tabla 12); mientras que en el analito triglicéridos, la diferencia fue entre el grupo T2 y T0 (tabla 14). Los demás analitos no tuvieron valores significativos, lo que quiere decir que las enzimas digestivas no afectaron negativamente a los compuestos sanguíneos de las aves, ya que es normal que en estas aves el colesterol y los triglicéridos se eleven por el tipo de alimento que necesitan para su objetivo productivo. La hipercolesterolemia puede ser producida por la dieta o por insuficiencia hepática (Kaneko, 1997), en éste estudio se descartan daños hepáticos, ya que el analito AST no obtuvo resultados significativos.

Tabla 10

Urea

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	5,1529	3	1,7176333	0,807	0,51	3,238871
			33	4639		522
				76		
Dentro de los grupos	34,03512	16	2,127195			
Total	39,18802	19				

Tabla 11

Colesterol

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	7716,0881	3	2572,02936	4,79	0,01	3,2388

			7	115 256 8	71522
Dentro de los grupos	8589,2630 8	16	536,828942 5		
Total	16305,351 18	19			

Tabla 12

Tukey colesterol

T1-T2	-9,262	
T1-T3	4,646	
T1-T0	42,324	Hay diferencia
T2-T3	13,908	
T2-T0	51,586	Hay diferencia
T3-T0	37,678	

Tabla 13

Triglicéridos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	9380,55305 5	3	3126,85101 8	3,4 914 664 29	0,04	3,23887 1522
Dentro de los grupos	14329,1128	16	895,56955			
Total	23709,6658 6	19				

Tabla 14

Tukey triglicéridos

T1-T2	4,16	
T1-T3	-11,52	
T1-T0	-50,68	
T2-T3	-15,68	
T2-T0	-54,84	Hay diferencia
T3-T0	-39,16	

Tabla 15

Albúmina

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,16708	3	0,055693333	2,815282868	0,07	3,238871522
Dentro de los grupos	0,31652	16	0,0197825			
Total	0,4836	19				

Tabla 16

Proteínas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0,77558	3	0,258526667	1,214367357	0,34	3,238871522
Dentro de los grupos	3,40624	16	0,21289			
Total	4,18182	19				

Tabla 17

AST

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3461,9969 8	3	1153,99899 3	0,89 521 857 2	0,47	3,23887 1522
Dentro de los grupos	20625,112 64	16	1289,06954			
Total	24087,109 62	19				

Los resultados estadísticos de peso y conversión alimenticia no dieron diferencias significativas (tabla 18 y 19).

Tabla 18

Peso

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	139,465	3	46,4883333 3	0,02 186 279 3	0,99	6,5913 82117
Dentro de los grupos	8505,47	4	2126,3675			
Total	8644,935	7				

Tabla 19

CA ANOVA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	23,70833333	3	7,902777777	0,012357426	1,00	3,098391224
Dentro de los grupos	12790,33	20	639,5165			
Total	12814,03833	23				

4.4 Discusión

En las siguientes discusiones, se debe tomar en cuenta que el número de la muestra, el sexo, la dosis de enzimas usadas y el lugar de experimentación van a ser diferentes a los de éste estudio.

En el estudio realizado por Ortiz (2011), también usó enzimas xilanasas en la dieta de 180 pollos de engorde, en sus resultados menciona que las enzimas tuvieron un efecto positivo sobre el peso de las aves en las primeras semanas, pero en el resto del estudio apreció que las enzimas ya no tuvieron efecto al ver que el grupo control superó el peso obteniendo en los resultados estadísticos una media de 1,25% más alta que de los tratamientos con enzimas; en cambio en este estudio fue lo contrario, a la cuarta semana el mayor peso fue del grupo control, pero en la sexta semana le superó un grupo con enzimas y cabe recalcar que el estudio de comparación fue en Ambato, igual que este estudio en la sierra.

Otro estudio que fue realizado en la Concordia, en 3000 aves mixtas por Zambrano (2013), muestra resultados similares a este estudio, un grupo con una dosis de 500g/ta de enzimas digestivas tuvo el mejor resultado del índice de eficiencia, en el consumo de alimento, siendo el grupo que consumió menos alimento que el grupo control, lo mismo que sucedió en este estudio entre el grupo T2 y el control (T0), pero en los resultados estadísticos no obtuvieron diferencias significativas. La dosis de enzimas usadas por Zambrano fue mucho más alta que la usada en este estudio por lo que se puede ver que con las enzimas Hostazym se ahorra más.

Un estudio realizado en México por Ramos (2013) en 108 pollos de engorde sin sexar, evaluó la dieta de los mismos mediante los niveles de metabolitos sanguíneos, obteniendo como resultado el aumento de los niveles de colesterol con una diferencia significativa ($P < 0.001$), mientras que las proteínas totales no tuvieron diferencias estadísticas, lo que coincide con este estudio, ya que también hubo un aumento del colesterol y los demás metabolitos no mostraron diferencias significativas, siendo algo positivo, al demostrar que las enzimas no fueron dañinas en el metabolismo de las aves.

Rojas (2009) investigó en la dieta de 420 pollos de engorde tres diferentes dosis de un complejo enzimático, siendo la dosis de 600g/t la de mejores resultados en conversión alimenticia y menor costo, con diferencias significativas en el peso ($P < 0.006$); además concuerda con este trabajo en que las enzimas digestivas no causaron ascitis en los pollos a pesar de que el área experimental fue en la sierra (Riobamba).

4.5 Limitaciones del estudio

Esta investigación no se pudo realizar en una población mayor de aves, debido al desconocimiento de los propietarios de la granja avícola sobre las enzimas digestivas, ya que tenían el temor de una alta mortalidad por lo que no querían

arriesgarse a que se usaran las enzimas en toda la producción; por esto no son muy notorias las diferencias estadísticas, pero el índice de eficiencia indica resultados más evidentes. Otra limitante fue el costo de los análisis sanguíneos, ya que en un principio se iban a enviar 10 muestras por grupo experimental, pero por los costos elevados se tuvo que enviar menos muestras, sin embargo, los resultados de la química sanguínea fueron claros.

CAPÍTULO V

5 Conclusiones

Los indicadores productivos demostraron que la dosis de enzimas recomendada por el fabricante puede obtener mejores resultados que una dosis menor o mayor.

Los resultados de la química sanguínea mostraron que las enzimas al acelerar el metabolismo de las aves, permitieron una correcta absorción de nutrientes sin causar daño en su proceso metabólico.

La mortalidad fue baja y no se encontró ascitis ni lesiones internas en la necropsia de los pollos, lo que se reflejó en los resultados de la química sanguínea al mostrar la mayoría de los metabolitos sanguíneos con rangos dentro de los parámetros normales.

La dosis del grupo T2 fue la más rentable, ya que al haber un menor consumo de alimento y un mayor peso, se gastó menos en la producción y al ser el alimento de las aves lo que más cuesta en la avicultura, esto ayuda a tener un ahorro significativo.

5.1 Recomendaciones

El estudio al haber sido realizado en la sierra obtuvo buenos resultados a pesar del clima y la hipoxia ambiental, pero sería recomendable hacer otras investigaciones en la costa para comparar sus resultados.

Se realizó el estudio en pollitos mixtos sin separar machos de hembras, sería aconsejable otro estudio separándolos para saber si hay diferencia significativa entre géneros, como podría ser en la crianza de aves de postura para

reposición, ya que en los trabajos que se pudieron comparar con éste, se realizaron de igual manera en pollos mixtos.

Al observar que las enzimas endo-xilanasa Hostazym® fueron eficientes, podría recomendarse su uso en las producciones avícolas de Ecuador.

REFERENCIAS

- Acamovic, T. y B. McCleary. (1996). Enzyme special series optimising the response. Recuperado el 04 de abril del 2017 de http://www.thejaps.org.pk/docs/16_1-2_2006/Khattak.pdf
- Badui, S. (2012). La Ciencia de los Alimentos en la Práctica. México: Pearson Educación
- Barragán, J. (2014). El concepto enzimático en los PNA para optimizar el rendimiento y la formulación en los piensos. Barcelona, España: Nutrinews
- Borges, C. (2009). Avances nutricionales para optimización de resultados en la avicultura. Engormix. Puerto Alegre, Brasil
- Campbell, T. Y Ellis, C. (2007). Hematología y citología aviar y de animales exóticos. USA: Blackwell
- Church, D., Pond, W., Pond, K. (2002). Nutrición y alimentación de animales. Balderas 95, México: Limusa
- Cobb. (2015). Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb500. USA
- CONAVE. (2013). Estadísticas avícolas. Recuperado el 04 de abril del 2017 de <http://www.conave.org/upload/informacion/Estadisticas%20avicolas.pdf>
- CONAVE. (2016). Estadísticas de la industria avícola del Ecuador. Recuperado el 05 de abril del 2017 de <http://www.conave.org/estadisticas.html>

- CONGE. (2015). Sistema de costos y toma de decisiones. Recuperado el 14 de febrero del 2018 de <http://conge.unizar.es/Tpdf10cd2015.pdf>
- Durán, F. (2009). Manejo y nutrición en aves de corral. Bogotá, Colombia: Grupo latino editores
- Estrada, M. (S.f.). Parámetros productivos para el análisis de registros. Recuperado el 22 de octubre del 2017 de http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/846/SISTEMAS_PRODUCTIVOS/PARAMETROS2.pdf
- Fuentes, S. (2015). Catálisis enzimática. Recuperado el 11 de abril del 2017 de http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/059/htm/sec_7.htm
- García, R., Berrocal, J., Moreno, L., Ferrón, G. (2009). Recuperado el 13 de julio del 2017 de http://www.juntadeandalucia.es/opencms/opencms/system/bodies/contenidos/publicaciones/pubcap/2009/pubcap_2931/Produccion_EcologicaGallinasPonedoras_baja.pdf
- Graham, H. y Bedford, M. (1992). II Seminario Internacional: Los bioproductos en la industria de los piensos, Madrid, España
- Granda, V. (2012). Formulación de una dieta óptima para pollos broiler en fase de engorde, basada en la bioconversión de la pasta residual de piñón (*Jatropha curcas*) con enzimas fibrolíticas. Biot-Espe
- Gura, S. (2007) Livestock Genetics Companies. Concentration and proprietary strategies of an emerging power in the global food economy. League for Pastoral Peoples and Endogenous Livestock Development, Ober-Ramstadt, Germany

Huvepharma. (2015). Enzimas Hostazym. Folleto digital.

lañez, E. (1998). Concepto e historia de la microbiología. Recuperado el 05 de abril del 2017 de http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/micro-ianez/01_micro.htm

Kaneko, J., Harvey, J., Bruss, M. (1997). Clinical biochemistry of domestic animals. San Diego, USA: Academic Press

Llopis, J. (2013). Test de Tukey. Recuperado el 8 de julio del 2017 de <https://estadisticaorquestainstrumento.wordpress.com/2013/01/28/test-hsd-de-tukey/>

MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2016). III Censo nacional agropecuario. Recuperado el 15 de febrero del 2018 de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/resultados-censo-nacional>

MAGAP. (2017). Precios. Recuperado el 12 de abril del 2017 de http://sinagap.magap.gob.ec/sina/PaginasCGSIN/Rep_Pre_Prod_X_MercCGSIN.aspx

Martínez, A. (2008). Piensos y raciones al mínimo costo. Engormix. España

McDonald, P. (2013). Nutrición animal. Zaragoza, España: Acribia

McNaught, A. (2000). Nomenclature of carbohydrates. Adv Chem Biochem. USA.

Microclin. (S.F.). Manera apropiada de extraer y de manipular las muestras de sangre y de suero en las aves. Recuperado el 10 de octubre del 2017 de http://www.microclin.com/archivos/toma_de_muestras_de_sangre_y_suero_en_aves_Dr_D_Grieve.pdf

Navarro, J. (2016). ANOVA. Recuperado el 20 de noviembre del 2017 de <https://www.definicionabc.com/economia/anova.php>

Obando, C. (2013). Evaluación de nuevas xilanasas fúngicas para el desarrollo de alimentos funcionales derivados de cereales. Recuperado el 13 de julio del 2017 de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33269/MEMORIA_COMPLETA.pdf?sequence=1

Odetallah, N., Wang, J., Garlich y Shih, J. (2005). Versazyme supplementation of broiler diets improves market growth performance. North Carolina, USA: North Carolina State University

Orellana, J. (2007). Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador. Recuperado el 20 de mayo del 2017 de http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/AMEVEA_2007___ING._JOSE_ORELLANA.PDF

Ortiz, J. (2011). Estudio del efecto de xilanasas sobre la digestibilidad de los piensos para aves de engorde, en sus tres fases de desarrollo. Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato

Paz, C. (2017). Comunicación personal.

Penz, A. (2014). Nutrición del pollo durante la primera y última semana de vida. Revista Avinews

Ramos, A. (2013). Metabolitos sanguíneos, rendimiento en componentes de la canal y costo del alimento consumido adicionado con Zeolita para pollos de engorde. México

Reece, J., Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P. y Jackson, R. (2011). Enzymes speed up metabolic reactions by lowering energy barriers. Campbell biology. San Francisco, CA: Pearson.

Rodríguez, W. (2007). Indicadores productivos como herramienta para medir la eficiencia del pollo de engorde. Recuperado el 20 de octubre del 2017 de http://ameveaecuador.org/web_antigua/datos/Indicadores_Productivos%20ING._WASHINGTON_R ODRIGUEZ.PDF

Rojas, L. (2009). Utilización de 400, 500 y 600 g/tn de complejo enzimático en dietas con el 3,5 % menos de energía y proteína en la dieta de pollos Broiler. Riobamba, Ecuador: ESPOCH

Rojas, M. (2011). Uso estratégico de enzimas en nutrición animal. Recuperado el 10 de abril del 2017 de http://ameveaecuador.org/web_antigua/memorias2011/pdf/USO%20ESTRATEGICO%20DE%20ENZIMAS%20EN%20NUTRICION%20ANIMAL.pdf

Ravidran, V. (2014). Avances en la nutrición de las aves de corral. Recuperado el 13 de julio del 2017 de <http://www.fao.org/docrep/016/al707s/al707s00.pdf>

Vaca, L. (2003). Producción avícola. Costa Rica: EUNED

Vandeplas, S. Y Bodin, J. (2012). Acción de una xilanasas producida por bacillus subtilis, efectos sobre la flora intestinal y el estado sanitario en las aves

Zambrano, R. (2013). Aplicación de enzimas digestivas Avizyme en la alimentación de pollos de engorde en el cantón La Concordia. Ecuador

ANEXOS

1 Alimento usado en la dieta de las aves

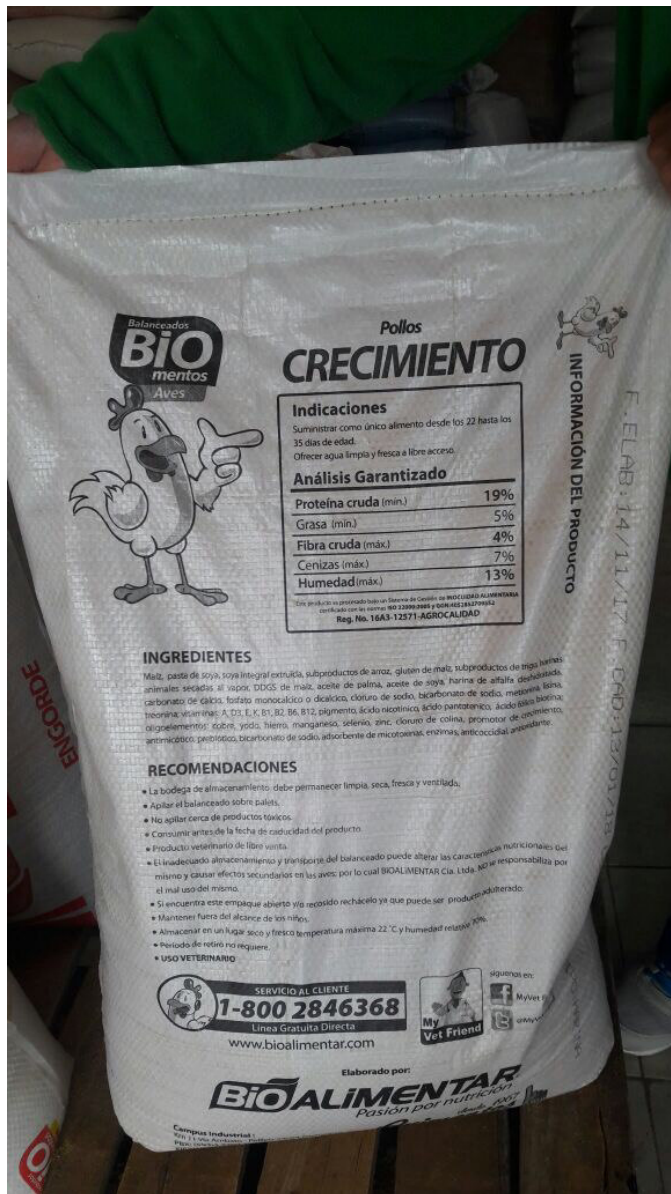
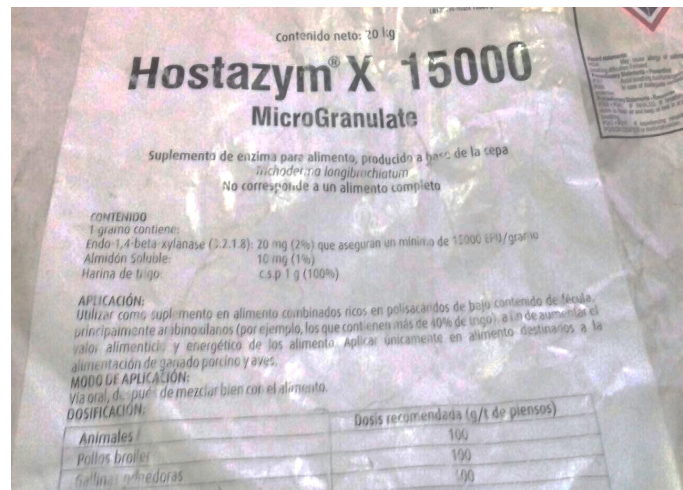


Foto: Gabriela León

2 Enzimas *endo-xilanasa* Hostazym



Fotos: Gabriela León

3 Mezcla del alimento con las enzimas



Fotos: Gabriela León

4 Adecuación del galpón

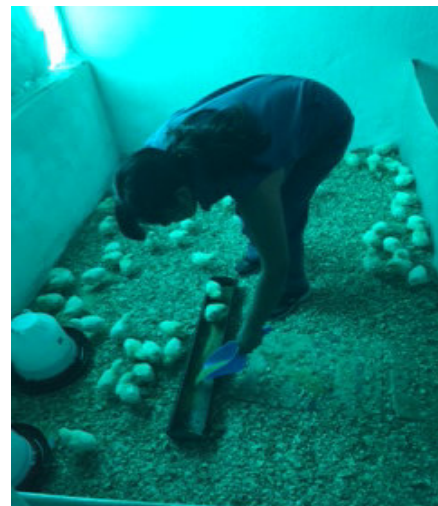


Foto: Gabriela León

5 Llegada de los pollitos



Fotos: Gabriela León



6 Vacunas



Fotos: Gabriela León



7 Pesaje de las aves



Foto: Gabriela León

8 Extracción de muestras de sangre



Foto: Gabriela León

9 Resultados de laboratorio

Nombre del propietario: Gabriela León	Nombre del paciente	T1 Muestras 5
Dirección:	Raza	Broiler
Teléfono	Especie	Aviar
Celular	Sexo	-
Nombre del Médico:	Edad	
Dirección:	Código lab	1087
Teléfono	Fecha de recepción de muestras	02/11/2017
Celular	Fecha de entrega de resultados	02/11/2017

QUÍMICA SANGUÍNEA AVIAR

Grupo T1

Muestra T1.1

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	8,25	mg/dl	< 10,7
Colesterol	142,98	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	64,57	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,34	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,15	g/dL	3,3 - 5,5
AST	254,61	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T1.2

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	7,21	mg/dl	< 10,7
Colesterol	143,43	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	40,2	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,43	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,49	g/dL	3,3 - 5,5
AST	241,85	U/L	< 275

Muestra T1.3

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	9,22	mg/dl	< 10,7
Colesterol	149,83	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	42,61	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,63	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	4,10	g/dL	3,3 - 5,5
AST	274,10	U/L	< 275

Suero icterico (+)

Muestra T1.4

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	6,53	mg/dl	< 10,7
Colesterol	153,8	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	57,35	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,55	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,71	g/dL	3,3 - 5,5
AST	278,25	U/L	< 275

Suero icterico (+)

Valores confirmados

Muestra T1.5

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	7,42	mg/dl	< 10,7
Colesterol	175,49	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	38,34	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,3	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,01	g/dL	3,3 - 5,5
AST	290,77	U/L	< 275

Suero icterico (+)

Valores confirmados

QUÍMICA SANGUÍNEA AVIAR**Grupo T2****Muestra T2.1**

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	7,53	mg/dl	< 10,7
Colesterol	176,43	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	37,37	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,31	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,43	g/dL	3,3 - 5,5
AST	266,22	U/L	< 275

Muestra T2.2

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	8,74	mg/dl	< 10,7
Colesterol	203,27	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	62,7	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,28	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,75	g/dL	3,3 - 5,5
AST	265,75	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T2.3

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	6,73	mg/dl	< 10,7
Colesterol	132,11	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	27,27	mg/dl	20 - 102
Albumina	0,98	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,61	g/dL	3,3 - 5,5
AST	252,67	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T2.4

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	4,78	mg/dl	< 10,7
Colesterol	157,51	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	40,49	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,09	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,66	g/dL	3,3 - 5,5
AST	181,29	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T2.5

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	6,84	mg/dl	< 10,7
Colesterol	142,52	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	54,45	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,37	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,35	g/dL	3,3 - 5,5
AST	239,80	U/L	< 275

QUÍMICA SANGUÍNEA AVIAR**Grupo T3****Muestra T3.1**

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	5,7	mg/dl	< 10,7
Colesterol	141,23	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	62,67	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,25	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,14	g/dL	3,3 - 5,5
AST	220,55	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T3.2

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	7,35	mg/dl	< 10,7
Colesterol	165,86	mg/dl	86 - 211
Triglicéridos	78,43	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,21	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,91	g/dL	3,3 - 5,5
AST	227,48	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T3.3

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	7,77	mg/dl	< 10,7
Colesterol	179,84	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	58,74	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,36	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,09	g/dL	3,3 - 5,5
AST	236,41	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T3.4

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	8,2	mg/dl	< 10,7
Colesterol	108,73	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	66,34	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,15	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,6	g/dL	3,3 - 5,5
AST	253,02	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T3.5

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	9,59	mg/dl	< 10,7
Colesterol	146,64	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	34,48	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,31	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,72	g/dL	3,3 - 5,5
AST	223,64	U/L	< 275

Grupo control

QUÍMICA SANGUÍNEA AVIAR**Grupo T4****Muestra T4.1**

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	4,69	mg/dl	< 10,7
Colesterol	101,97	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	151,24	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,2	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,96	g/dL	3,3 - 5,5
AST	267,58	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T4.2

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	9,53	mg/dl	< 10,7
Colesterol	140,55	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	88,83	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,26	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,98	g/dL	3,3 - 5,5
AST	247,47	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T4.3

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	5,48	mg/dl	< 10,7
Colesterol	124,1	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	159,21	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,24	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	2,81	g/dL	3,3 - 5,5
AST	315,42	U/L	< 275

Valores confirmados

Suero icterico (+)

Muestra T4.4

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	6,56	mg/dl	< 10,7
Colesterol	97,32	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	62,95	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,17	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	3,15	g/dL	3,3 - 5,5
AST	155,70	U/L	< 275

Valores confirmados

Muestra T4.5

ANALITO	RESULTADOS	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
Urea	6,54	mg/dl	< 10,7
Colesterol	89,97	mg/dl	86 - 211
Trigliceridos	34,23	mg/dl	20 - 102
Albumina	1,57	mg/dl	1,3 - 2,8
Proteínas Totales	4,24	g/dL	3,3 - 5,5
AST	240,68	U/L	< 275

Lcda. Verónica Miño
Bioanalista Clínica

