



Universidad
Nacional
de Loja

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES**

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“USO DE COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS PARA
POLLOS BROILER”**

Tesis de grado previa a la obtención del título de
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

AUTOR:

Edgar Iván Chávez Jaramillo

DIRECTOR:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

LOJA-ECUADOR

2021

CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DE TESIS

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICO

Que he revisado la presente tesis titulada “**USO DE COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS PARA POLLOS BROILER**” realizada por la(el) Srta.(Sr) Egresada(o) **EDGAR IVÁN CHÁVEZ JARAMILLO**, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 25 agosto 2020

Atentamente

GALO VINICIO
ESCUDERO
SANCHEZ

Firmado digitalmente
por GALO VINICIO
ESCUDERO SANCHEZ
Fecha: 2020.08.26
10:08:25 -05'00'

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis de Grado titulada: "**USO DE COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS PARA POLLOS BROILER**", de la autoría del señor **EDGAR IVÁN CHÁVEZ JARAMILLO** egresado de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional de Loja, **CERTIFICAN** que se han incorporado las observaciones efectuadas por sus miembros en el momento de la calificación, por tal motivo se procede a la aprobación y calificación del trabajo de Tesis de Grado.

Por lo tanto, autorizamos al señor egresado continuar con los trámites de graduación.

APROBADO

Loja, 22 de junio del 2021



Firmado electrónicamente por:
**LUIS ANTONIO
AGUIRRE
MENDOZA**

PhD. Luis Antonio Aguirre Mendoza
PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
**ROCIO DEL CARMEN
HERRERA HERRERA**

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc

VOCAL



Firmado electrónicamente por:
**MAURO IVAN
GUEVARA
PALACIOS**

PhD. Mauro Iván Guevara Palacios

VOCAL

AUTORÍA

Yo, **Edgar Iván Chávez Jaramillo**, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



FIRMA:

AUTOR: Edgar Iván Chávez Jaramillo

CÉDULA: 1105166399

FECHA: Jueves, 24 junio de 2021

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **Edgar Iván Chávez Jaramillo**, declaro ser el autor de la tesis titulada “USO DE COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS PARA POLLOS BROILER” como requisito para optar al grado de: Médico Veterinario Zootecnista; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI):

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo con el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 24 días del mes de junio de dos mil veintiuno, firma el autor.



FIRMA:

Autor: Edgar Iván Chávez Jaramillo

Cédula de Identidad: 1105166399

Dirección: Loja, Barrio “Ciudad Alegría”

Correo electrónico: ivn_94@outlook.com

Celular: 0969478496

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director de Tesis:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc

Tribunal de grado:

PhD. Luis Antonio Aguirre Mendoza

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc

PhD. Mauro Iván Guevara Palacios

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento está dirigido a Dios, por haberme brindado la oportunidad de graduarme en esta prestigiosa carrera y culminar exitosamente una etapa más de mi vida.

A mi madre y a mi hermana, por ser siempre el motor y la fuerza que necesité todos los días, además de ser todo en mi vida.

Agradezco también a la Universidad Nacional de Loja y a todo el personal administrativo de la Carrera de Medicina Veterinaria, por los gratos momentos compartidos y por su continuo interés en el proceso del desarrollo de enseñanza-aprendizaje de sus alumnos.

De la misma manera, quiero hacer llegar mi más grande agradecimiento al Dr. Galo Escudero, al Dr. Rodrigo Abad y al prestigioso tribunal asignado, por ser los pilares fundamentales de este proyecto al aportar con sus valiosos conocimientos y consejos que conllevó a la culminación exitosa de la presente investigación.

Edgar Iván Chávez Jaramillo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con mucho amor a toda mi familia, especialmente a mi madre Inés y a mi hermana Mayra, quienes fueron el motivo constante de lucha y entrega para lograr este objetivo.

A todos mis maestros, compañeros y amigos que tuve la dicha de conocer en esta carrera y de los cuales me llevo gratos recuerdos.

Edgar Iván Chávez Jaramillo

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DE DIRECCIÓN DE TESIS.....	II
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	III
AUTORÍA.....	IV
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
TÍTULO.....	XIV
RESUMEN.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 ENZIMAS DIGESTIVAS EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA.....	3
2.1.1 Generalidades de las Enzimas.....	3
2.1.2 Propiedades de las Enzimas.....	3
2.1.3 Mecanismo de Acción de las Enzimas.....	4
2.1.4 Uso de Enzimas Digestivas en la Avicultura.....	5

2.1.5	Producción de las Enzimas	6
2.1.6	Enzimas de Importancia en la Producción Avícola	7
2.1.7	Beneficios de la Suplementación Enzimática en la Alimentación Avícola.....	8
2.1.8	Probioenzyme	8
3	MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1	MATERIALES DE CAMPO.....	10
3.2	MATERIALES DE LABORATORIO	10
3.3	MATERIALES DE OFICINA.....	11
3.4	MÉTODOS	11
3.4.1	Ubicación	11
3.4.2	Descripción y Adecuación de las Instalaciones	12
3.4.3	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales	13
3.4.4	Descripción de los Tratamientos.....	13
3.4.5	Diseño Experimental.....	14
3.4.6	Composición de las Dietas Administradas	14
3.4.7	Variables en Estudio	15
3.4.8	Toma y Registro de Datos.....	16
3.4.9	Análisis Estadístico	17
4	RESULTADOS	18
4.1	PARÁMETROS PRODUCTIVOS.....	18
4.1.1	Peso Semanal	18

4.1.2	Consumo Medio Diario.....	19
4.1.3	Ganancia Media Semanal	20
4.1.4	Conversión Alimenticia	21
4.1.5	Mortalidad.....	22
4.2	PARÁMETROS DIGESTIVOS	23
4.2.1	Pesos Absolutos, Relativos y pH de Órganos Digestivos.....	23
4.2.2	Medidas de Órganos Digestivos	24
5	DISCUSIÓN	26
5.1	PESO SEMANAL	26
5.2	CONSUMO MEDIO DIARIO.....	27
5.3	GANANCIA MEDIA SEMANAL.....	27
5.4	CONVERSIÓN ALIMENTICIA.....	28
5.5	MORTALIDAD.....	29
5.6	PARÁMETROS DIGESTIVOS	29
6	CONCLUSIONES.....	31
7	RECOMENDACIONES	32
8	BIBLIOGRAFÍA.....	33

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de Enzimas Comerciales Utilizadas en la Avicultura y sus Beneficios.	7
Tabla 2 Ingredientes Utilizados en la Elaboración de las Dietas para la Etapa de Crecimiento con la Utilización y Restricción de un Complejo Enzimático	14
Tabla 3 Peso Vivo Semanal (g) por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor.	18
Tabla 4 Consumo Medio Diario Semanal por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor.	19
Tabla 5 Ganancia Media de Cada Semana por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor	20
Tabla 6 Análisis de la Conversión Alimenticia de Cada Semana por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor	21
Tabla 7 Análisis del Porcentaje de Mortalidad por Tratamiento	22
Tabla 8 Efecto de Diferentes Dietas de Crecimiento con Uso de Enzimas en el Peso Absoluto, Peso Relativo y Ph de los Órganos Digestivos de Pollos Broilers, Sacrificados a los 33 Días de Edad	23
Tabla 9 Análisis de Medidas Absolutas de los Órganos Digestivos de Broiler, Sacrificados a los 42 Días de Edad.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Quinta Experimental Punzara (Google Maps, 2021)	11
Figura 2 Distribución de los Tratamientos y sus Repeticiones (Jaulas)	14
Figura 3 Peso Vivo por Semana de los Tratamientos	19
Figura 4 Consumo Medio Diario por Semana de los Tratamientos	20
Figura 5 Ganancia Media Semanal de los Tratamientos Con y Sin Enzimas.....	21
Figura 6 Conversión Alimenticia de los Tratamientos por Semana	22
Figura 7 Análisis de Peso Semanal.....	38
Figura 8 Análisis de Consumo Medio Diario	39
Figura 9 Análisis de la Ganancia Media Semanal	40
Figura 10 Análisis de la Conversión Alimenticia.....	41
Figura 11 Análisis del Peso Total del Tracto Digestivo	42
Figura 12 Análisis del pH del Proventrículo	43
Figura 13 Análisis de Longitud del Intestino Delgado	44
Figura 14 Limpieza y Desinfección del Galpón	45
Figura 15 Construcción de las Jaulas.....	45
Figura 16 Ubicación de Cortinas y Criadoras a Gas.....	46
Figura 17 Identificación y Distribución de los Tratamientos	46
Figura 18 Preparación de Dosis para Vacunación	47
Figura 19 Limpieza y Mantenimiento de las Jaulas	47
Figura 20 Elaboración de las Dietas de Crecimiento.....	48

Figura 21 Visita de Avance del Director de Tesis	48
Figura 22 Toma y Registro de Datos de las Variables en Estudio	49
Figura 23 Visita y Control Final de Peso.....	49

**“USO DE COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS PARA POLLOS
BROILER”**

RESUMEN

La presente investigación evaluó el uso de un complejo enzimático en dietas para pollos broiler, en la Quinta Experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, en la que se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado de 200 pollos de un día de edad línea Hubbard, distribuidos en dos tratamientos de 10 unidades experimentales con 10 animales cada una. Para la etapa de crecimiento fueron elaboradas dos dietas sin restricción bajo administración ad libitum. La dieta uno se formuló con la adición de un complejo enzimático (Probioenzyme® Px) y la segunda fue formulada sin la inclusión del mismo. Los resultados obtenidos en los parámetros productivos, establecen diferencias significativas en el peso final ($P < 0,001$), donde los animales bajo el tratamiento con enzimas, obtuvieron pesos mayores (2967 g) en comparación al tratamiento sin enzimas (2477 g), valores relacionados con el consumo medio diario de alimento que registró mayor diferencia significativa en la sexta semana $CE=178$ g y $SE=173$ g. Por otro lado, la ganancia media diaria de peso presentó diferencias estadísticas en la tercera y cuarta ($P < 0,001$) semana de tratamiento, para finalizar con la conversión alimenticia que presentó diferencia en la cuarta semana ($P < 0,0005$). Para el análisis de los parámetros digestivos, la toma de datos se realizó a los 33 días, sacrificando un animal por unidad experimental, no presentándose diferencias significativas entre los tratamientos, mostrando así la eficiencia del complejo enzimático al incrementar el consumo de alimento y mejorar la funcionalidad del tracto digestivo.

Palabras clave: complejo enzimático, parámetros digestivos, parámetros productivos

ABSTRACT

In the present research, the enzymatic complex use for broiler chickens was evaluated. For this purpose, the poultry-yard 1 of the experimental Punzara farm of the Universidad Nacional de Loja was utilized, applying a randomly experimental design of 200 broiler chickens of one day of age line Hubbard, distributed into two treatments of 10 experimental units with 10 animals in each one. For the growing stage, two kinds of diets were developed without any restrictions under the administration ad libitum. The first diet was formulated by adding an enzymatic complex (Probioenzyme® Px), and the second one was formulated excluding the enzymatic complex. The obtained outcomes in the productive parameters establish meaningful differences at the final weight ($P < 0,001$), where the animals under the enzymatic treatment gained higher weights (2967 g) in relation to the treatment where no enzymes were applied (2477 g), values related to the mean daily food consumption that registered the greatest significant difference in the sixth week $CE = 178$ g and $SE = 173$ g. On the other hand, the mean daily weight gain presented statistical differences in the third and fourth ($P < 0,001$) weeks of treatment, to end with the food conversion that presented a difference in the fourth week ($P < 0,0005$). For the digestive analysis parameters, the data collection was performed by day 33, sacrificing an animal from each experimental unit, showing no significant differences between treatments, outcomes which show the efficiency of the enzymatic complex by increasing the consumption of the feed and enhancing the functionality of the digestive tract.

Keywords: enzyme complex, digestive parameters, productive parameters

1 INTRODUCCIÓN

La producción avícola a nivel nacional representa una actividad con alta demanda de sus productos en todos los estratos de la población, llegando incluso a incrementarse sus volúmenes en el mercado fronterizo, razón por la cual, los profesionales involucrados en este sector productivo proponen alternativas biotecnológicas a través del uso de enzimas exógenas para mejorar la conversión alimenticia y obtener rendimientos óptimos en sus explotaciones (Cortés et al., 2002).

Conte *et al.* (2003), consideran que la exigencia del negocio avícola, busca siempre un método alimenticio más efectivo para los animales, siendo este limitado por la poca capacidad que tienen los monogástricos de utilizar la harina de girasol, debido a su alto nivel de fibra y la baja en el desempeño productivo que puede generar su deficiencia en las dietas. Por tal motivo, es necesario implementar el uso de aditivos, teniendo en cuenta una selección apropiada de las enzimas con que se suplementará la dieta, la cual dependerá de su sitio de actividad, características del sustrato, rango de actividad enzimática y estado fisiológico del animal. Los efectos benéficos de muchas enzimas alimenticias son mayores en aves jóvenes que en adultas (Camiruaga et al., 2001),

La utilización de estos preparados enzimáticos, minimizan los efectos adversos de los polisacáridos no almidonados (PNA) y los oligosacáridos, mejorando el valor nutritivo de la dieta e incrementando la disponibilidad de carbohidratos para la utilización de energía por su liberación desde la estructura desde las materias primas (Valdivia et al., 2019). Todo esto está asociado con un incremento de la digestibilidad de energía y aminoácidos en una manera costo-eficiente, incrementando los valores nutricionales de la dieta preparada, dando como resultado un mejoramiento del crecimiento y eficiencia del alimento (Knight et al., 2019).

Según Luna (2010), hoy en día el grado de enzimas derivadas de bacterias han aumentado con los nuevos productos de fitasas, encontrándose éstas en primer lugar, seguidas de las xilanasas y las glucanasas en tercer lugar. Enzimas como las amilasas, proteasas y manasas representan una pequeña proporción del total del mercado de enzimas alimenticias (Gavilanez, 2019). De estas alternativas que incluyen antioxidantes, prebióticos, probióticos, acidificantes, aceites esenciales, entre otros, lo que se espera es que mantengan la salud intestinal de los animales para una adecuada absorción de nutrientes.

En base a los antecedentes citados surgió la necesidad de determinar el efecto de la inclusión de compuestos enzimáticos en la crianza de pollos broiler, teniendo como referencia los estudios previamente realizados en nuestra institución y en otros lugares, para lo cual, se plantearon los siguientes objetivos:

- Estudiar el efecto del uso de complejos enzimáticos en parámetros productivos.
- Determinar el efecto del uso de complejos enzimáticos en parámetros digestivos.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ENZIMAS DIGESTIVAS EN LA PRODUCCIÓN AVÍCOLA

2.1.1 Generalidades de las Enzimas

Álvarez & Saltos (2014), definen a las enzimas como proteínas funcionales de naturaleza orgánica, cuya función es catalizar o acelerar la velocidad de reacciones químicas específicas que ocurren en las células vivas, mismas que son secretadas por todos los animales como parte del proceso de digestión, siendo importantes en la degradación de aminoácidos, carbohidratos, lípidos y complejos minerales.

Son sustrato-específicas debido a su acción sobre un solo sustrato en condiciones muy precisas de pH, humedad y temperatura; además, no se consumen en reacciones catalíticas, volviendo a su estado natural una vez terminada la reacción (Jurado, 2017).

Rodríguez (2016), menciona que los animales producen sus propias enzimas para la digestión del alimento consumido, denominadas enzimas endógenas; y, también están las que son añadidas externamente a la dieta, conocidas como enzimas exógenas, que actúan sobre un sustrato específico que el animal comúnmente no puede degradar con sus enzimas endógenas.

2.1.2 Propiedades de las Enzimas

Chacón (2003), considera que el efecto de las enzimas en la alimentación animal, está relacionado con las condiciones que el tracto digestivo presenta, teniendo en cuenta su forma de actuar frente al pH ácido del estómago o su capacidad de resistencia al pH gástrico y el efecto proteolítico de la pepsina gástrica, permitiendo lograr el máximo aprovechamiento de estos aditivos a lo largo del tubo digestivo.

La misma autora, hace énfasis en las siguientes propiedades:

- ❖ Son proteínas de estructura tridimensional compleja.

- ❖ Son producidas por microorganismos, animales y plantas, puesto que las reacciones bioquímicas son catalizadas por las enzimas.
- ❖ Presentan alta sensibilidad a las variaciones de pH, afectando seriamente su efectividad en caso de haber alteración de su rango óptimo.
- ❖ Son específicas, tomando en cuenta que cada enzima divide a un sustrato específico.

2.1.3 Mecanismo de Acción de las Enzimas

❖ *Degradación de polisacáridos distintos del almidón (PNA)*

Al hablar de polisacáridos no almidonados (PNA), se hace referencia a la porción anteriormente conocida como fibra cruda que, en términos generales, los monogástricos carecen de la capacidad para digerirla (Ramalho de Lima et al., 2007).

Ríos (2009), considera que los PNA, son responsables de impedir la acción de las enzimas hidrolíticas bloqueando el almidón de las células del endosperma del grano, dificultando así la acción de las éstas enzimas sobre éstos. La misma autora menciona que el efecto negativo de β -glucanos y pentosanos, está relacionado con las variaciones fisiológicas y morfológicas del sistema digestivo, así como también la viscosidad de su fracción soluble, razón por la cual, considera necesario el uso de enzimas exógenas, dada la incapacidad de aves jóvenes para sintetizar enzimas hidrolíticas de enlaces β , logrando la degradación de β -glucanos y arabinosilanos.

❖ *Reducción de viscosidad de la digesta*

Según León (2018), los PNA permiten un aumento en la viscosidad de las dietas al unirse a grandes cantidades de agua, formando un gel de consistencia viscosa que provoca un lento desplazamiento de nutrientes y reduce la tasa de difusión de sustratos, impidiendo así el ingreso del alimento y el paso de enzimas de origen animal, necesarias para la digestión de nutrientes contenidos en la dieta. Ramalho de Lima et al. (2007),

reconocen también el efecto negativo que produce la viscosidad de la digesta, al interferir con la microflora intestinal y la integridad fisiológica del intestino. Bajo este contexto, el mismo autor considera la eficacia del complejo enzimático, ya que permite la reducción de la viscosidad del tracto digestivo mediante la descomposición de los PNA en pequeñas unidades, para favorecer a la acción enzimática del contenido intestinal con la mejora de la digestibilidad de los nutrientes, acelerando también la velocidad del tránsito intestinal y reduciendo el nivel de agua en las heces, logrando con esto preservar la calidad de la cama.

❖ *Modificaciones del tracto digestivo*

El efecto de enzimas como las xilanasas, son importantes en este aspecto ya que permiten reducir la microflora intestinal en el lugar de absorción de nutrientes, abasteciendo de oligosacáridos que son resultantes de la degradación de PNA y que a su vez, aportan con efectos prebióticos sobre el ciego (Ramalho de Lima et al., 2007).

Referente a la adición de complejos enzimáticos, Ríos (2009) y León (2018), concuerdan con el efecto de su utilización, ya que permiten la aceleración del tránsito de la digesta en pollos broiler y el fortalecimiento de la función antimicrobiana del tracto gastrointestinal (ciego e íleon), al ser lugares con mayor afectación de microorganismos patógenos de las producciones avícolas.

2.1.4 Uso de Enzimas Digestivas en la Avicultura

El uso de enzimas exógenas en las aves, día a día se ha convertido en una gran necesidad ante la falta de producción de algunas enzimas endógenas, las mismas que son importantes en la degradación de compuestos antinutricionales (León, 2018).

Según Luna *et al.* (2010), ha existido un incremento en la producción de enzimas derivadas de bacterias, específicamente en productos nuevos de fitasas, seguidas de las

xilanasas y celulasas (glucanasas) en comparación hace algunos años, donde éstas se derivaban de fuentes fúngicas. Bajo este mismo contexto, Muñoz (2015), menciona que algunas bacterias (actinomicetos) y hongos, pueden sintetizar enzimas con actividad celulítica, mismas que son capaces de degradar la celulosa y otros PNA de baja digestibilidad, razón por la cual, la complementación de raciones alimenticias con este tipo de enzimas, pueden llegar a ser importantes para la mejora del valor nutritivo de las materias primas en la avicultura.

Las mezclas multienzimáticas son capaces de degradar los β -glucanos, permitiendo así, la reducción de la viscosidad del contenido intestinal, y con esto, una mejor absorción de nutrientes en el intestino delgado. La baja viscosidad genera también un aumento de la concentración de materia seca en las heces, disminuyendo la cantidad de heces viscosas en los pollos y aumentando la disponibilidad de nutrientes necesarios para la generación de tejido graso y muscular (Martínez, 2007).

2.1.5 Producción de las Enzimas

Rodríguez (2016), señala que la producción actual de enzimas exógenas, parte de la fermentación en medio sólido o líquido de microorganismos tales como hongos y bacterias, que cuentan con la capacidad de generar enzimas endógenas que el organismo no produce naturalmente, y para lo cual, se realizaron investigaciones complementadas con pruebas en distintas especies animales, con el fin de determinar la cantidad precisa para su uso en las formulaciones. El mismo autor, cita dos tipos de métodos que son:

- a) **Fermentación en estado sólido:** Las enzimas provienen a partir del hongo *Aspergillus niger*, produciéndose algunos complejos enzimáticos de este microorganismo.
- b) **Fermentación en estado líquido sumergido:** Generan enzimas simples como parte de un cóctel enzimático, producido a partir de hongos y bacterias.

2.1.6 Enzimas de Importancia en la Producción Avícola

Jaramillo *et al.* (2019) afirman que, la disponibilidad de complejos enzimáticos para la complementación de formulaciones alimenticias en el mercado es extensa, pues se presentan en diversos productos comerciales y están clasificadas de acuerdo al tipo sustrato sobre el que actúan. De esta manera, las enzimas comerciales disponibles en el mercado, se detallan a continuación en la Tabla 1:

Tabla 1 Clasificación de Enzimas Comerciales Utilizadas en la Avicultura y sus Beneficios

Enzima	Sustrato	Función	Beneficio
β -Glucanasa	Cebada, avena	Reducción de viscosidad	Mejora la digestibilidad
Xilanasas	Trigo, centeno, Triticale, salvado, Arroz	Reducción de viscosidad	Mejora la digestibilidad
β -Galactosidasa	Granos leguminosos	Reducción de viscosidad	Mejora la digestibilidad
Fitasas	Fósforo fítico	Liberación de fitato	Mejora la absorción de fósforo
Proteasas	Proteínas	Hidrólisis de proteína	Aumento de la digestibilidad de la proteína
Lipasa	Lípidos	Hidrólisis de grasas	Uso en edades juveniles
Amilasa	Almidón	Hidrólisis de almidón	Suplemento para edades juveniles

Fuente: Quisbert, (2018)

2.1.7 Beneficios de la Suplementación Enzimática en la Alimentación Avícola

Autores como Bedford & Partridge, (2010); Rodriguez, (2016) y Jaramillo & Rodriguez, (2019) hacen énfasis en sus investigaciones con respecto a los beneficios que aporta la suplementación enzimática en las diversas formulaciones, entre las cuales podemos citar:

- a) Mejora el aprovechamiento de nutrientes de las materias primas convencionales.
- b) Reduce el efecto contaminante en la producción gracias a la mejora de la digestión y absorción de nutrientes, reduciendo el volumen de estiércol producido y disminuyendo la excreción de fósforo y nitrógeno.
- c) Elimina factores antinutricionales en formulaciones para especies monogástricas.
- d) Permite la utilización de materias primas alternativas, incluyendo ingredientes de baja digestibilidad y valor económico.
- e) Optimiza la salud e integridad intestinal, favoreciendo a microorganismos benéficos que trabajan en la estabilidad de la flora microbiana.
- f) Complementan las funciones de las enzimas endógenas producidas por las aves, especialmente jóvenes, al haber deficiencia de algunas de éstas causada por un tardío desarrollo del sistema enzimático.
- g) Permite la liberación de nutrientes atrapados, como lisina y azúcares simples.
- h) Favorece el crecimiento de aves retrasadas, permitiendo un incremento en la uniformidad de la parvada previa al saque.

2.1.8 Probioenzyme

Probioenzyme es una mezcla multienzimática derivada de bacterias con efectos probióticos, principalmente para alimentos a base de maíz y soya, que permite el mejoramiento de la digestibilidad de múltiples nutrientes contenidos en diversas formulaciones alimenticias, favoreciendo su asimilación y disminución del índice de conversión (Agrovvetmarket, 2015).

Este complejo enzimático permite obtener más energía y mayor disponibilidad de proteínas, aminoácidos y carbohidratos, así lo afirma Ordoñez (2020) quien además, resalta la importancia del uso de fitasas, puesto que incrementan la disponibilidad de fósforo de los cereales y semillas oleosas, reduciendo los costos de producción y la suplementación de la dieta con fósforo orgánico.

Herrera *et al.* (2019) también hacen énfasis en la efectividad de este complejo enzimático, destacando el aumento de ganancia diaria de peso y la mejora de la productividad de las aves con la preservación de la salud del tracto gastrointestinal

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES DE CAMPO

- ❖ 200 pollos de un día de edad línea Hubbard
- ❖ Balanceado
- ❖ Complejo enzimático Probioenzyme® Px
- ❖ Hojas de registro
- ❖ Termómetro
- ❖ Comederos y bebederos
- ❖ Vacunas: Newcastle y Gumboro
- ❖ Leche en polvo
- ❖ Criadoras y cilindros de gas
- ❖ Viruta
- ❖ Papel periódico
- ❖ Malla
- ❖ Botas
- ❖ Overol
- ❖ Mascarilla
- ❖ Artículos de limpieza
- ❖ Carteles de identificación

3.2 MATERIALES DE LABORATORIO

- ❖ Peachímetro
- ❖ Balanza digital
- ❖ Cinta métrica
- ❖ Equipo de disección

- ❖ Guantes desechables
- ❖ Libreta de apuntes

3.3 MATERIALES DE OFICINA

- ❖ Computadora
- ❖ Cámara fotográfica
- ❖ Impresora
- ❖ Calculadora
- ❖ Esferos
- ❖ Cuadernos
- ❖ Papel bond

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Ubicación

Figura 1 *Ubicación de la Quinta Experimental Punzara (Google Maps, 2021)*



La presente investigación se desarrolló en la Quinta Experimental Punzara en la nave N° 1 del Programa Avícola perteneciente a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicada al sur – oeste de la Hoya de Loja, en el sector “La Argelia”, la misma que presenta las siguientes características meteorológicas:

- ❖ **Altitud:** 2 160 metros sobre el nivel del mar.
- ❖ **Temperatura:** oscila de 12 a 18° C con un promedio de 15,5°C.
- ❖ **Precipitaciones:** 1058 mm anuales.
- ❖ **Humedad relativa:** media del 70 %.

3.4.2 Descripción y Adecuación de las Instalaciones

3.4.2.1 Desinfección del galpón

La limpieza y desinfección se realizó 15 días previo al inicio del experimento utilizando lanza llamas para un proceso de desinfección térmica y húmeda mediante el uso de amonio cuaternario y formaldehidos; posteriormente se aplicó la cama con material de viruta con un espesor de 10 cm.

3.4.2.2 Preparación del galpón

El área total utilizada fue de 200 m², se implementó jaulas mixtas de madera y malla con una dimensión de 1,50 m² por 0,70 m de altura, cada una con su comedero y bebedero respectivo ubicados de acuerdo a los parámetros técnicos establecidos; asimismo, se ubicaron los calefactores a gas a una altura de 150 cm en dirección oblicua 12 horas antes del ingreso de los pollitos.

3.4.2.3 Recepción de pollos BB

Los pollos de un día de edad fueron receptados en un ambiente climatizado con temperaturas entre 30 y 32°C, los mismos que fueron pesados y distribuidos aleatoriamente en grupos de 10 animales para cada unidad experimental.

3.4.3 Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

La presente investigación se realizó con 200 pollos broiler de la línea genética Hubbard, distribuidos en dos tratamientos de 10 unidades experimentales, cada una conformada por 10 pollos.

3.4.4 Descripción de los Tratamientos

Los tratamientos fueron aplicados desde los 14 hasta los 33 días de edad. En las etapas correspondientes a inicio y engorde, se administraron dietas de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la línea genética Hubbard.

3.4.4.1 Tratamiento 1 (T1)

El tratamiento consistió en suministrar a los animales una dieta formulada con la adición del complejo enzimático Probioenzyme® Px en la etapa de crecimiento (14 a 33 días), siendo ésta administrada *ad libitum* y teniendo en consideración los requerimientos nutricionales de la línea genética Hubbard.

3.4.4.2 Tratamiento 2 (T2)

El tratamiento consistió en suministrar a los animales una dieta formulada sin la adición del complejo enzimático Probioenzyme® Px en la etapa de crecimiento (14 a 33 días), siendo ésta administrada *ad libitum* y teniendo en consideración los requerimientos nutricionales de la línea genética Hubbard.

3.4.5 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado, es decir, los animales fueron asignados al azar en cada tratamiento.

Figura 2 Distribución de los Tratamientos y sus Repeticiones (Jaulas)

T1 J1	T2 J3	T1 J5	T2 J7	T1 J9
T2 J1	T1 J3	T2 J5	T1 J7	T2 J9
T1 J2	T2 J4	T1 J6	T2 J8	T1 J10
T2 J2	T1 J4	T2 J6	T1 J8	T2 J10

3.4.6 Composición de las Dietas Administradas

Posterior a la distribución de los tratamientos con sus respectivas repeticiones, se procedió a la elaboración de las dietas experimentales. Para ello, el tratamiento 1 fue formulado sin restricción bajo la adición de un complejo enzimático (Probioenzyme® Px), mientras que el tratamiento 2, se utilizó la misma ración sin la adición del complejo enzimático. A continuación, en la Tabla 2 se detallan cada uno de los ingredientes utilizados en ambas dietas:

Tabla 2 Ingredientes Utilizados en la Elaboración de las Dietas para la Etapa de Crecimiento con la Utilización y Restricción de un Complejo Enzimático

Ingredientes, g/kg	Dieta con enzimas	Dieta sin enzimas
Maíz	526	589
Afrecho de trigo	188	53,9
Torta de soya	229	291
Aceite de palma	11,5	12,7
Aceite de girasol	5,00	5,00
Carbonato de calcio	12,99	12,9
Fosfato monocálcico	6,44	15,6
Sal	0,00	0,60
Bicarbonato de Na	3,34	3,77

HCL-Lisina	5,40	4,68
DL-Metionina	4,03	4,10
Treonina	2,61	2,28
Pigmento ¹	1,00	1,00
BG-MAX ²	2,00	2,00
Clopidol ³	0,05	0,05
Probioenzyme ⁴	0,50	0,00
Premix ⁵	1,50	2,00
<i>Composición química estimada de la dieta</i>		
Energía Metabolizable, kcal/kg	2950	2950
<i>Análisis bromatológico de las dietas (%)</i>		
Proteína bruta	20,25	22,50
Extracto etéreo	4,50	4,50
Fibra cruda	4,35	3,29
Ceniza	7,97	6,49

¹Extractos de β -carotenos. ²Cultivo de levaduras, pared celular de levadura *saccharomyces cerevisiae*, aluminio silicato de sodio y calcio hidratado. ³Clopidol 25 g, Excipiente c.s.p. 100 g. ⁴Proteasa ácida 2800 U, Amilasa 45 000 U, Mananasa 23 000 U, Xilanasa 192 000 U, Glucanasa 46 000 U, Celulasa 6500 U, Pectinasa 4800 U, Fitasa 1500 U, Inulina 5.50 mg, Fructooligosacáridos (FOS) 10 mg, Probióticos 1.05 Billones UFC, excipientes 1g. ⁵Vitamina A 12.000.000 UI, Vitamina D3 2.200.000 UI, Vitamina E 15.000 UI, Vitamina K3 2.500 mg, Vitamina B1 3.000 mg, Vitamina B2 7.000 mg, Vitamina B6 3.500 mg, Vitamina B12 13 mg, Acido Nicotínico 35.000 mg, Biotina H2 50 mg, Acido Pantoténico 12.000 mg, Ácido Fólico 1.000 mg, Colina 250.000 mg, Antioxidante 2.000 mg, Manganeseo 80.000 mg, Zinc 50.000 mg, Hierro 30.000 mg, Cobre 3.000 mg, Yodo 1.500 mg, Cobalto 200 mg, Selenio 200 mg, Excipiente c.s.p. 1.500 mg.

3.4.7 Variables en Estudio

3.4.7.1 Parámetros productivos

- a. Peso vivo semanal (g)
- b. Consumo medio diario (g)
- c. Ganancia media semanal (g)
- d. Conversión alimenticia
- e. Mortalidad (%)

3.4.7.2 Parámetros digestivos

- a. Pesos absolutos, relativos y pH de órganos digestivos
- b. Medidas de órganos digestivos

3.4.8 Toma y Registro de Datos

3.4.8.1 Parámetros productivos

a. Peso vivo

El peso vivo fue registrado desde la llegada de los pollitos al galpón, siendo éstos pesados en una balanza y distribuidos en cada unidad experimental. El control de peso durante las seis semanas, se lo realizó colocando a los animales en una caja de cartón. Luego, se restó este valor del peso de la caja vacía y este resultado fue dividido por el número de aves pesadas para el cálculo del promedio total.

b. Consumo medio diario

El consumo medio diario se obtuvo semanalmente a través del pesaje del alimento administrado y el alimento sobrante. A continuación, se restó el alimento administrado menos el alimento sobrante y este valor fue dividido para los siete días de la semana.

$$\text{Consumo Medio Diario} = \frac{\text{Alimento administrado} - \text{Alimento sobrante}}{\text{Días de la semana}}$$

c. Ganancia media semanal

La ganancia media semanal se obtuvo mediante el pesaje de los animales al inicio y al final de cada semana, siendo estos resultados restados entre sí y este valor, se lo dividió para los siete días de la semana.

$$\text{Ganancia Media Semanal} = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Días de la semana}}$$

d. Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia se obtuvo por la división entre el alimento consumido y el peso ganado (g de alimento / g de peso).

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Alimento Consumido}}{\text{Peso Obtenido}}$$

e. Mortalidad

La mortalidad fue registrada diaria y semanalmente. El porcentaje fue obtenido mediante la multiplicación del número de animales muertos por cien, y este valor, fue dividido para el total de las aves.

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{Nro. de Animales Muertos} * 100}{\text{Total de Animales}}$$

3.4.8.2 Parámetros digestivos

Los valores correspondientes a los parámetros digestivos, fueron obtenidos a los 33 días de la investigación, mediante el pesaje, medición y toma del pH de los órganos del tracto digestivo tales como: proventrículo, molleja, intestino delgado y ciegos.

3.4.9 Análisis Estadístico

Los parámetros productivos y digestivos, a excepción de mortalidad, fueron analizados a través de un modelo de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del SAS (SAS University Edition 2020). En este modelo, las variables fijas correspondieron a los tratamientos y las variables aleatorias a la unidad experimental. De la misma forma, se utilizó una matriz de varianzas y covarianzas de tipo autorregresivo heterogéneo de orden uno. La mortalidad fue analizada a través del procedimiento GENMOD del SAS, siendo ésta una variable binomial. Las medias se compararon a través del test de Tukey y contrastes polinomiales. Las probabilidades menores a 0,05, fueron consideradas como significativas.

4 RESULTADOS

Culminado el trabajo de campo de la presente investigación, se obtuvo una base de datos que luego de ser sometidos a procesos de análisis estadístico, evidencian los siguientes resultados en cuanto a las diversas variables en estudio:

4.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

4.1.1 Peso Semanal

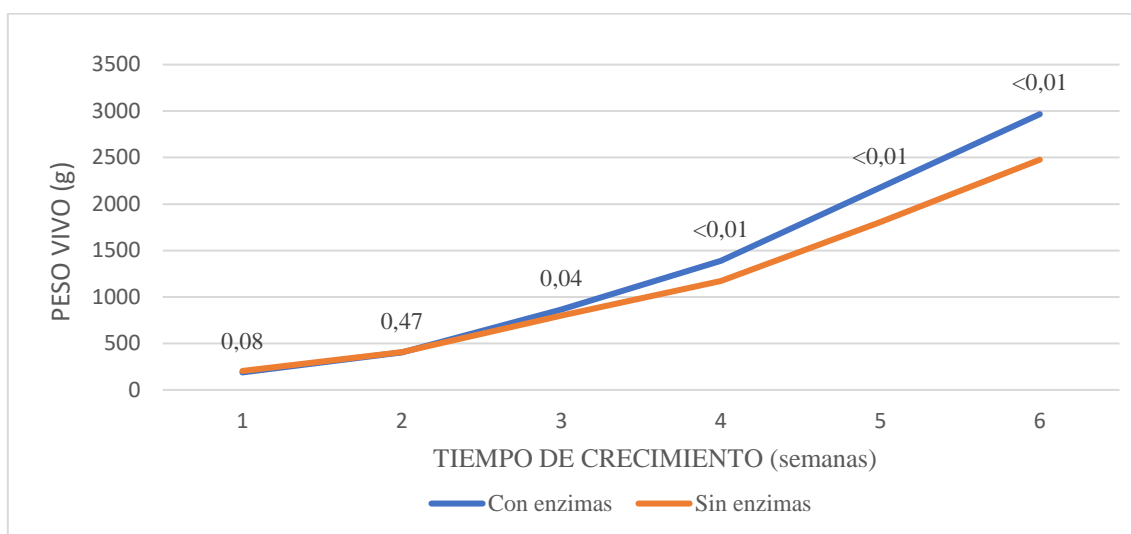
Tabla 3 *Peso Vivo Semanal (g) por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor.*

Semana	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con enzimas	Sin enzimas		
1	188	204	4,05	0,008
2	403	408	5,02	0,473
3	866	801	15,9	<0,004
4	1387	1172	17,1	<0,001
5	2178	1804	48,9	<0,001
6	2967	2477	38,6	<0,001

¹Error estándar de la media, n=10

Los resultados del peso vivo semanal se aprecian en la Tabla 3, notándose la ausencia de diferencias significativas en la primera (P=0,008) y segunda (P=0,473) semana de edad de los animales. Las semanas correspondientes a la tercera (P=0,004), cuarta, quinta y sexta (P<0,001) respectivamente, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, comprobando así la función de la dieta enzimática al generar mejores pesos corporales desde su administración, tal y como se observa en la Figura 3.

Figura 3 *Peso Vivo por Semana de los Tratamientos*



4.1.2 Consumo Medio Diario

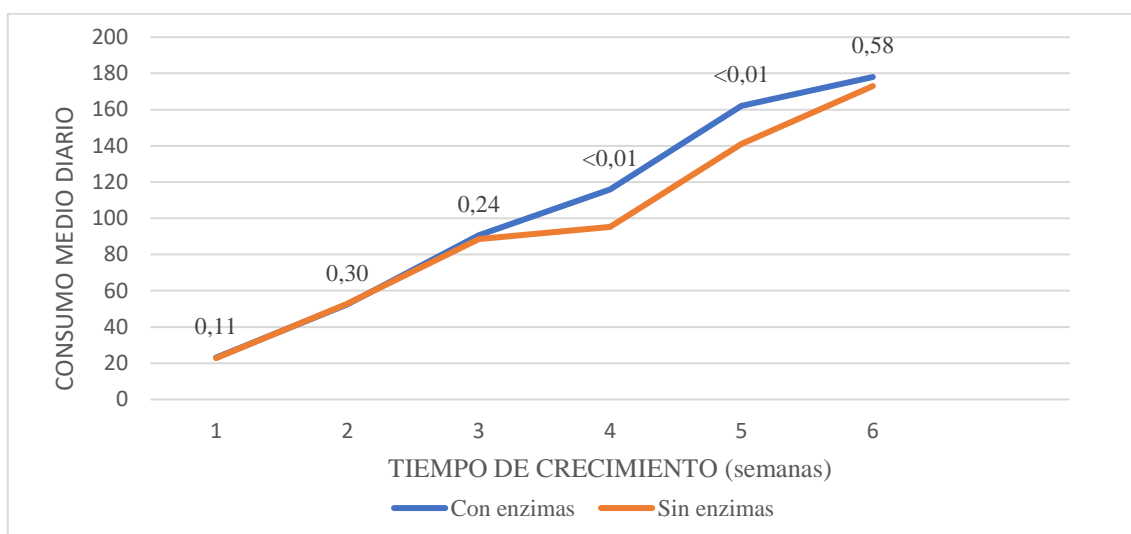
Tabla 4 *Consumo Medio Diario Semanal por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor.*

Semana	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con enzimas	Sin enzimas		
1	23,1	22,8	0,09	0,114
2	52,4	52,8	0,26	0,309
3	90,6	88,5	1,25	0,247
4	116	95,3	2,67	<0,001
5	162	141	3,45	<0,001
6	178	173	6,26	0,583

¹Error estándar de la media, n=10

La Tabla 4 indica que en la primera (P=0,114), segunda (P=0,309) y tercera semana de edad (P=0,247), no se registran valores con diferencia significativa. No obstante, la cuarta y quinta semana, sí presentan diferencias (P<0,001) respectivamente entre los tratamientos, culminando con la sexta semana de edad, la cual no reporta diferencia significativa entre sus valores (P=0,583), como se puede apreciar en la Figura 4.

Figura 4 Consumo Medio Diario por Semana de los Tratamientos



4.1.3 Ganancia Media Semanal

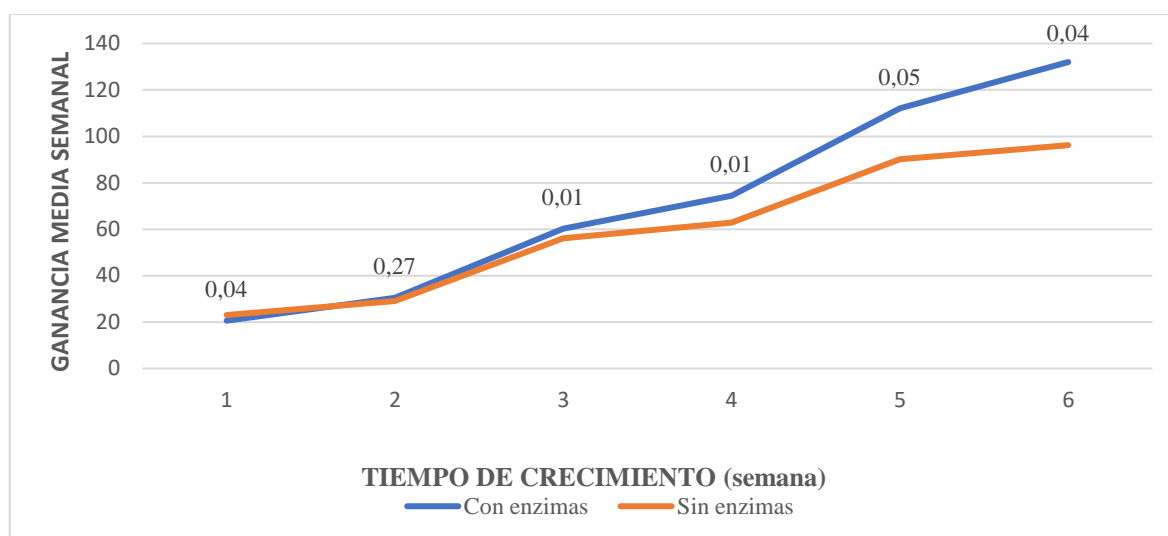
Tabla 5 Ganancia Media de Cada Semana por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor

Semana	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con enzimas	Sin enzimas		
1	20,6	23,04	0,58	<0,004
2	30,5	29,1	0,94	0,278
3	66,2	56,1	2,07	<0,001
4	74,4	52,9	2,51	<0,001
5	112	90,2	3,67	0,005
6	132	96,2	3,86	<0,004

¹Error estándar de la media, n=10

En la Tabla 5, se observa diferencia significativa en la primera semana de edad de los animales ($P=0,004$); sin embargo, la segunda ($P=0,278$) no registra diferencias. Las semanas correspondientes a la tercera y cuarta ($P=0,001$) respectivamente, presentan diferencias significativas entre sus valores. Por su parte, en la semana quinta no se observa diferencia ($P=0,005$) para finalizar con la sexta que sí la presenta ($P=0,004$) tal y como se observa en la Figura 5.

Figura 5 Ganancia Media Semanal de los Tratamientos Con y Sin Enzimas



4.1.4 Conversión Alimenticia

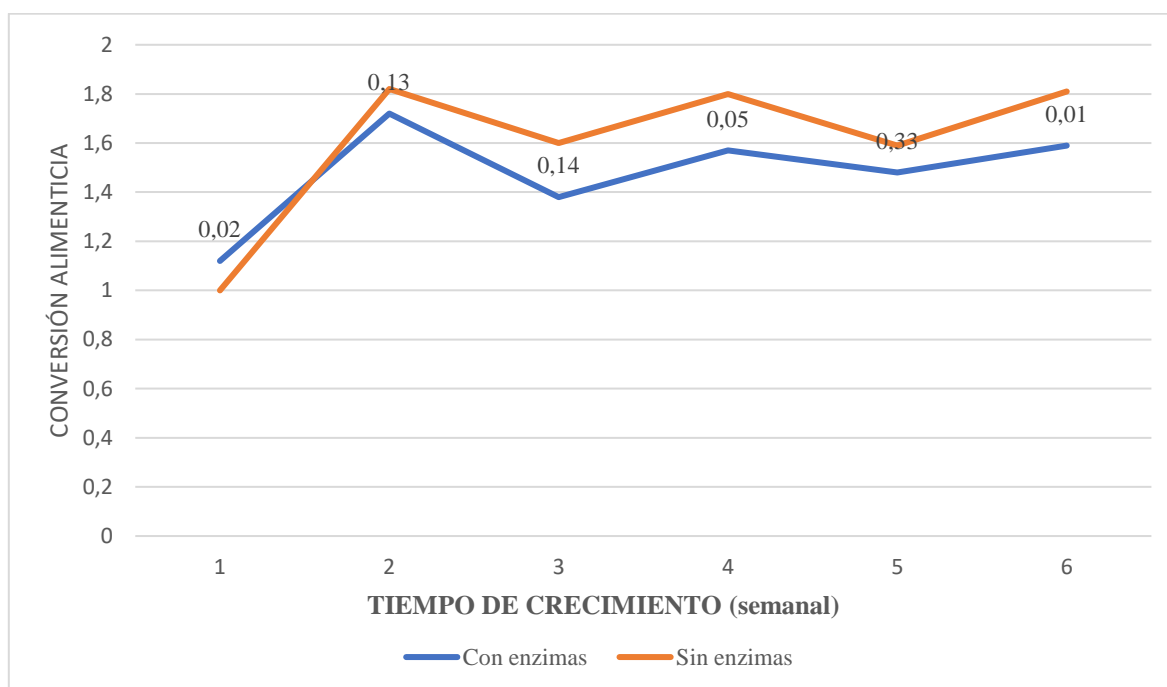
Tabla 6 Análisis de la Conversión Alimenticia de Cada Semana por Tratamiento con el Error Estándar y P. Valor

Semana	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con enzimas	Sin enzimas		
1	1,12	1	0,040	<0,002
2	1,72	1,82	0,036	0,13
3	1,38	1,60	0,028	0,014
4	1,57	1,80	0,024	<0,0005
5	1,48	1,59	0,023	0,33
6	1,59	1,81	0,021	<0,001

¹Error estándar de la media, n=10

En la Tabla 6, se registra la presencia de diferencia significativa ($P < 0,002$) en la primera semana de edad, continuando con la segunda ($P = 0,13$) y tercera ($P = 0,014$) donde no se observan diferencias. Por su parte, la cuarta semana ($P < 0,0005$) registra diferencia estadística. La quinta semana ($P = 0,33$) no demuestra diferencia entre sus valores, en tanto que, la sexta ($P = 0,001$) sí la presenta, corroborando de esta manera una mejor conversión alimenticia del alimento formulado a base de enzimas, tal y como se demuestra en la Figura 6.

Figura 6 *Conversión Alimenticia de los Tratamientos por Semana*



4.1.5 Mortalidad

Tabla 7 *Análisis del Porcentaje de Mortalidad por Tratamiento*

MORTALIDAD (%)	
Dietas	Total
Con enzimas	8
Sin enzimas	5
P Valor	0,98

La mortalidad total, como lo indica la tabla 7, no presenta diferencia significativa (P=0,98) registrándose un total del 8% en el tratamiento con enzimas y 5% para el tratamiento sin enzimas.

4.2 PARÁMETROS DIGESTIVOS

4.2.1 Pesos Absolutos, Relativos y pH de Órganos Digestivos

Tabla 8 Efecto de Diferentes Dietas de Crecimiento con Uso de Enzimas en el Peso Absoluto, Peso Relativo y Ph de los Órganos Digestivos de Pollos Broilers, Sacrificados a los 33 Días de Edad

Parámetros	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con Enzimas	Sin Enzimas		
<i>Pesos Absolutos, (g)</i>				
Tracto digestivo total	170	189	10,1	0,22
Molleja	58,9	76,9	2,90	0,007
Intestino delgado	79,1	95,5	6,96	0,12
Ciegos	12,2	10,1	0,81	0,09
<i>Pesos Relativos, (%) de PV</i>				
Tracto digestivo total	12,5	10,7	0,49	0,02
Molleja	4,29	4,38	0,15	0,69
Intestino delgado	5,74	5,39	0,34	0,49
Ciegos	0,90	0,58	0,05	<0,002
<i>pH</i>				
Proventrículo	4,83	3,69	0,39	0,06
Ciegos	6,43	6,32	0,12	0,56

¹Error estándar de la media, n=10

De acuerdo a la Tabla 8, el peso del tracto digestivo en las dietas con y sin enzimas, no presentan diferencia significativa ($P=0,223$) registrando una media de 180,081 g entre ambos tratamientos. De igual forma, en el peso de las mollejas, no se reportan diferencias ($P=0,007$), resultando una media de 67,95 g entre los tratamientos. Por su parte, el intestino delgado, no presenta diferencia significativa en su peso ($P=0,125$) resultando una media de 87,358 g, al igual que los ciegos, donde no se observan diferencias ($P=0,095$) generando una media de 11,194 g entre ambos tratamientos.

Con respecto a los pesos relativos del tracto digestivo, las dietas del tratamiento con y sin enzimas, no presentan diferencia significativa ($P=0,025$), resultando una media de 11,617g entre ambos. Del mismo modo, el peso relativo de la molleja, no registró diferencia estadística ($P=0,699$), resultando una media de 4,342 g entre los tratamientos, al igual que el intestino delgado, donde no se observan diferencias entre sus valores ($P=0,490$) resultando una media de 5,570 g. Por otra parte, en el peso relativo de los ciegos, sí existe diferencia estadística entre los tratamientos ($P=<0,002$) resultando una media de 0,743g entre ambos.

Los valores correspondientes al pH del proventrículo, no presentan diferencia estadística ($P=0,069$) resultando una media de 4,265 g entre los tratamientos, al igual que el pH de los ciegos, en donde no se registra diferencia ($P=0,564$) resultando una media de 6,382 g entre éstos.

4.2.2 Medidas de Órganos Digestivos

Tabla 9 *Análisis de Medidas Absolutas de los Órganos Digestivos de Broiler, Sacrificados a los 42 Días de Edad*

Parámetros	Tratamiento		EEM ¹	P valor
	Con Enzimas	Sin Enzimas		
<i>Medidas Absolutas, (cm)</i>				
Intestino delgado	178,708	240,547	75,409	0,583
Intestino grueso	8,125	7,845	0,454	0,679
Ciegos	17,291	16,880	0,627	0,660

¹Error estándar de la media, n=10

De acuerdo a la Tabla 9, las medidas absolutas del intestino delgado en los tratamientos con y sin enzimas, no presentan diferencia significativa ($P=0,583$) con una media de 419,255 g entre las dietas. De igual forma, no se reportan diferencias ($P=0,679$) en las medidas del

intestino grueso, generando una media de 7,985 g, al igual que los ciegos, donde no se observan diferencias ($P=0,660$) con promedios de 17,086 g entre los tratamientos.

5 DISCUSIÓN

5.1 PESO SEMANAL

Los valores obtenidos revelan diferencias significativas ($P=0,004$) entre los tratamientos a partir de la tercera semana de edad de los animales, evidenciándose la superioridad del tratamiento enzimático (1387 g) en comparación al tratamiento normal (1172 g) en su fase de crecimiento (4 semanas). Estos registros son similares a los obtenidos por Ordoñez (2020), el mismo que utilizó dietas con 4,1% de fibra + complejo enzimático, y obtuvo pesos de 1291 g y 1248 g con diferencia significativa de ($P=<0,001$) entre los tratamientos con y sin enzimas respectivamente. Del mismo modo, Camiruaga et al., (2001), en su evaluación del efecto de enzimas exógenas (proteasa, celulasa, β -glucanasa, fitasa) en dietas a base de maíz o triticale, no registra diferencias hasta el día 21, para luego presentarse al día 28 ($P<0,05$) con un valor de 1002,3 g en dietas a base de fitasas. La comparación de estos resultados comprueba el efecto positivo de la suplementación enzimática, al intervenir directamente sobre la digestibilidad de los nutrientes y el aprovechamiento de las materias primas contenidos en las formulaciones alimenticias.

Sin embargo, Ríos (2009), reporta diferencia ($P< 0,05$) en los pesos a los 28 días de tratamiento enzimático, registrando valores de 1087 g y 1091 g que resultan inferiores en comparación al valor del tratamiento de control positivo de este mismo trabajo (1171 g) que aporta del 100% de los requerimientos nutricionales. Pese a existir similitud con los resultados en obtenidos esta investigación, la diferencia citada muestra que la suplementación enzimática no tiene efectos en la compensación de nutrientes cuando hay disminución de la densidad nutritiva en la dieta, afectando negativamente al peso corporal de las aves.

5.2 CONSUMO MEDIO DIARIO

Los datos obtenidos a los 28 días del tratamiento con enzimas, reflejan la diferencia ($P < 0,001$) obtenida de 116 g en comparación a la dieta sin enzimas que obtuvo 95,3 g. Estos valores coinciden con los reportes de Ávila (2011), quien utilizó dos diferentes tipos de complejo enzimático alcanzando valores totales en la etapa de crecimiento de 1496,64 g/ave y 1496,33 g/ave, verificándose la superioridad con respecto al tratamiento testigo que obtuvo 1470,35 g/ave. Asimismo, Camiruaga et al., (2001), reporta valores en las dietas enzimáticas correspondientes a 660,8 g, 637,0 g y 684,0 g en comparación al tratamiento sin enzimas que registra 635,1 g. La concordancia entre estos datos y los obtenidos en esta investigación, tiene que ver con el consumo de materia seca que el ave presenta conforme avanza su desarrollo corporal y que, además, corresponde a la efectiva acción enzimática al permitir la liberación de nutrientes, estimulando a que el animal cubra su requerimiento nutricional con un mayor consumo de alimento.

5.3 GANANCIA MEDIA SEMANAL

Los datos de esta investigación muestran un incremento compensatorio semanal en la ganancia de peso con la dieta enzimática administrada desde los 14 días, notándose precocidad en la etapa inicial para luego alcanzar mejores pesos en las fases de crecimiento y engorde de los animales. Asimismo, Bonilla (2011), evaluó el efecto de dos complejos enzimáticos frente a un testigo, obteniendo una mejor ganancia de peso (2647,03 g) con la dieta a base de Xilanasa + Fitasa en la etapa de crecimiento-acabado. La concordancia entre estos reportes está dada por la acción específica de las enzimas sobre los sustratos, influyendo positivamente sobre los parámetros productivos al destruir los factores antinutricionales presentes en los componentes alimenticios y el aprovechamiento de los carbohidratos al hidrolizar la pared celular en el grano.

De la misma manera, Ávila (2011) y Cortés et al., (2002), concuerdan con los resultados obtenidos, reportando la superioridad en la ganancia de peso de los tratamientos enzimáticos sobre las dietas testigo en las etapas de crecimiento y finalización; según Camiruaga (2001), estos sucesos se dan posiblemente a que las enzimas exógenas tienen efectos positivos en las etapas iniciales del desarrollo del ave por la inmadurez de su sistema enzimático, resultados que reafirman el valor benéfico de la inclusión de enzimas, al influir directamente en el consumo de alimento y desarrollo corporal del pollo.

5.4 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Álvarez (2004), en su investigación donde complementó dietas que contienen niveles crecientes de afrechillo de trigo con enzimas exógenas, constató el deterioro a esta variable que le produjo la utilización de este ingrediente, siendo posteriormente mejorado con suplementación enzimática. Por otro lado, León (2018), evaluó tres dosis de enzimas en dietas para pollos de engorde, registrando para la semana 4 de tratamiento, valores de conversión de 1,4 (T1), 1,3 (T2) y 1,4 (T3), resultando el tratamiento 2 más eficiente, al ser suministrado el complejo enzimático en la dosis recomendada por el fabricante. De la misma manera, Castillo (2000), estudió el efecto de la fitasa con suplementación de fósforo orgánico en su formulación, donde obtuvo mejores valores de conversión alimenticia en los tratamientos con adición de enzimas y sin fósforo orgánico. En el presente trabajo, los resultados de esta variable en la etapa de crecimiento, coinciden con la mayoría de los estudios realizados, los cuales refieren mejoras significativas en este parámetro cuando se adicionan enzimas a las diferentes formulaciones, esto por su acción liberadora que pone a disposición los nutrientes para ser asimilados por el metabolismo de las aves y transformados eficientemente en carne.

5.5 MORTALIDAD

La mortalidad registrada en la presente investigación no tuvo relación con la adición o no del complejo enzimático utilizado, sin evidenciarse diferencia significativa. Por su parte, Ordoñez (2020), evaluó el efecto de un complejo enzimático en dietas altas en fibra para pollos broiler y registró un valor parejo de bajas en sus tratamientos con y sin enzimas, obteniendo una mortalidad relativamente baja del 4% por factores similares a los descritos en esta investigación. De la misma manera, Quisbert (2018), en su estudio de la evaluación de dos complejos enzimáticos en pollos de engorde, reportó una mortalidad menor al 5%, considerada dentro del rango normal y que corresponde a bajas suscitadas en la etapa de inicio por factores comunes post-incubación. Por su parte, Andrade (2012), al evaluar tres niveles de un complejo enzimático comercial en pollos de engorde, no registró bajas en sus tratamientos gracias al manejo y a la efectividad de la dieta formulada con enzimas. De esta forma, el porcentaje de mortalidad obtenido en esta investigación y por los autores citados, concuerdan con la no participación de las formulaciones enzimáticas en el número total de bajas de los tratamientos.

5.6 PARÁMETROS DIGESTIVOS

Los resultados obtenidos no presentan diferencia estadística entre los pesos absolutos y relativos del tracto digestivo, lo cual concuerda con los datos obtenidos por Ordoñez (2020) en su evaluación de dietas altas en fibra con suplementación enzimática, resultando valores absolutos y relativos sin diferencia significativa entre ambos tratamientos. Sin embargo, Anzules *et al.* (2005), en su estudio del efecto de enzimas en dietas a base de maíz, harina de soya y harina aviar en pollos de engorde, registraron diferencia estadística ($P < 0,05$) en el peso de la molleja y proventrículo, producto de la acción específica de la proteasa al aumentar la digestibilidad de los órganos con la reducción de su tamaño. Del mismo modo, Ribeiro *et al.* (2011), afirman que las enzimas exógenas disminuyen la viscosidad digestiva afectando el peso, la longitud o ambas del tracto digestivo, puesto que en su investigación acerca de la

actividad de la β -glucanasa endógena sobre la eficacia de enzimas exógenas en dietas para pollos de engorde, no obtuvo diferencia significativa sobre la longitud y pesos relativos del tracto digestivo. Camiruaga *et al.* (2001), concuerdan con estos datos al no presentar diferencias en su investigación, reportando que los pesos absolutos y relativos del hígado e intestino delgado de los animales, no se vieron afectados por la adición de β -glucanasa, xilanasas y celulasas a las dietas. Con respecto al pH del proventrículo y los ciegos, los valores obtenidos en esta investigación concuerdan con Ordoñez (2020) al no evidenciarse diferencia estadística, manteniéndose dentro del parámetro normal.

6 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y discutidos en esta investigación, se concluye lo siguiente:

- ❖ La inclusión del complejo enzimático a los 21 días, modificó los parámetros productivos mejorando notablemente la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia.
- ❖ La alimentación con enzimas no mostró ninguna variación en los parámetros digestivos, actuando de mejor manera en la digestibilidad del alimento.

7 RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo investigado y de los datos obtenidos en este trabajo, se recomienda lo siguiente:

- ❖ Conocer la digestibilidad de la dieta sobre la que será aplicado el complejo enzimático, para asegurar una mayor eficacia en su administración.
- ❖ Considerar el complemento de dietas con suplementos enzimáticos, para el mejoramiento de parámetros productivos y disminución de costos de producción.
- ❖ Complementar la dieta enzimática con un manejo adecuado del medio donde se encuentran los animales, con el fin de reducir la tasa de mortalidad por factores ambientales.

8 BIBLIOGRAFÍA

Agrovvetmarket. (2015). Probioenzyme. *Probioenzyme*, 0–6.

Álvarez, C., & Saltos, Á. (2014). *Evaluación de dietas balanceadas utilizando enzimas proteolíticas y energéticas (AVIZYME 1502 0, 250, 500 y 750gr/Tm) en la alimentación de pollos broiler en la etapa de crecimiento y engorde en el cantón Ambato provincia de Tungurahua* [Universidad Estatal de Bolívar].
<http://dspace.ueb.edu.ec/handle/123456789/792>

Álvarez, R. (2004). *Uso de enzimas exógenas en dietas que contienen niveles crecientes de afrechillo de trigo (AT) y su efecto en el tracto gastrointestinal (TGI), en pollos de engorde. 1*, 7–15.

Andrade, V. (2012). *Evaluación de tres niveles de enzima Allzyme State Fermentation) en dietas para pollos COBB 500 Y ROSS 308* (Vol. 66). Universidad Superior Politecnica de Chimborazo.

Anzules, M., Triviño, F., Gernat, A., & Murillo, G. (2005). *Efecto de la suplementación de enzimas (Poultry Grow 250TM) en dietas basadas en maíz, harina de soya y harina aviar para pollos de engorde*. Zamorano: Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.

Ávila, E. (2011). *Validación de enzimas en la cría y engorde de pollos broilers en época seca en el cantón Salcedo* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo].
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/28>

Bedford, M., & Partridge, G. (2010). *Enzymes in Farm Animal Nutrition* (M. Bedford & G. Partridge (eds.); 2nd Editio). CAB International 2010.

Bonilla, D. (2011). *Utilización de xilanasa + fitasa y SSF como enzimas exógenas con reducción de energía y fósforo en dietas para pollos de engorde* [Escuela Superior

http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/377/4/Muñoz_Zapata_Adriana_Patricia_Artículo_2011.pdf

Camiruaga, M., Garcia, F., Elera, R., & Simonetti, C. (2001). Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. *Ciencia e Investigación Agraria*, 28, 23–36.

Castillo, M. (2000). *Efecto de la inclusión de la enzima fitasa (Natuphos) en dietas para pollos de engorde*. El Zamorano.

Chacón, G. (2003). *Evaluación del efecto de un producto multienzimático (Ronozyme VP) para ingredientes proteicos vegetales (soya solvente e integral) sobre el rendimiento de pollos parrilleros*. Universidad Mayor de San Andrés.

Conte, A. J., Teixeira, A. S., Fialho, E. T., Schoulten, N. A., & Bertechini, A. G. (2003). Effect of phytase and xylanase on the performance and bone characteristics of broiler chicks fed diets with rice bran. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 1147–1156.
<https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000500015>

Cortés, A., Águila, R., & Ávila, E. (2002). La utilización de enzimas como aditivos en dietas. *Veterinaria Mexico*, 33, 5–10.

Gavilanez, K. (2019). *Uso de enzimas proteasas en la alimentación de pollos de engord*. Universidad Técnica de Babahoyo.

Herrera, D., Mairena, J., & García, L. (2019). *Parámetros productivos y económicos de dos dosis de Probioenzyme en pollos de engorde de la raza Cobb 500, en la Quinta Herrera, Departamento de Matagalpa, en el primer sementre del año 2019*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.

- Jaramillo, Michelle, Rodríguez, M., & Rodríguez, D. (2019). Rol de las enzimas en la alimentación de mono-gástricos, con énfasis en pollos de engorde. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal*, 2, 25–42. <http://www.revistaecuatorianadecienciaanimal.com/index.php/RECA/article/view/89>
- Jaramillo, Monica, & Rodriguez, M. (2019). *Efecto de la superdosis de fitasa sobre productividad, oxígeno sanguíneo, enzimas hepáticas y deposición de cenizas óseas en pollos de engorde* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/32071>
- Jurado, R. (2017). *Comportamiento productivo y calidad de huevo de codornices en postura alimentadas con dietas sumpelemntadas con complejo enzimático comercial*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Knight, C., Vázquez-Añon, M., Brinkhaus, F., López, C., Ávila, G., Arce, M., & Camacho Fernandez, D. (2019). Efecto de la suplementacion de enzimas en dietas multigranos sobre el desempeño de pollos de engorda. *Psikologi Perkembangan*, 1, 3–4. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- León, G. (2018). *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* [UDLA]. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Luna, R., Álvarez, G., Reyes, M., Valverde, H., Murillo, G., Espinoza, A., Iza, N., & Luna, F. (2010). Uso de enzimas en la cría y engorde de pollos broilers en época lluviosa en las localidades de Quevedo, Salcedo y Santo Domingo de los Colorados. *Ciencia y Tecnología*, 3, 3–7. <https://doi.org/10.18779/cyt.v3i2.48>
- Martínez, J. (2007). *Evaluación de dos complejos enzimáticos sobre el rendimiento de la canal en pollos de engorde estirpe Hybro alimentados con dietas a base de maíz y pastas de*

soya. Universidad de San Carlos de Guatemala.

Muñoz, C. (2015). *La torta de palmiste mas enzimas exógenas en la alimentación de ponedoras comerciales*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ordoñez, B. (2020). *Uso de enzimas en dietas altas en fibra para pollos broiler* [Universidad Nacional de Loja].
[https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22705/1/GABRIELA MAYTTE ORDOÑEZ ORDÓÑEZ.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22705/1/GABRIELA_MAYTTE_ORDOÑEZ_ORDOÑEZ.pdf)

Quisbert, M. (2018). *Evaluacion del efecto de las enzimas fitasa y Xilanasas en la produccion de pollos parrilleros de la linea cobb 500 en la colonia San Isidro provincia Caranavi* [Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/17122>

Ramalho de Lima, M., Vilar da Silva, J. H., Anchieta de Araujo, J., Batista, C., & Alves de Oliveira, E. (2007). Enzimas Exógenas Na Alimentação De Aves. *Acta Veterinaria Brasilica*, 1, 99–110. <https://doi.org/10.21708/avb.2007.1.4.485>

Ribeiro, T., Lordelo, M., Ponte, P., Maças, B., Prates, J., Aguiar Fontes, M., Falcão, L., Freire, J., Ferreira, L., & Fontes, C. (2011). Levels of endogenous β -glucanase activity in barley affect the efficacy of exogenous enzymes used to supplement barley-based diets for poultry. *Poultry Science*, 90, 1245–1256. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01218>

Ríos, A. (2009). *Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de complejos enzimáticos (Proteasas, Xilanasas, Celulasas, Amilasas, α -lactosidasa) Y (Beta Glucanasas, Xilanasas, Pectinasas, Hemicelulasas) en dietas basadas en maíz y soya*. Universidad San Francisco de Quito.

Rodriguez, D. (2016). *Uso de enzimas: consideraciones prácticas y su influencia en los costos*

de producción del alimento en Ecuador. *XVIII SEMINARIO Internacional de Avicultura AMEVEA-E 2016, 1*, 7–20.

Valdivia, A., Matos, M., Rodríguez, Z., Pérez, Y., Rubio, Y., & Vega, J. (2019). Los aditivos enzimáticos, su aplicación en la crianza animal. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53, 3–12.

Anexo I: Estimación de los parámetros productivos y digestivos (SAS University Edition-2020)

Figura 7 *Análisis de Peso Semanal*

Procedimiento Mixed							
Información del modelo							
Conjunto de datos	WORK.IMPORT						
Variable dependiente	PESO						
Estructura de covarianza	Heterogéneo autoregresivo						
Efecto de sujeto	UE(TTO)						
Método de estimación	MIVQUE0						
Método de varianza del residual	Nada						
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo						
Método de grados de libertad	Between-Within						
Información del nivel de clase							
Clase	Niveles	Valores					
UE	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20					
TTO	2	T1 T2					
EDAD	7	1 7 14 21 28 35 42					
Dimensiones							
Parámetros de covarianza	8						
Columnas en X	24						
Columnas en Z	0						
Sujetos	20						
Obs máx por sujeto	7						
Número de observaciones							
N.º observaciones leídas	140						
N.º observaciones usadas	140						
N.º observaciones no usadas	0						
Matriz R estimada para UE(TTO) 1 T1							
Fila	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6	Col7
1	1.4301	13.8053	15.4042	43.8441	42.6178	109.36	77.6898
2	13.8053	164.53	183.59	522.54	507.92	1303.38	925.91
3	15.4042	183.59	252.90	719.82	699.69	1795.47	1275.49
4	43.8441	522.54	719.82	2529.37	2458.63	6309.08	4481.94
5	42.6178	507.92	699.69	2458.63	2950.44	7571.13	5378.49
6	109.36	1303.38	1795.47	6309.08	7571.13	23985	17039
7	77.6898	925.91	1275.49	4481.94	5378.49	17039	14944

Figura 8 *Análisis de Consumo Medio Diario*

Procedimiento Mixed	
Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	CMD
Estructura de covarianza	Heterogéneo autoregresivo
Efecto de sujeto	UE(TTO)
Método de estimación	MIVQUE0
Método de varianza del residual	Nada
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Between-Within

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
UE	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
TTO	2	T1 T2
EDAD	7	1 7 14 21 28 35 42

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	8
Columnas en X	21
Columnas en Z	0
Sujetos	20
Obs máx por sujeto	6

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	140
N.º observaciones usadas	120
N.º observaciones no usadas	20

Matriz R estimada para UE(TTO) 1 T1						
Fila	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	0.1037	-0.1349	0.3283	-0.3571	0.2335	-0.2152
2	-0.1349	0.6803	-1.6558	1.8013	-1.1780	1.0853
3	0.3283	-1.6558	15.6364	-17.0105	11.1246	-10.2489
4	-0.3571	1.8013	-17.0105	71.8002	-46.9563	43.2599
5	0.2335	-1.1780	11.1246	-46.9563	119.15	-109.77
6	-0.2152	1.0853	-10.2489	43.2599	-109.77	392.38

Figura 9 *Análisis de la Ganancia Media Semanal*

Procedimiento Mixed						
Información del modelo						
Conjunto de datos	WORK.IMPORT					
Variable dependiente	GMD					
Estructura de covarianza	Heterogéneo autoregresivo					
Efecto de sujeto	UE(TTO)					
Método de estimación	MIVQUE0					
Método de varianza del residual	Nada					
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo					
Método de grados de libertad	Between-Within					
Información del nivel de clase						
Clase	Niveles	Valores				
UE	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20				
TTO	2	T1 T2				
EDAD	7	1 7 14 21 28 35 42				
Dimensiones						
Parámetros de covarianza	8					
Columnas en X	21					
Columnas en Z	0					
Sujetos	20					
Obs máx por sujeto	6					
Número de observaciones						
N.º observaciones leídas	140					
N.º observaciones usadas	120					
N.º observaciones no usadas	20					
Matriz R estimada para UE(TTO) 1 T1						
Fila	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	3.3822	-2.5898	2.6537	-1.5110	1.5944	-0.5757
2	-2.5898	9.0184	-9.2410	5.2617	-5.5523	2.0046
3	2.6537	-9.2410	43.0633	-24.5195	25.8737	-9.3414
4	-1.5110	5.2617	-24.5195	63.4917	-66.9983	24.1888
5	1.5944	-5.5523	25.8737	-66.9983	321.52	-116.08
6	-0.5757	2.0046	-9.3414	24.1888	-116.08	190.60

Figura 10 *Análisis de la Conversión Alimenticia*

Procedimiento Mixed						
Información del modelo						
Conjunto de datos	WORK.IMPORT					
Variable dependiente	CA					
Estructura de covarianza	Heterogéneo autoregresivo					
Efecto de sujeto	UE(TTO)					
Método de estimación	MIVQUE0					
Método de varianza del residual	Nada					
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo					
Método de grados de libertad	Between-Within					
Información del nivel de clase						
Clase	Niveles	Valores				
UE	20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20				
TTO	2	T1 T2				
EDAD	7	1 7 14 21 28 35 42				
Dimensiones						
Parámetros de covarianza	8					
Columnas en X	21					
Columnas en Z	0					
Sujetos	20					
Obs máx por sujeto	6					
Número de observaciones						
N.º observaciones leídas	140					
N.º observaciones usadas	120					
N.º observaciones no usadas	20					
Matriz R estimada para UE(TTO) 1 T1						
Fila	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	0.007663	-0.00268	0.000740	-0.00011	0.000043	-5.1E-6
2	-0.00268	0.02179	-0.00602	0.000896	-0.00035	0.000041
3	0.000740	-0.00602	0.03870	-0.00576	0.002266	-0.00027
4	-0.00011	0.000896	-0.00576	0.01997	-0.00786	0.000924
5	0.000043	-0.00035	0.002266	-0.00786	0.07194	-0.00846
6	-5.1E-6	0.000041	-0.00027	0.000924	-0.00846	0.02317

Figura 11 Análisis del Peso Total del Tracto Digestivo

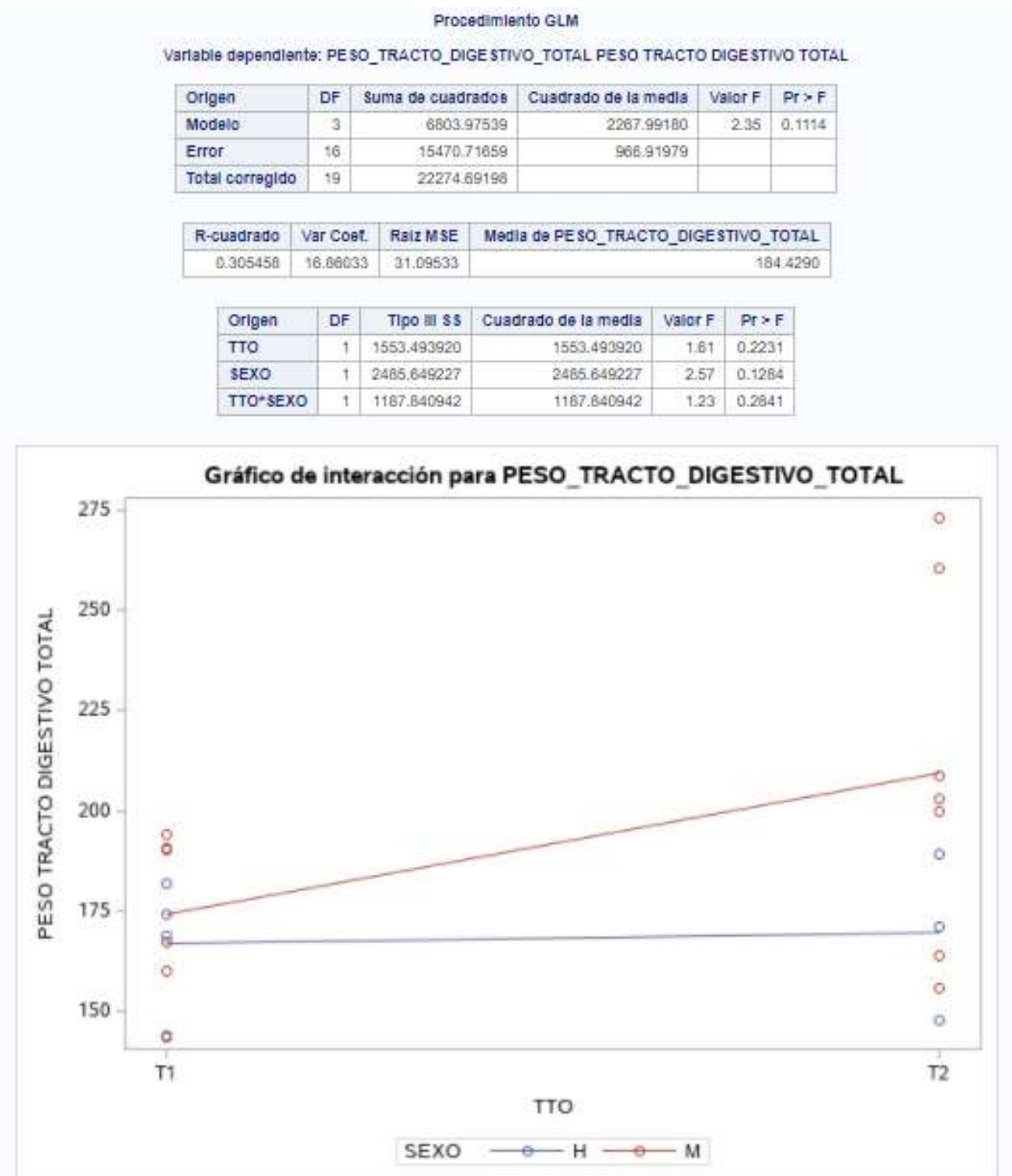


Figura 12 Análisis del pH del Proventrículo

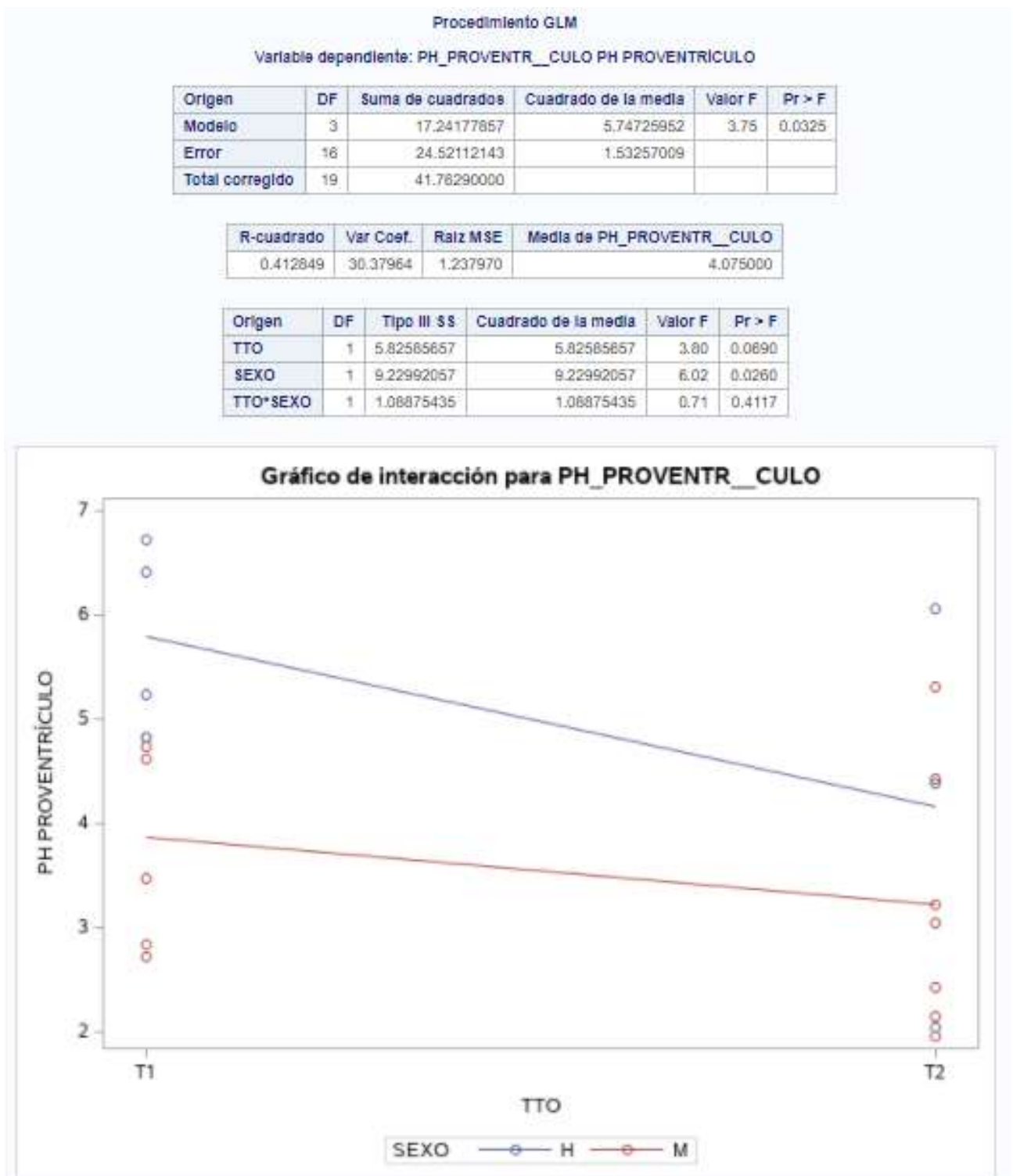
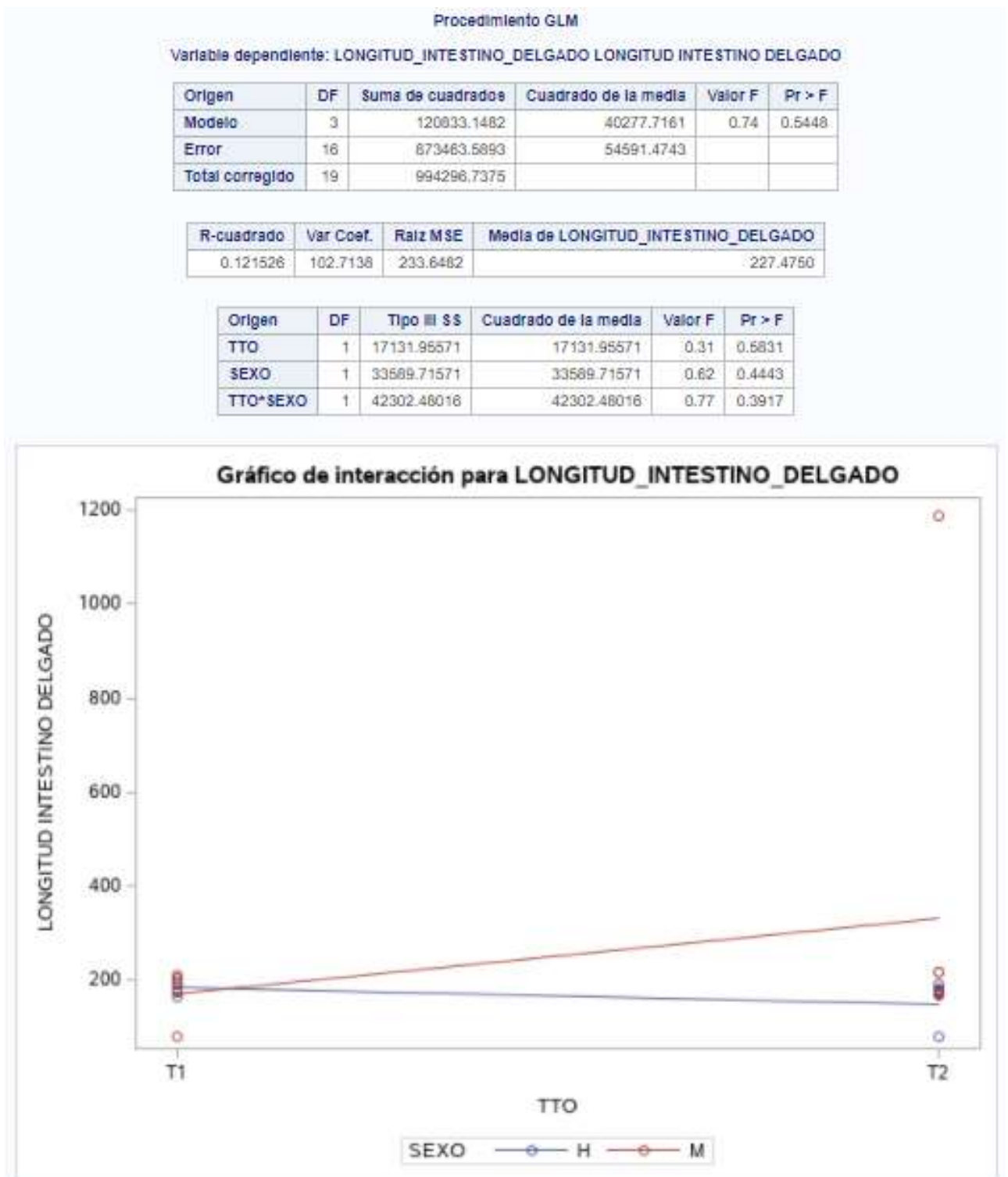


Figura 13 Análisis de Longitud del Intestino Delgado



Anexo II: Fotografías de trabajo de campo

Figura 14 *Limpieza y Desinfección del Galpón*



Figura 15 *Construcción de las Jaulas*



Figura 16 *Ubicación de Cortinas y Criadoras a Gas*



Figura 17 *Identificación y Distribución de los Tratamientos*



Figura 18 *Preparación de Dosis para Vacunación*



Figura 19 *Limpieza y Mantenimiento de las Jaulas*



Figura 20 *Elaboración de las Dietas de Crecimiento*



Figura 21 *Visita de Avance del Director de Tesis*



Figura 22 *Toma y Registro de Datos de las Variables en Estudio*



Figura 23 *Visita y Control Final de Peso*

