



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Sede Santo Domingo**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**EFFECTO DE UNA PROTEASA EXÓGENA SOBRE LA ENERGÍA  
METABOLIZABLE, LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE HARINA DE  
SUBPRODUCTOS DE MATADERO DE AVES Y EL DESEMPEÑO DE POLLOS  
DE ENGORDE**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el grado de  
Magister en Producción Animal**

**AUTOR:**

George Danny Zamora Vergara

**DIRECTOR:**

Ing. M.Sc. Rodolfo Riboty Lara

**Santo Domingo – Ecuador**

**Mayo – 2015**

**EFFECTO DE UNA PROTEASA EXÓGENA SOBRE LA ENERGÍA  
METABOLIZABLE, LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE HARINA DE  
SUBPRODUCTOS DE MATADERO DE AVES Y EL DESEMPEÑO DE POLLOS  
DE ENGORDE**

Ing. M.Sc. Rodolfo Riboty Lara

**DIRECTOR DE TESIS**

---

**APROBADO**

Dra. M.Sc. Luz María Martínez Buñay

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.Sc. Julio Enrique Usca Méndez

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. M.Sc. Patricio Guevara

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Santo Domingo..... de..... 2015.

## **CERTIFICACIÓN DEL ESTUDIANTE DE AUTORÍA DEL TRABAJO**

Yo Jeorge Danny Zamora Vergara, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido presentado para ningún grado o calificación profesional.

Además; y, que de acuerdo a la Ley de Propiedad Intelectual, todos los derechos del presente trabajo de investigación pertenecen a la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

**Jeorge Danny Zamora Vergara**

**C.I. 171360626-5**

## INFORME DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

### APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el Sr. George Danny Zamora Vergara, previo a la obtención del Grado de Magister en Producción Animal, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y disposiciones emitidas por la Universidad Tecnológica Equinoccial por medio de la Dirección General de Posgrado para ser sometido a la evaluación por parte del Tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Santo Domingo, a los            días del mes de            del 2015.

---

**Ing. M.Sc. Rodolfo Riboty Lara**  
**C.I. 172101750-5**

# *Agradecimiento*

Agradezco a las empresas Integración Avícola Oro y DSM por financiamiento de esta Investigación.

Agradezco al Ing, M.Sc. Rodolfo Riboty director de Tesis por su apoyo incondicional durante el desarrollo de la presente investigación.

Al personal de la empresa Integración Avícola Oro por su colaboración durante la fase de campo de la investigación.

A la Universidad Tecnológica Equinoccial y al departamento de posgrado por las guías que se brindó durante el desarrollo de tesis.

# *Dedicatoria*

A mis padres, Gregorio y Enmita por su apoyo, fuerza y levantarme el ánimo durante toda mi vida profesional.

A Dios por bendecirme siempre.

A todos mis hermanos, familiares y amigos quienes me dieron incentivo para la culminación de esta tesis de posgrado.

A los seres que más he querido en mi vida, y por los que lucho cada día, a mi esposa Alison y mis hijos Jean Pierre e Ivanna.

Y a todos, quienes me han guiado durante el tiempo que duró mis estudios de Posgrado.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>Pág.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>SUMMARY</b> .....	xiv

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de la investigación.....	4
1.1.1. Objetivo general.....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.2. Hipótesis.....	5
1.2.1. Hipótesis general.....	5
1.2.2. Hipótesis específicas.....	5

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes.....	6
2.1.1. Utilización de proteasas exógenas en diferentes experimentos con especies animales.....	8
2.2. Fundamentos teóricos.....	9
2.2.1. Enzimas.....	9
2.2.2. Enzimas exógenas utilizadas en avicultura.....	11
2.3. Proteasas exógenas.....	12
2.3.1. Clasificación de proteasas.....	12
2.3.2. Origen, obtención y microorganismos utilizados en la producción de las proteasas exógenas.....	13
2.3.3. Modo de acción de proteasas exógenas.....	14
2.3.4. Principales aplicaciones de las proteasa exógenas.....	14
2.3.5. Características de proteasa.....	15
2.3.6. Ventajas del uso de las proteasas en la alimentación pollos de engorde .....	16
2.3.7. Características y ventajas de la proteasa en evaluación.....	16
2.4. Harina de subproductos de matadero de aves.....	17
2.4.1. Tipos de harinas de subproductos de matadero de aves.....	19
2.4.2. Beneficios y desventajas del uso de harinas de subproductos de matadero de aves.....	22
2.4.3. Utilización de harina de subproductos de mataderos de aves en pollos de engorde.....	22

**CAPÍTULOS****Pág.****CAPÍTULO III****MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Sitio de estudio.....	25
3.2. Materiales y equipos.....	25
3.3. Factores y niveles, tratamientos, diseño y variables en estudio.....	26
3.4. Procedimiento experimental.....	30

**CAPÍTULO IV****RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Desempeño.....	33
4.1.1. Ganancia de peso.....	33
4.1.2. Consumo de alimento.....	35
4.1.3. Conversión alimenticia.....	36
4.2. Calidad de carcasa.....	38
4.3. Digestibilidad de nutrientes (%) y energía metabolizable (EMA).....	40
4.3.1. Materia seca.....	41
4.3.2. Proteína cruda.....	42
4.3.3. Fibra cruda.....	43
4.3.4. Extracto libre de nitrógeno.....	43
4.3.5. Extracto etéreo.....	44
4.3.6. Cenizas.....	45
4.3.7. Energía metabolizable aparente.....	46
4.3.8. Energía metabolizable aparente ajustada al contenido de N.....	47

**CAPÍTULO V****CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones.....	50

<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>51</b>
--------------------------	-----------

<b>ANEXOS.....</b>	<b>59</b>
--------------------	-----------

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
Figura 4.1. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre ganancia de peso en pollos de engorde.....	35
Figura 4.2. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre el consumo alimenticio en pollos de engorde.....	36
Figura 4.3. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la conversión alimenticia en pollos de engorde.....	37
Figura 4.4. Efecto de los tratamientos sobre las variables de calidad de carcasa. Carcasa (sin vísceras cabeza patas) g., pechuga (sin piel, sin huesos, solo quilla) g., grasa abdominal (alrededor molleja g., intestinos y musculo abdominal)g., hígado (sin vesícula biliar) g., en pollos de engorde.....	39
Figura 4.5. Efecto de los tratamientos sobre las variables de calidad de carcasa en porcentaje (Pechuga (sin piel, sin huesos, solo quilla) %, grasa abdominal (alrededor molleja, intestinos y musculo abdominal) %, hígado (sin vesícula biliar) %), en pollos de engorde.....	39
Figura 4.6. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la materia seca (%) en pollos de engorde.....	41
Figura 4.7. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la proteína cruda (%) en pollos de engorde.....	42
Figura 4.8. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la fibra cruda (%) en pollos de engorde.....	43

<b>FIGURAS</b>		<b>Pág.</b>
Figura 4.9.	Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad del ELN (%) en pollos de engorde.....	44
Figura 4.10.	Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad del EE (%) en pollos de engorde.....	45
Figura 4.11.	Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de las cenizas (%) en pollos de engorde.....	46
Figura 4.12.	Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la Energía metabolizable aparente ( $\text{kcal kg}^{-1}$ ) en pollos de engorde.....	47
Figura 4.13.	Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la Energía metabolizable aparente ajustada al contenido de nitrógeno ( $\text{kcal kg}^{-1}$ ) en pollos de engorde.....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1. Tipos de enzimas que se utilizan en pollos y sus beneficios.....	11
Tabla 2.2. Principales microorganismos productores de enzimas.....	13
Tabla 2.3. Características bromatológicas de subproductos de mataderos de aves.....	20
Tabla 3.1. Esquema del ADEVA para las variables de desempeño zootécnico y digestibilidad.....	27
Tabla 3.2. Porcentaje de materias primas en la dietas de pollos de engorde.....	29
Tabla 4.1. Comportamiento productivo del pollo.....	33
Tabla 4.2. Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre las variables de calidad de carcasa.....	38
Tabla 4.3. Digestibilidad de nutrientes (%), Energía metabolizable aparente (EMA) ( $\text{Kcal kg}^{-1} \text{Ms}$ ) y Energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn). Duncan 5%.....	40

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXOS

- Anexo A. Resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 1 y 2 semana.
- Anexo B. Resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 3 y 4 semana.
- Anexo C. Resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 5 y 6 semana.
- Anexo D. Resumen de los resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves, de 1 y 6 semanas.
- Anexo E. Resultados de calidad de carcasa a los 43 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.
- Anexo F. Resultados obtenidos en porcentaje digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable a los 11 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.
- Anexo G. Resultados obtenidos en porcentaje digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable a los 32 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.
- Anexo H. Resultados obtenidos de Energía Metabolizable a los 11 días en pollos broiler.
- Anexo I. Resultados obtenidos de Energía Metabolizable a los 32 días en pollos broiler.
- Anexo J. Resultados de EMAn a los 11 y 32 días en pollos broiler.
- Anexo K. Análisis estadístico del desempeño zootécnico en pollos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.
- Anexo L. Análisis Estadístico del desempeño zootécnico de pollos broiler.
- Anexo M. Análisis estadístico de carcasas a una proteasa de subproductos de aves.
- Anexo N. Análisis estadístico de digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable en base a una proteasa y harina de subproductos de mataderos de aves.



# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS

MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

## EFFECTO DE UNA PROTEASA EXÓGENA SOBRE LA ENERGÍA METABOLIZABLE, LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE HARINA DE SUBPRODUCTOS DE MATADERO DE AVES Y EL DESEMPEÑO DE POLLOS DE ENGORDE

Autor: **George Danny Zamora Vergara**

Director: **Ing. MSc. Rodolfo Riboty Lara**

Fecha: **Mayo, 2015**

### RESUMEN

En las instalaciones de la empresa Integración Avícola Oro Cía. Ltda., provincia Pichincha, parroquia Yaruquí, se utilizaron 1280 pollos broiler donde fue evaluada una proteasa exógena sobre el desempeño zootécnico, energía metabolizable y digestibilidad de nutrientes de harina de subproductos de mataderos de aves. Para el ensayo de desempeño zootécnico se utilizaron cuatro tratamientos con seis repeticiones. Para la digestibilidad *in vivo* de nutrientes y energía metabolizable se utilizó dos baterías metabólicas. Los tratamientos se arreglaron diseño en bloques completos al azar, y se usó la prueba de comparación de Duncan al 5%. Los resultados experimentales permitieron evidenciar que testigo alcanzó una mejor conversión alimenticia con ganancia de peso similar al tratamiento con proteasa. La suplementación de la proteasa exógena mejoró la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, ELN, cenizas así como los valores de EMA y EMAn en pollos de 11 días con harina de subproducto de mataderos de aves. Por tanto los resultados sugieren que se puede usar proteasa exógena ya que mejora la digestibilidad de los nutrientes y energía metabolizable de las aves.

**Descriptor:** Desempeño, digestibilidad, metabolizable.



## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**Sede Santo Domingo**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POSGRADOS**

**MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

### **EFFECTO DE UNA PROTEASA EXÓGENA SOBRE LA ENERGÍA METABOLIZABLE, LA DIGESTIBILIDAD DE NUTRIENTES DE HARINA DE SUBPRODUCTOS DE MATADERO DE AVES Y EL DESEMPEÑO DE POLLOS DE ENGORDE**

**Author: Jorge Danny Zamora Vergara**  
**Advisor: Ing. MSc. Rodolfo Riboty Lara**  
**Date: May, 2015**

#### **SUMMARY**

On-site Golden Poultry Integration company Cia. Ltda, Pichincha province, parish Yaruquí, 1280 broilers which was assessed an exogenous protease on zootechnical performance, metabolizable energy and nutrients digestibility flour byproducts of poultry slaughterhouses were used. To test performance zootechnical four treatments with six replicates were used. Two metabolic battery design treatments were arranged in a randomized complete block was used for the in vivo metabolizable energy and nutrient digestibility, and the comparison test was used Duncan 5%. Experimental results demonstrate that witness reached a better feed conversion gain similar to protease treatment weight. Supplementation of exogenous protease improved the digestibility of dry matter, crude protein, ELN, ash and values in chickens AMEn EMA and 11-day meal byproduct of poultry slaughterhouses. Therefore the results suggest that exogenous protease can be used as it improves nutrient digestibility and metabolizable energy of birds.

**Descriptors:** Performance, digestibility, metabolizable.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Según Cervantes (2000) los sistemas modernos de producción pecuaria en el mundo y en el Ecuador están obligados a buscar una mejora constante en la eficiencia productiva y en la protección del medio ambiente. La industria avícola en nuestro país, se fundamenta en dos actividades: la producción de carne de pollo y de huevo, de esta sobresale la crianza de pollos de carne. CONAVE (2005) reporta que se produjeron 155 millones de pollos en el año 2009, por otra parte el consumo per capita, que han experimentado un marcado crecimiento en las últimas décadas.

Si bien los elevados precios internacionales alcanzados por los granos forrajeros y oleaginosos podrían mostrar algunas fluctuaciones, se estima que en el futuro sus valores seguirán siendo costosos. Esta situación genera un efecto muy significativo en los costos de alimentación de las diferentes especies animales especialmente en avicultura, por lo cual el uso eficiente de subproductos económicos, como es el caso de harina de subproductos de mataderos de aves se torna en una opción obligatoria (Anca, 2008). En los monogástricos la insalivación de los alimentos tiene la función de lubricante, por el esófago llegan los alimentos al estómago donde segrega el jugo gástrico que contiene pepsina, ácido clorhídrico, lipasa y mucina, esta mezcla de alimento pasa al intestino delgado, donde secreta el jugo pancreático (amilasa, proteasas y lipasa), el jugo entérico (con peptidasas, sacarinasas, bicarbonato y fosfato) y la bilis (emulsiona y saponifica las grasas) (Nieves, Barajas, Delgado, González y Ly, 2008).

La energía metabolizable representa la porción de energía de los alimentos que está disponible para los procesos metabólicos del animal, proporciona una medida adecuada del valor nutritivo de los alimentos. La metabolibilidad se define como la energía metabolizable de un alimento dividida por la energía bruta. Las aves eliminan junto las heces y la orina, los valores de energía metabolizable para las aves pueden determinarse por los métodos normales de digestibilidad (Bondi citado por Zamora, 2006).

La digestibilidad o el contenido de energía digestible o metabolizable, se determina generalmente mediante ensayos de balance nutritivo y utilizando animales vivos. La producción animal, los avances en nutrición y alimentación animal, por lo que se requiere de información cada vez más precisa y rápida del valor nutritivo de los alimentos (Tobal, 1999).

En los programas de mejora de las aves destinadas a la producción de carne se presta especial atención al rendimiento de la canal, su composición, su contenido de grasa y rendimiento de carne. Los principales parámetros medidos son el peso de la carcasa, la cantidad de carne en el muslo, pierna y pechuga (para determinar el rendimiento de carne) y el peso de la grasa abdominal (para estimar el contenido de grasa de la canal), expresando los resultados como un porcentaje del peso vivo en la faena y de la canal (Sindik, Revidatti, Fernandez, Michel y Rigonatto 2012)

Los depósitos de grasa y la calidad de la canal dependen de tres factores de la cantidad, la composición química y la estabilidad de la misma. Los pollos broiler en la actualidad tiene una tendencia natural acumular grasa. El exceso de grasa viene determinado por factores genéticos pero puede ser modulado con el manejo, nutrición y medio ambiente. La cantidad de grasa contenida en la canal es muy variable y se estima un valor aproximado 13 al 16%, se deposita en cuatro áreas principales que son intramuscular, subcutánea, cutánea y abdominal (Mateos y Batán 1993).

La Harina de subproductos de mataderos de aves es considerada una fuente de proteína con alto valor biológico, un coeficiente de digestibilidad del 82% y además de proporcionar minerales y vitaminas, principalmente B12, llegando a aportar unos aminoácidos deficientes en proteínas vegetales y su disponibilidad en gran cantidad por el volumen que generan las plantas de procesamiento (Cabrera *et al.*, 2014).

En la actualidad, los países europeos formulan en la mayoría de las especies con productos enzimáticos. En Ecuador, todavía no se establece una cultura del uso de estos productos (Díaz, 2002). El uso de preparaciones enzimáticas puede

justificarse, debido a que mejoran el valor nutritivo de los granos usados en la dieta, al disminuir el efecto de encapsulamiento de la pared celular contenida en los granos (Cortés, Águila y Ávila 2002)

En nuestro país la producción de pollos de engorde está siendo muy costosa debido a los altos precios de los granos forrajeros utilizados en su alimentación, por esta razón es necesario incluir en las dietas alimenticias subproductos no tradicionales más económicos y proteasas exógenas que permitan mejorar su digestibilidad y aporte de nutrientes logrando que el avicultor mejore su relación costo beneficio por kilogramo producido.

Esta investigación se realizó para mejorar la digestibilidad de los nutrientes de la harina de subproductos de matadero de aves en una dieta práctica con base en pasta de soya y maíz, que son las principales materias primas que se usan en la alimentación de pollos de engorde en el país.

En la actualidad el problema para los avicultores es que las materias primas para la elaboración de alimentos balanceados son muy costosas. Con el uso de las proteasas exógenas se esperaba mejorar el rendimiento productivo y la retribución económica del sector avícola, debido que el costo de estas enzimas son relativamente baratas, además la inclusión de proteínas de origen animal como la harina de subproductos de matadero de aves ayuda a abaratar los costos en la fórmula de los concentrados con mejores resultados que la dieta basal.

Cuando se adiciona proteasas con el fin de aumentar la hidrólisis de las proteínas en la dieta, se mejora la utilización de nitrógeno, existiendo la posibilidad de disminuir el contenido de proteína de la dieta y a su vez reducir el contenido de nitrógeno en el estiércol (Oxenboll, Pontoppidan y Fru-Nji 2011). Y con ello se ayuda a reducir la contaminación ambiental que hoy en día es un problema grave para el mundo. Los nutricionistas del país son los que se verán beneficiados con los resultados de esta investigación, pues así se disminuirán los costos para la elaboración de los piensos sosteniendo el desempeño zootécnico. Además se contribuirá al conocimiento sobre el uso de proteasas exógenas en dietas bases para pollos de engorde.

La presente investigación se desarrolló de Septiembre a Noviembre del 2014 en galpón experimental de la empresa Integración Avícola Oro, ubicada en el parroquia Yaruquí provincia de Pichincha. Se evaluaron 1280 pollitos broiler de la avícola distribuidos en un galpón experimental con 28 boxes y dos baterías con capacidad para 16 réplicas. Los resultados permitieron a los productores conocer los beneficios de la utilización de proteasas en la alimentación de pollos de engorde, para mejorar la digestibilidad y el desempeño productivo. Esto tendrá un impacto en reducción de la inclusión de insumos proteicos como torta de soya o elevar la utilización de subproductos alternativos como la harina de subproductos de mataderos de aves, disminuyendo así el costo de la formula.

Unas de las limitaciones que se tuvo es no contar con aves sexadas y también la restricción de alimento para las pruebas de desempeño ya que puede existir variación en los resultados finales del experimento cuando se compara con resultados encontrados en la literatura científica mundial donde generalmente se suministra un consumo ad libitum.

## **1.1. Objetivos de la investigación**

### **1.1.1. Objetivo general**

- Evaluar el uso de una proteasa exógena en el desempeño zootécnico de pollos de engorde y su efecto en la energía metabolizable y digestibilidad de sus nutrientes de la harina de subproductos de mataderos de aves.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar la digestibilidad de nutrientes y el aporte de energía metabolizable de la harina de subproductos de mataderos de aves sobre una dieta basada en maíz y soya.
- Evaluar el comportamiento productivo de los pollos de carne cuando en su alimentación se utilizó una proteasa exógena.
- Determinar el rendimiento de carcasa y deposición de grasa abdominal de los diferentes tratamientos.

## **1.2. Hipótesis**

### **1.2.1. Hipótesis general**

- La adición de proteasa exógena mejora la digestibilidad de nutrientes e incrementa el aporte de energía metabolizable en las dietas para pollos de engorde, mejorando el desempeño zootécnico y la calidad de carcasa.

### **1.2.2. Hipótesis específica**

- La adición de una proteasa exógena aumenta la digestibilidad de nutrientes y el aporte de energía metabolizable de la dieta de pollos de engorde.
- La adición de una proteasa exógena mejora los parámetros zootécnicos en pollos de engorde.
- La adición de una proteasa exógena mejora el rendimiento de la carcasa y disminuye la deposición de grasa abdominal.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Antecedentes

En Norte, Centro, Sudamérica y Asia los principales ingredientes nutricionales son maíz y sorgo, complementado con harinas de soya y canola como fuentes vegetales de proteína, y con harina de carne y hueso, y harina de subproductos de mataderos de pollos, como fuentes de proteína de origen animal. Las enzimas son ampliamente usadas en la producción de alimentos para avicultura, el uso tradicional es para reducir problemas intestinales de viscosidad que causan algunos cereales. La mayor parte del crecimiento productivo mundial de pollos y ponedoras, están siendo alimentada básicamente con dietas a base de maíz, sorgo y torta de soya. El uso de enzimas en estas fórmulas, ha sido extrapolado a partir de la utilización tradicional de las enzimas “fibrolíticas”, dirigidas a los polisacáridos no amiláceos (PNA), incluso si el principal sustrato es diferente con dietas de maíz, soya y sorgo (Gauthier, 2005).

La potencialidad de producción de diversos productos, es necesario conocer las ventajas de utilizar productos como la yuca, el arroz, las leguminosas de grano, el aceite de palma y subproductos, como las tortas de algodón, girasol, maní, ajonjolí y palma, harinas de carne, ave y pescado, melazas, entre otros, los cuales pueden constituir alternativas nutritiva económicamente viables en la elaboración de alimentos balanceados para aves y cerdos (León y Angulo 1989).

A mediados de la década del noventa, el uso de las fitasas estuvo limitado por su precio, sin embargo los problemas ambientales, la reducción de costos de producción, así como aplicación de nuevas tecnologías, unidos a otros efectos adicionales como mejora en la absorción de fosforo, calcio, zinc, magnesio y aminoácidos, han permitido que su uso sea común en países Europeos. La adición de fitasas y otras enzimas entre esas proteasas en los alimentos balanceados es cada vez más frecuente, debido a los beneficios económicos y de reducción de la contaminación que representa su uso. Así en países de

Centroamérica, Estados Unidos, México y Sudamérica, su uso se ha incrementado en las principales integraciones de pollos (Cárdenas y Acosta, 2006).

Con el uso de enzimas exógenas se logró mejorar digestibilidad de fósforo, calcio, grasa, almidón y polisacáridos no amiláceos y también aumentar valores de energía de los ingredientes y de alimentos terminados en dietas de pollos. Otra ventaja es mejoramiento del valor nutricional de alimentos considerados de baja calidad tales como torta de canola y granos seco de destilería en comparación con torta de soja (Fernández, Gómez, Ángeles, y Ramírez, 2011)

En los últimos años se rompió la tendencia decreciente en el precio de los cereales que por más de cincuenta años se venía presentando a nivel mundial. Entre las causas señaladas del aumento en los precios de los cereales se identificaron el cambio climático, la alta demanda energética, el incremento en los precios del petróleo, la utilización de cereales en la producción de biocombustibles y el aumento de la demanda de alimentos en las economías emergentes, principalmente de India y China, en gran parte utilizada para la alimentación animal y por tal razón se ven obligados a usar productos enzimáticos para un mejor aprovechamiento de las materias primas usadas en la alimentación de los animales entre estas está el uso de fuentes de proteína de origen animal. (Gabay, 2009; Brufau, 2001).

La harina de subproductos de mataderos de aves presenta alta variabilidad en su composición química y valor nutricional, debido a las diferentes formas de faenamiento que poseen cada planta, controles de calidad de estos desechos y cambios en la proporción de materias primas. Al mezclar todas las materias primas durante el tratamiento con vapor se afecta la disponibilidad de lisina y otros aminoácidos (Elizondo, 2010).

### 2.1.1. Utilización de proteasas exógenas en diferentes experimentos con especies animales

Se ha demostrado que las aves recién nacidas pueden ser deficientes en enzimas digestivas y que la inmadurez del sistema digestivo puede provocar una disminución de la utilización de los nutrientes de la dieta. También se ha demostrado que la digestión de nutrientes en lugar de la capacidad de absorber los nutrientes parece ser el principal factor limitante. Por tal razón, la suplementación dietética de enzimas que no se producen en cantidades suficientes pollos jóvenes (lipasa, amilasa, proteasa) se ha investigado que aportan beneficios incrementando los parámetros productivos de las aves (Slominski, Meng, Jia, Guenter, y Jones, 2002).

En este sentido Rojas (2009) evaluó diferentes niveles del complejo enzimático (proteasa 8000UI/g, xilanasas 600UI/g, y amilasa 800 UI g<sup>-1</sup>) en dosis de 400, 500 y 600 g t<sup>-1</sup> en dietas con el 3.5% menos de la relación energía-proteína en la alimentación de pollos broiler, encontrando la mejor conversión de alimento en la fase inicial (1 a 21 días) con dosis de 600 g t<sup>-1</sup>, en cambio en la fase de crecimiento (22 a 35 días) los que recibieron dosis de 500 g t<sup>-1</sup> fueron los más eficientes y por último en la etapa total (1-49 días), al aplicar 500 g t<sup>-1</sup> se encontraron los mejores resultados de peso, más económico y rendimiento a la canal.

En gallinas ponedoras, la producción y peso del huevo se ve afectada por muchos factores, entre ellos el más crítico es su alimentación. Debido a su alta tasa metabólica, requieren altas cantidades de energía para la producción de huevos. Anzules *et al.* (2006), determinaron una mejora significativa para conversión alimenticia y peso de huevo en gallinas ponedoras de 18 semanas de edad que fueron suplementadas con una proteasa exógena.

Limitados suministros de harina de pescado y aceite son obstáculo importante para el crecimiento de la acuicultura, las materias primas como el lino y canola coextruidas que están disponibles comercialmente tienen composiciones de ácidos grasos deseables, pero son de baja digestibilidad proteica. La adición de

una proteasa exógena ( $250 \text{ g t}^{-1}$ ) resulta en aumentos significativos de coeficientes aparente proteína cruda, lípidos y energía (Drewa, Racsa, Gauthierb, y Thiessna, 2004).

Las fuentes proteicas empleadas históricamente en la alimentación de lechones han sido siempre de gran calidad nutritiva, debido en parte a su origen (plasma, harina pescado, derivados lácteos). Los cerdos hasta los 21 a 28 días de edad no producen cantidades adecuadas de lipasas, amilasas y proteasas entre otras que degradan los nutrientes contenidos en las materias primas de origen animal y vegetal (Caro, 2009)

La mayor parte de los estudios con proteasas se han llevado a cabo con productos de soja, por ser fuente proteica de origen vegetal, el empleo de harina de soja existe variabilidad de la proteína y los aminoácidos esenciales, además que aportan factores anti nutricionales FAN (inhibidores de tripsina, lectinas, factores alérgicos). La menor digestibilidad ileal de la proteína, al aumento de pérdidas endógenas nitrogenadas debido a los FAN y a las reacciones alérgicas provocadas entorno a la mucosa intestinal del lechón lo que convierte a las proteasas de interés indudable (Vargas, 2011).

## **2.2. Fundamentos teóricos**

### **2.2.1. Enzimas**

Las enzimas son proteínas de estructura tridimensional compleja, que actúan como biocatalizadores cuya función es acelerar ciertas reacciones bioquímicas específicas que forman parte del proceso metabólico de las células (Vargas, 2007). Las enzimas son substrato específicas, pues sólo actúan sobre un determinado substrato en condiciones concretas de temperatura, pH y humedad. No se consumen durante las reacciones catalíticas y una vez terminada la reacción, vuelve a su estado original. Por esta razón, la cantidad necesaria de enzimas es muy pequeña en proporción con la cantidad de substrato (Vaca, 2011).

Las enzimas exógenas pueden ser definidas como moléculas proteicas que son catalizadores biológicos de las reacciones químicas, que actúan sobre substratos específicos y de esa manera aumentan la digestibilidad de los alimentos. Cada enzima actúa sobre un substrato asociado, cuya estructura debe encajar a la enzima, de tal forma que los centros activos coincidan perfectamente a la enzima sin que se altere el proceso (Cortés, 2012).

Los animales producen enzimas que son proteínas, cuya función es acelerar las reacciones químicas. Cuando ocurre la digestión las enzimas se unen a moléculas de alto peso molecular (substratos) para formar complejos enzimáticos, acelerando la ruptura y creando moléculas más pequeñas que luego son absorbidas. El mecanismo de acción se compara al de una llave que encaja en su cerradura, teniendo amplia participación en el metabolismo del organismo.

El proceso de la digestión corresponde a las reacciones químicas en donde las sales biliares actúan conjuntamente con las enzimas y éstas se unen a moléculas de alto peso molecular (proteínas, grasas, y carbohidratos) formando un complejo enzima-substrato para desdoblarlas en moléculas más pequeñas que pueden ser absorbidas. La capacidad digestiva del ave puede estar limitada, y especialmente en pollitos jóvenes donde la producción de enzimas endógenas es baja. Así, el uso de enzimas exógenas puede influir marcadamente sobre la digestibilidad de los ingredientes y la dieta (Soto y Wyatt citado por Vargas, 2011).

El páncreas y la pared intestinal son los sitios donde se producen todas las enzimas digestivas. Las proteasas pancreáticas se secretan en el lumen intestinal en forma de proenzimas como precursores inactivos de sus respectivas enzimas, los cuales son activados por una enteroquinasa intestinal y por la tripsina, una vez que es activada. Las aminopeptidasas intestinales son liberadas en forma activa; su producción y actividad catalítica depende de varios factores, entre los que destaca el procesamiento de la dieta, composición y el contenido de factores antinutricionales. La actividad de todas las enzimas digestivas es dependiente de la concentración del sustrato, la temperatura, y pH del medio (Williams et al., 1989).

### 2.2.2. Enzimas exógenas utilizadas en avicultura

Hace algunos años atrás, la formulación con enzimas en dietas basadas con maíz y pasta de soya, aportaban con pequeña o ninguna mejoría en el desempeño zootécnico y digestibilidad de nutrientes de las aves. Posteriormente se ha demostrado mejoría en la digestibilidad de nutrientes y en el desempeño zootécnico mediante la suplementación de complejos enzimáticos en base a amilasa, proteasa y xilanasas (Zanella, Sakomura, SilvrsideFigueiredo, y Pack, 1997; Rostagno, Tejedor, Albino, y Silva, 2000).

Para la producción de enzimas exógenas se utilizan diversos hongos, bacterias y levaduras; la síntesis de enzimas es esencial para estos microorganismos porque sus funciones vitales se mantienen gracias a las divisiones de substratos y el metabolismo dependientes de las enzimas (Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Tipos de enzimas que se utilizan en pollos y sus beneficios.

Enzima	Sustrato	Función	Beneficio
$\beta$ -Glucanasa	Cebada, Avena	Reducción viscosidad	Mejora de la digestión
Xilanasas	Trigo, Centeno, Triticale, Salvado, Arroz	Reducción de viscosidad	Mejora la digestión
$\beta$ -Galactosidasa	Granos leguminosos	Reducción de viscosidad	Mejora la digestión
Fitasas	Fósforo fitico	Liberación de fósforo	Mejora absorción de fósforo
Proteasas	Proteínas	Hidrólisis proteína	Incremento digestión proteína
Lipasas	Lípidos	Hidrólisis grasas	Uso en animales jóvenes
Amilasas	Almidón	Hidrólisis almidón	Suplemento para animales jóvenes

Fuente: Brufau, (2001).

El uso de una única proteasa en dietas para aves basadas en maíz, sorgo y soya está en marcha, pero necesita más investigación para saber porque es tan eficaz o más eficaz que los cócteles con diferentes actividades enzimáticas. Los proveedores de enzimas deberían evitar la tentación de dar a sus productos todo tipo de propiedades, si no se pueden cuantificar estas. El mejoramiento en el rendimiento o el ahorro en los costos del alimento, debe ser la clave para tomar la decisión de usar una enzima proteasa y el retorno de la inversión debe ser sustancial. Estudios fisiológicos han mostrado que las aves adaptan el funcionamiento del tracto intestinal a las características del contenido digestivo y por tanto a la composición del alimento. Las aves ajustan la liberación de enzimas y modifican la velocidad de tránsito del contenido digestivo a fin de maximizar la digestión de los alimentos y la absorción de los nutrientes. Diversos trabajos indican que la respuesta funcional viene modulada por el estado sanitario del tracto intestinal (Gauthier, 2005).

## **2.3. Proteasas exógenas**

### **2.3.1. Clasificación de proteasas**

Las proteasas se clasifican por el rango de actividad de pH (ácidas, neutras, alcalinas, alcalinas altas), también se clasifican por la ubicación dentro de la molécula de proteína en que escinde. Las llamadas proteinasas (endopeptidasas), que están basadas en mecanismos catalíticos pueden ser: serina proteasas, aspártico proteasas, cisteína proteasas y metalo proteasas. Las metaloproteasas que actúan pH óptimo de 7, y serinproteasas que posee residuo de serina en o cerca del sitio activo. Otro tipo de clasificación son las peptidasas (exopeptidasas) que separan el péptido en el enlace proximal al extremo amonio o carboxilo terminal y estas últimas se dividen ser: aminopeptidasas y carboxipeptidasas (Sáez, 2006).

### 2.3.2. Origen, obtención y microorganismos utilizados en la producción de las proteasas exógenas

Las proteasas provienen de diferentes orígenes: vegetal, animal, bacteriano y de hongos, donde las proteasas vegetales y animales son producidas por extracción, mientras que las proteasas derivadas de bacterias y hongos son producidas por fermentación (Ángel, 2010).

Algunos ejemplos de proteasas obtenidas a partir de hongos, bacterias y levaduras, se observan en la Tabla 2.2 (Mascarrell y Ryan citado por Cortés, 2012).

**Tabla 2.2.** Principales microorganismos productores de enzimas.

Microorganismos	Enzimas
<i>Aspergillus niger</i>	alfa amilasa, beta glucanasa y celulosa
<i>Aspergillus ficuum, Acandidus, A sydowi</i>	Fitasa
<i>Aspergillus oryzae</i>	alfa amilasa, neutral proteasa
<i>Bacillus licheniformis</i>	alfa amilasa
<i>Bacillus subtilis</i>	alfa amilasa , neutral proteasa, beta glucanasa
<i>Trichoderma viridae</i>	Xilanasa, beta glucanasa, celulasa
<i>Aspergillus niger , Rhysopus sp</i>	Lipasa
<i>Bacillus subtilis, Endothia parasítica, Aspergillus oryzae, A flavus, A niger</i>	Proteasas

Fuente: Mascarrell & Ryan, (1997).

Otros ejemplos se tienen de cepas de *Bacillus*, siendo las proteasas alcalinas más importantes las de tipo serina dentro de estas se encuentran las llamadas Subtilisinas producidas por *bacillus subtilis* y *bacillus amyloliquefaciens* utilizadas en el área industrial (Sáez, 2006).

Existen enzimas de las plantas que no resultan ser reemplazadas por enzimas procedentes de microorganismos como son las sulfidril-proteasas dentro de estas son la papaína, ficina y la bromelina Las enzimas microbianas son más útiles que las derivadas de plantas o animales por la gran variedad de actividades catalítica que disponen y se pueden obtener en grandes cantidades, económicas de forma regular y de calidad uniforme, por cultivo de superficie o mediante técnicas de fermentación aeróbica, las enzimas microbianas su proceso de producción es más fácil y seguro (López, Días y Merino, 1996).

### **2.3.3. Modo de acción de proteasas exógenas**

El mecanismo de cómo actúan las proteasas es incrementando la solubilidad y digestibilidad de las proteínas, péptidos y aminoácidos, esta enzima es activa sobre la mucosa intestinal, regulando y optimizando la viscosidad del moco sobre la superficie de las vellosidades intestinales y de esa manera mejorando la absorción de los nutrientes del alimento (Gauthier, 2005).

Las proteasas hidrolizan los enlaces peptídicos con diferentes grados de intensidad y selectividad. Se utiliza la enzima de acuerdo con la necesidad de transformación requerida catalizan la hidrólisis de enlaces peptídicos de proteínas y péptidos. Su síntesis se realiza en forma de zimógeno, de mayor peso molecular, que luego es activado por proteólisis (North, 1982).

### **2.3.4. Principales aplicaciones de las proteasas exógenas**

- En la alimentación se utilizan como ablandador de carnes, en el tratamientos de pescado y otros productos marinos, así como la producción de salsas de ostras (López *et al.*, 1996)
- Elaboración de cervezas, el principal objetivo es proporcionarle una estabilidad coloidal a bajas temperaturas e impedir turbidez por el enfriamiento o se sedimente a temperatura ambiente.
- Elaboración de quesos que son las renina o quimosina una endopeptidasa que se encuentra en los fermentos gástricos de los rumiantes.

- En la panificación se adiciona proteasa fúngicas (*aspergillus oryzae*), papaína, bromelina para la mejor manipulación de la masa, así como su elasticidad y textura de gluten.
- Aditivos en polvos detergentes asociadas a lipasas y amilasas, siendo las de origen microbianos las que más se usa.
- En la manufactura de cueros se utiliza la pancreatina y también la papaína, bromelina y proteasas bacterianas (*bacillus subtilis*) y fúngicas de origen variado. En la industria textil se usa proteasa neutra de *bacillus subtilis* o proteasa alcalina de *B. licheniformis* (Caffini, López, Natalucci y Priolo, 1988)
- En la industria farmacéutica se utilizan la papaína, bromelina y ficina en el tratamiento de dispepsias como antiinflamatorios y anti edematoso, en el tratamiento de infecciones como celulitis, forunculitis y ulcerosis y edemas postoperatorios. En el laboratorio se usan para la fabricación de peptonas, como medio de cultivo, en la producción de aminoácidos y péptidos.
- En la industria alimentaria se usa como saborizante de productos, en la textura e incluso en el aspecto mismo del producto (López *et al.*, 1996).
- También se obtienen por degradación enzimática hidrolizados proteicos, los que se usan como aditivos alimenticios y que proveen de aminoácidos libres y péptidos de bajo peso molecular (Caffini *et al.*, 1988).

### 2.3.5. Características de proteasas

**Según** Gauthier (2005) las características de las proteasas son:

- Pureza (sin sub actividades).
- Debe ser estable al calor.
- Su uso en seco es más económico que en forma líquida por su costo.

- Resistente a factores antripsínicos presentes en vegetales.
- Amplia actividad sobre proteínas y péptidos.
- Resultados constante a nivel de campo.

### **2.3.6. Ventajas del uso de las proteasas en la alimentación pollos de engorde**

- Son económicas.
- Mejora el rendimiento de pollos.
- Ahorra el costo de alimento.
- Se puede usar una fuente proteica menos digestible.
- Disminuye la contaminación ambiental.
- Mejora la digestibilidad de los nutrientes de la dieta.

### **2.3.7. Características y ventajas de la proteasa en evaluación**

La aditivo en evaluación se llama RONOZYME PROACT®, es una proteasa única y pura que mejora la utilización de la proteína de diferentes orígenes y del valor nutricional de la ración complementando la acción de las enzimas digestivas. Se estima que mejora el desempeño y un menor costo de producción, también posiblemente mejora la digestibilidad proteína y aminoácidos en un promedio del 4% (Bertechini, 2008). Esta enzima es estable a nivel intestinal y a los procesos de fabricación, tales como granulación y premezclado y es compatible con otras enzimas exógenas para alimentación animal.

ProAct complementa la actividad de las enzimas digestivas, tal como pepsina y las proteasas pancreáticas, lo que resulta en más péptidos y aminoácidos libres (Oxenboll *et al.*, 2011)

Cuando se adiciona proteasas con el fin de aumentar la hidrólisis de las proteínas de la dieta, permite así la mejor utilización de nitrógeno, existiendo una posibilidad de disminuir el contenido de proteína de la dieta y a su vez también reducir el contenido de nitrógeno en el estiércol (International Journal of Poultry Science, 2011).

La digestibilidad in vivo de un alimento se puede medir en forma directa e indirecta. La forma directa se registra el consumo de alimento y la extracción fecal de un animal sometido a un tratamiento con dietas, en un tiempo determinado, mientras que la forma indirecta se usa un marcador que se incluye dentro de un alimento en forma natural, para medir la digestibilidad no se requiere cuantificar el consumo ni la excreción fecal (Nieves et al., 2008).

Los métodos indirectos pueden ser método del indicador donde se usan sustancias indigeribles en el alimento y que luego aparece en heces fecales, estas pueden ser indicadores naturales (lignina, sílice, ceniza ácido insoluble) y los indicadores externos (óxido de cromo, colorantes, óxido férrico, polietilenglicol, entre otros) y otro método es por diferencia (Tobal, 1999).

Los métodos in vitro son laboriosos de llevar a cabo para reproducir en el laboratorio las reacciones que tienen lugar en el tracto digestivo del animal, con el propósito de determinar la digestibilidad de los alimentos en forma rápida, es un método que predice digestibilidad in vivo. (Lascano, 1990; citado por Tobal, 1999)

#### **2.4. Harina de subproductos de matadero de aves**

Los desperdicios del faenamiento de las aves como son vísceras, sangre y plumas se los somete a un caldero que llega a muy altas temperaturas para poder convertir a estos desperdicios en harina de subproductos de matadero de aves. Este proceso intenta minimizar el impacto ambiental y aprovechar los desperdicios adecuadamente, ya que es una fuente de proteína de origen animal usada como ingrediente para elaboración de balanceados. Es un proceso fundamental que además minimiza las enfermedades que posiblemente se pueden crear en zonas de producción aviar, ya que antiguamente estos desperdicios se los enterraba en pozos sépticos, creando olores desagradables,

y la carne podrida era un caldo de cultivo de enfermedades presente en el ambiente (Baez, 2008).

Según Cortes, Martínez y Ávila (2011) actualmente la composición y calidad de las harinas de subproductos aviares ha variado debido en los cambios de las industrias avícolas de faenamiento (tecnificación y perfeccionamientos de los procesos de elaboración). También en el proceso de evisceración se eliminan patas cabezas, cuello e incluso la piel, esto se debe al tipo de mercado de la canal y al crecimiento de la demanda de diferentes piezas de la canal.

Una buena calidad harina aviar debe al menos poseer las siguientes características nutricionales que son proteína cruda 58 a 63%, extracto etéreo 12 a 20%, cenizas 18-20%, energía metabolizable 2755 a 3555 kcal kg<sup>-1</sup> (Cortes *et al.*, 2011).

Según Gutiérrez *et al.* (2010) la composición proximal de harina de vísceras de pollos posee 96.8% materia seca, 61.14% proteína bruta, 21.6% extracto etéreo, 9.7% cenizas y energía bruta 5535.7 Kcal kg<sup>-1</sup> este estudio realizado en tilapia nilotica se utilizó el método indirecto (óxido de cromo) colectado en las heces por el sistema Guelph modificado.

#### **2.4.1. Tipos de harinas de subproductos de matadero de aves**

Existen varios tipos de harina de subproductos de mataderos de pollos:

- **Harina de desechos totales de aves o tortave** que se incluyen vísceras, plumas, sangre, grasa, aves enteras muertas o descartadas, desechos del deshuese, desechos de incubación y sobras de procesamiento de embutidos (Zumbado, Solis y Sosa, 2011)
- **Harina de vísceras de aves** o harina aviar se obtiene por medio de un equipo de procesamiento a alta presión empleando canales (incluyen cabezas, cuellos, patas y vísceras) sin plumas. Para que esta harina sea de buena calidad debe contener de 58% a 63% de proteína cruda, de 12% a 20% de extracto etéreo, de 18% a 20% fibra cruda y de 2750 a 3555 kcal kg<sup>-1</sup>

de energía metabolizable. La calidad de la proteína es comparable a las harinas de carne y su uso reduce los costos de los alimentos balanceados para las aves.

Su empleo permite ahorrar espacio en la fórmula al requerir menor cantidad de fósforo, calcio, pasta de soja y grasa, como se muestra un ejemplo en la Tabla 2.3. También aporta aminoácidos esenciales entre ellos lisina, por lo que es atractivo su uso en la elaboración de piensos (Cortes *et al.*, 2011).

Por otra parte Yauri (2013) comenta que la harina de vísceras está constituida de partes cárneas, vísceras, cabezas y patas, en su composición se utiliza antioxidantes para evitar la oxidación de las grasas presentes, y debido a sus características nutricionales de proteínas y grasas, es un producto que se usa para la formulación de raciones de animales monogástricos. La harina aviar está compuesta por proteína bruta 55%, extracto etéreo 10%, material mineral 15%, digestibilidad de pepsina 60%, calcio máxima 5%, y fósforo mínimo 1.5%.

La harina aviar contiene menor porcentaje de proteína, sin embargo posee una digestibilidad mayor que la de harina de plumas y por ende mejor aprovechamiento de los nutrientes y además posee menor variabilidad debido a que se utilizan subproductos de una especie animal (Pontes y Castello, 1995 citado por Ordoñez, 2002).

Como se observa en la (Tabla 2.3.) el aporte de proteína (61.88 %) y grasa cruda (18.89) de la harina de vísceras, que genera una repuesta nutricional interesante la inclusión (4%) en dietas de pollos de engorde, producto de alto contenido de ácidos grasos que junto con el maíz, que es la materia prima que normalmente se usa para el aporte de energía y proteína alternativa en dietas de monogástricos (Farfán y Gordón, 2013).

**Tabla 2.3.** Características bromatológicas de subproductos de mataderos de aves.

Variables	Harina de sangre y pluma	Harina de vísceras
Humedad %	11.75	2.96
Proteína %	78.4	61.88
Grasa %	3.36	18.89
Fibra%	--	1.54
Calcio %	0.43	2.43
Fosforo total %	0.30	2.39
Ceniza %	2.81	11.27

(Farfán y Gordón, 2013).

#### - Harina de plumas

Las plumas crudas a pesar de su alto contenido de proteína son pobremente digeridas, debido a la queratina (85 a 90%) que es la principal proteína. Esta proteína pertenece al grupo de escleroproteína que son insolubles en agua fría aún en presencia de ácidos o bases diluidas, por lo que son resistentes a la hidrólisis de las proteasas, su resistencia se debe a la riqueza de cisteína (8.8 de la proteína) la cual le confiere, luego de la formación de puentes inter e intra-catenarios de tipo covalente (puente disulfuro) una estructura terciaria en forma de hélices entrelazadas (Mendoza, Aguilera, y Montemayo, 1998).

Una de las desventajas de la harina de plumas es su desequilibrio en aminoácidos esenciales. La harina de plumas es rica en aminoácidos tirosina, arginina, valina, fenilalanina, leucina y es más rica en cisteína y treonina pero baja en lisina, metionina, triptofano e histidina. Los animales alimentados con altos niveles de harinas de plumas pueden sufrir deficiencia de metionina (Menassa *et al.*, citado por Mendoza *et al.*, 1998; Yauri, 2013).

La harina de plumas puede ser palatable y digestible (80 a 82%) por medio de un procesado adecuado con un hidrolizado de elevada presión (3,2 atmosfera) y temperatura 146 grados centígrados por un tiempo aproximado de 30 minutos para que se produzca ruptura de los enlaces químicos que dan estructura a la queratina.

En dietas para monogástricos no va más allá del 2% a 4%, la digestibilidad de la proteína en pepsina oscila entre 66% y 80% que puede usarse para controlar la eficacia del procesado, niveles superiores a 80% es por excesivo procesamiento y menor disponibilidad de cistina y otros aminoácidos (Yauri, 2013).

#### - **Harina de sangre**

Es desecada y molida se usa un tanque de procesado continuo y que por medio de un desecador de aire caliente a velocidad máxima que separa las partículas desecadas y húmedas por distintas gravedades específicas, la temperatura y tiempo son controlados automáticamente y al final se obtiene un producto uniforme y alta calidad. Su alto contenido proteico (85%) y digestibilidad la convierten en una fuente de proteína de buena calidad con un nivel de inclusión entre 10-15%, también es una buena fuente de lisina.

Tiene una concentración elevada de lisina, valina, leucina y de treonina y es deficiente arginina, metionina e isoleucina, para corregir las deficiencias de estos aminoácidos se mezcla con otros subproductos de mataderos de aves (harina de plumas) con procesamiento por separado. El contenido de vitaminas y minerales es relativamente bajo a excepción del hierro que es alto (Lon-Wo, 2005)

Según Mendoza *et al.* (1998) menciona otros tipos de harinas que son: harina de grasa, harina de gallinas enteras molidas (gallinas improproductivas, muertas y descarte en la producción), Harina de residuos de incubadora (pollitos no vendibles provenientes del sexado y selección, huevos infértiles, huevos no eclosionados o rotos y cascaras de huevos).

#### **2.4.2. Beneficios y desventajas del uso de harinas de subproductos de matadero de aves**

Los principales beneficios de su utilización son:

- Reduce los costos de los alimentos balanceados.
- Su uso permite el ahorro de nutrientes en la formulación aporta alta concentración de otros aminoácidos como lisina.
- Su alta disponibilidad para elaborar dietas de balanceados (Cortes *et al.*, 2011).

Entre las desventajas podemos mencionar las siguientes:

- Presenta variabilidad en su composición química y valor nutricional, debido a las diferentes maneras de faenamiento que poseen cada planta en el procesamiento, controles de calidad de estos desechos y cambios en la proporción de materias primas.
- Al mezclar todas las materias primas durante el tratamiento con vapor se afecta la disponibilidad de lisina y otros aminoácidos (Elizondo, 2010).

#### **2.4.3. Utilización de harina de subproductos de mataderos de aves en pollos de engorde**

Según Bertero (2014), en la actualidad las harinas de subproductos de mataderos de aves que se usan en el Ecuador son productos muy estables y confiables que provienen de los Estados Unidos, ya que estos cuentan con estricta legislación y exigentes controles tanto en mataderos como en la planta de procesamiento. En los Estados Unidos el 33% de un pollo va a una planta de rendimiento, mientras que en el Ecuador menos del 10% de los desperdicios sigue esta vía. Los subproductos que se usan para la elaboración de las harinas importadas son patas, canillas, vísceras, cortes mal hechos, piezas con moretones, en tanto que las plumas y sangre tienen un proceso diferente. Las aves enfermas o muertas en

el galpón son enviadas a una planta especial, que es prohibida su venta para elaboración de piensos y que se utilizan como fertilizantes.

Las empresas que comercializan en forma legal estas materias primas son sometidas a un estricto control por parte de Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de Calidad del Agro (Bertero, 2014). En el 2011 una empresa llamada Aniprotein realizó una importación de 12000 toneladas para el mercado ecuatoriano.

En el Ecuador hay que hacer mucho, ya que algunos nutricionistas no están familiarizados con estas materias primas y porque no se cuentan con un tratamiento adecuado de los subproductos. La producción nacional de éstas harinas bordea aproximadamente de 1000 toneladas al mes, de las cuales las empresas integradas suman el 60% del mercado, ya que éstas no salen a la venta sino que son utilizadas por quienes las producen. En nuestro país no hay conciencia del daño o perjuicio que ocasionan los subproductos de los mataderos o de animales muertos que llegan a los basureros, pues es una bomba de tiempo que puede estallar contra la salud, las aguas subterráneas y la naturaleza. Las autoridades deben tener claro que producir harinas de origen animal es lo mejor que le puede suceder a un país, porque no es una industria sucia ni dañina, más bien son recicladora, renueva y mejora el medio ambiente (Bertero, 2014).

La calidad y composición de las harinas de subproductos avícolas ha variado debido a cambios en la industria avícola, pues en los rastros se eviscera y elimina las patas cabezas y cuellos y en muchos de los casos la piel, esto por el tipo de comercialización de diferentes piezas de la canal, también otra variación se debe a la tecnificación y perfeccionamiento en los procesos de elaboración, por lo que su uso en dietas de balanceados ha aumentado (Cortes *et al.*, 2011).

Por el método de procesamiento se ha demostrado una menor calidad en algunas harinas aviares, debido al sobrecalentamiento durante el procesamiento o también al método del secado de los subproductos. Variaciones de los porcentajes de materia seca, proteína cruda, grasa y digestibilidad de diferentes harinas comerciales, conlleva a la necesidad de evaluar la composición química

de los subproductos que se va utilizar en dietas para la elaboración de balanceados (Mendoza *et al.*, 1998). Por ejemplo, según Gallego, Urgé, Díaz, y González (1992) en el experimento de alimentación realizado en pollos de engorde se obtuvo que los consumos de los piensos con HSMA al 10 y 20% fueron significativamente inferiores al control sin HSMA y no significativos entre ellos, sin embargo en el incremento de peso no hubo diferencia significativa entre los tres tratamientos.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Sitio de estudio

El presente trabajo de investigación se lo realizó en la provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Yaruquí. Las instalaciones están ubicadas de la empresa Integración Avícola Oro Cía. Ltda., con las siguientes características meteorológicas: temperatura máxima 26 grados, temperatura mínima 10 grados, humedad relativa 86,1 %, altura de 2527 msnm, heliofanía 2072.3 horas luz, precipitación promedio anual 747 mm, latitud 0°13' 46", longitud Oeste 78° 22'0" (INHAMI, 2009).

#### 3.2. Materiales y equipos

Para el ensayo de desempeño zootécnico se usaron 28 jaulas de malla metálica en piso de cemento y cama de cascarilla de arroz con capacidad para 40 pollos cada una. Las dimensiones de las jaulas fueron 2 m de largo x 1,59 m de ancho, por lo que el área de cada jaula fue de 3.18 m<sup>2</sup> y conteniendo un comedero de tolva y un bebedero automático. Este fue un galpón abierto y las condiciones de manejo, sanidad y bioseguridad fueron estandarizadas con las normas convencionales de la empresa y de la industria avícola de Ecuador.

Para el ensayo de digestibilidad *in vivo* se utilizaron dos baterías metálicas cuadrangulares de (2 m largo por 2 m ancho) ubicadas dentro del mismo galpón experimental con sus respectivos comederos, bebederos y bandejas donde se recolectaron las heces fecales. Cada batería constó de 4 pisos con 4 jaulas por piso con capacidad para alojar 10 aves por jaula, en total son 40 pollos por piso. Además, se contó con 3 balanzas de precisión: 30±0.002 kg, 6±0.001 kg y 400±0.1 g.

### **3.3. Factores y niveles, tratamientos, diseño y variables en estudio.**

#### **Factores y niveles**

Proteasa exógena 200g/Ton

Harina de subproductos de mataderos 10%

#### **Tratamientos**

Para estudiar el efecto de la adición de una proteasa exógena sobre el desempeño y digestibilidad de nutrientes las aves fueron distribuidas en los siguientes cuatro tratamientos:

- A. Dieta testigo, fue la dieta estándar utilizada para la alimentación de pollos de engorde, de acuerdo a los requerimientos de energía, proteína y aminoácidos digestibles para pollos de desempeño por medio de Rostagno (2011).
- B. . Dieta testigo con la adición de PROACT dosis de 200 g t<sup>-1</sup> de alimento.
- C. Dieta incluyendo 10% de harina de subproductos mataderos de aves reformulada para cubrir los requerimientos nutricionales de la dieta testigo.
- D. Dieta reformulada incluyendo 10% de harina de subproductos de mataderos de aves, más la inclusión de PROACT a dosis de 200 g t<sup>-1</sup> de alimento.

#### **Diseño experimental**

Para estudiar el efecto de la adición de una proteasa exógena sobre el desempeño y digestibilidad de nutrientes las aves fueron distribuidas en los siguientes cuatro tratamientos

Para el experimento de desempeño las aves se distribuyeron en cuatro tratamientos con seis repeticiones y 40 aves por cada repetición bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) y se usó la prueba de comparación de Duncan al 5% para determinar los mejores tratamientos. Los pollos para el ensayo de digestibilidad fueron distribuidos con cuatro tratamientos y siete repeticiones de diez aves por repetición. Todos pollos estuvieron en un ambiente con climatización y las condiciones de manejo, sanidad y bioseguridad similares a las realizadas en el experimento de desempeño. Esquema del ADEVA

El esquema de análisis de variancia que se utilizó para el desarrollo de los experimentos de desempeño zootécnico y digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable se detallan a continuación (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1.** Esquema del ADEVA para las variables de desempeño zootécnico y digestibilidad.

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad Desempeño zootécnico</b>	<b>Grados de libertad Digestibilidad</b>
Tratamientos	3	3
Bloques	5	6
Error	15	18
Total	23	27

Fuente: Zamora (2014).

### **VARIABLES EN ESTUDIO**

Los factores o variables independientes a valorar fueron la adición de Proact y harina de subproducto de matadero de aves para ambas dietas. Los efectos o variables dependientes de respuesta animal son el desempeño productivo (ganancia de peso, conversión, consumo de alimento), mientras que las variables de estudio no específicas son materia seca, proteína cruda, fibra cruda, ELN, EE,

Cenizas, coeficiente de digestibilidad nutrientes con y sin adición de proteasa y EMA y EMAn con y sin adición de proteasa Los datos fueron tabulados y procesados con el software estadístico Infostat y Microsoft Excel 2013®.

### **Manejo del experimento**

Se fabricaron tres tipos de alimentos en harina: inicial de 1 a 14 días, crecimiento de 15 a 28 días y otro de finalización desde 29 hasta 42 días (sacrificio). La dieta control fue en base a maíz, pasta de soya, y aceite crudo de palma como fuente de grasa. En la dieta experimental se incluyó harina de subproductos de matadero de aves de fabricación propia. El alimento balanceado se elaboró en la planta de balanceados de la misma empresa avícola (Tabla 3.2). Se formuló con el programa BrillFormulation® (FeedManagementSystems Inc.). El contenido de nutrientes de la dieta se calculó en base a los requerimientos nutricionales para desempeño medio de pollos de engorde machos publicados por (Rostagno *et al.*, 2011). Las cuatro dietas serán isocalóricas, isoproteicas, isoaminoacídicas.

**Tabla 3.2.** Porcentaje de materias primas en la dietas de pollos de engorde.

<b>E50 - Proact + HSMA</b>	<b>1 a 14 días</b>		<b>15 a 28 días</b>		<b>29 a 42 días</b>	
	<b>AB</b>	<b>CD</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>	<b>AB</b>	<b>CD</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Maiz	49.69	52.75	55.49	57.65	59.90	63.74
Torta de Soya	39.00	30.10	33.90	25.44	29.80	21.10
Hna Subproducto Matadero de Aves	0.00	7.50	0.00	7.50	0.00	7.50
Aceite Crudo de Palma	5.50	4.00	5.30	4.10	5.30	2.80
Carbonato de calcio	1.70	1.60	1.60	1.60	1.40	1.40
Fosfato monocalcico	2.00	1.80	1.80	1.70	1.70	1.50
Vitaminas y minerales	0.24	0.24	0.17	0.17	0.19	0.19
Sal	0.57	0.47	0.45	0.35	0.45	0.35
DL Metionina	0.29	0.28	0.25	0.24	0.22	0.20
Sulfato de lisina	0.22	0.46	0.24	0.45	0.25	0.45
L-Treonina	0.06	0.07	0.05	0.05	0.04	0.03
Antifungico	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Cloruro de colina 60%	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Clopidol 0.5	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Adsorbente de micotoxinas	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
BMD	0.10	0.10	0.12	0.12	0.10	0.10
Antioxidante	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
vitamina E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02
BATCH	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
EM (kcal/kg)	<b>2.973</b>	<b>2.975</b>	<b>3.05</b>	<b>3.050</b>	<b>3.132</b>	<b>3.130</b>
Proteina cruda (%)	<b>22.21</b>	<b>22.27</b>	<b>20.34</b>	<b>20.50</b>	<b>18.82</b>	<b>19.45</b>

**Fuente: Zamora (2014).**

La alimentación de los pollos fue restringida para prevenir problemas de ascitis y se realizó de acuerdo a las tablas de consumo de la empresa para esa zona de crianza. Las dietas no contenían otros tipos de aditivos o enzimas que afectaran la digestibilidad de los nutrientes y la energía metabolizable de la dieta.

### 3.4. Procedimiento experimental

**Ganancia diaria peso (GDP):** Es el peso promedio ganado por el pollo durante el periodo de tiempo respectivo. Se pesaron los pollos a la recepción y al final de cada etapa (14, 28 y 42 días de edad) en forma grupal por cada repetición. Para corregir por mortalidad se pesaron los pollos muertos el mismo día en el que ocurrió, así como el residuo de alimento de la jaula al momento de retirar el cadáver. Los pesos vivos fueron tabulados para obtener el peso vivo promedio por pollo de cada repetición. Los datos de pesos vivos totales o acumulados iniciales y finales de cada edad a los días 1, 14, 28 y 42 se restó para obtener la ganancia de peso promedio por pollo para cada etapa.

**Consumo de alimento:** Se sumó la cantidad de alimento de cada día de acuerdo a la tabla, el número de pollos y la edad de cada jaula y se le restó los residuos al final de cada etapa para obtener el consumo acumulado por cada repetición.

**Conversión alimenticia:** Relación entre cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso en el periodo de tiempo respectivo. Se divide el consumo de alimento acumulado de cada repetición para la ganancia de peso total acumulada de cada repetición considerando a la mortalidad para obtener el índice de conversión alimenticia corregido por la mortalidad de cada repetición.

**Mortalidad:** El número de pollos muertos en cada unidad experimental se dividió para el número total inicial en cada etapa y se obtuvo la tasa de mortalidad de cada repetición en cada etapa. La sumatoria de estos valores parciales dio como resultado la mortalidad acumulada en cada tratamiento.

#### **Digestibilidad de nutrientes**

Es la medición de la cantidad de nutrientes absorbidos por el pollo en relación a la cantidad ingerida. Coeficiente de digestibilidad de cada nutriente de la dieta (proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda y cenizas) por 100 y que se mide en porcentaje.

Para determinar la energía metabolizable aparente (EMA) en dos edades se utilizó el método tradicional de colecta total de excretas (Sibbald, 1976).

Luego de colocar los pollos en las jaulas metabólicas a partir del día uno de edad, se alimentó con las dietas descritas antes, por nueve días como adaptación y luego se realizó el primer experimento de digestibilidad por colecta total de excretas e ingesta durante 4 días. El noveno día los animales estuvieron en ayuno por 24 horas, luego por 72 horas se suministró el alimento y agua a voluntad, finalmente el día treceavo las últimas 24 horas se dejó nuevamente los animales en ayuno. La recolección de las heces se la realizó a las siete de la mañana los días diez, once, doce y trece de edad. La segunda toma de muestras inició el día treinta donde los animales estuvieron en ayuno por 24 horas, luego por 72 horas se suministró el alimento y agua a voluntad, finalmente el día 34 las últimas 24 horas se dejó nuevamente los animales en ayuno. La recolección de las heces se la realizó a las siete de la mañana los días treinta y uno, treinta y dos, treinta y tres y treinta y cuatro.

En cada colección las muestras de excretas fueron limpiadas de polvo, plumas o restos de alimento. Se tomaron aproximadamente 60 gramos de muestra por cada repetición y colecta, fueron pesados y rotulados, a -20°C para luego ser enviados a INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) hasta su procesamiento por el método proximal o de Weende. Este método determinó el contenido de nutrientes en las heces y también del alimento. También se colectaron, rotularon y congelaron aproximadamente 500 gramos de muestra de cada tipo de alimento.

El alimento sobrante en los comederos de cada repetición o jaula también se pesó para calcular el total de alimento consumido. Con los datos de consumo de alimento, excretas y con los resultados de los análisis proximales, se calculó la digestibilidad de cada nutriente de acuerdo a la siguiente fórmula: Coeficiente de digestibilidad = (cantidad consumida – cantidad excretada) / cantidad consumida. Los coeficientes de digestibilidad de cada nutriente en cada edad fueron tabulados para obtener el promedio de digestibilidad de cada nutriente por cada tratamiento y cada edad. Mediante el análisis de varianza de dos vías se

estableció si hay diferencias significativas entre los tratamientos y a través de la prueba de comparación de medias de Duncan al 5% se determinó el mejor tratamiento.

### **Energía metabolizable de la dieta**

Es la medición de la cantidad de energía de la dieta que es absorbida y que es disponible para procesos metabólicos del pollo y se mide Kilocalorías por kilogramo de materia seca de alimento ( $\text{kcal kg}^{-1}$  MS) (Sibbald, 1976).

Para la determinación de la cantidad de energía metabolizable de la dieta se utilizaron las mismas muestras del ensayo de digestibilidad para someterlas a combustión completa en una bomba calorimétrica de la Universidad San Francisco de Quito y determinar la cantidad de energía bruta por cada gramo de materia seca del alimento. Con el dato de energía bruta se calculó la cantidad de energía metabolizable aparente (EMA) y con la retención de nitrógeno se pudo calcular la EMAn. Los datos de energía metabolizable aparente de cada repetición se tabuló para obtener el promedio de cada tratamiento y cada edad, y luego determinar si hay diferencia significativa entre tratamientos por medio del análisis de variancia de dos vías. También, con la prueba de comparación de medias de Duncan al 5% se determinó el mejor tratamiento.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Desempeño

El resumen de los datos de desempeño zootécnico obtenidos se muestra en la siguiente Tabla 4.1.

**Tabla 4.1.** Comportamiento productivo del pollo.

Tratamientos	T1 Testigo	T2 (testigo + proact)	T3 (testigo+2% b de H)	T4 (testigo + proact+HSA)	p- value
<b>Ganancia de Peso</b>					
1 <sup>a</sup> -2 <sup>a</sup> semana	327.33± 6.53 <sup>a</sup>	315.67±5.47 <sup>b</sup>	316.83±5.42 <sup>b</sup>	321.83±2.79 <sup>ab</sup>	0.0069
3 <sup>a</sup> -4 <sup>a</sup> semana	791.83±44.82	793.50±15.33	778.17±39.37	789.83±17.59	0.7825
5 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	1222.83±51.61	1207.33±32.48	1189.33±49.24	1204.83±42.34	0.6116
1 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	2341.83±73.02	2316.50±27.80	2284.17±83.56	2316.50±29.01	0.3734
<b>Consumo de alimento</b>					
1 <sup>a</sup> -2 <sup>a</sup> semana	422.33±2.34 <sup>ab</sup>	423.67±1.37 <sup>a</sup>	421.00± 2.28 <sup>b</sup>	423.33± 1.97 <sup>a</sup>	0.0278
3 <sup>a</sup> -4 <sup>a</sup> semana	1272.33±24.43 <sup>a</sup>	1263.83±26.49 <sup>a</sup>	1241.83±32.57 <sup>b</sup>	1233.67±23.23 <sup>b</sup>	0.0055
5 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	2285.50±71.32	2277.67±38.46	2290.50±34.04	2279.83±36.67	0.9659
1 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	3979.83±88.01	3964.83±46.49	3953.33±59.31	3937.17±46.98	0.5887
<b>Conversion alimenticia</b>					
1 <sup>a</sup> -2 <sup>a</sup> semana	1.29±0.02 <sup>c</sup>	1.34± 0.03 <sup>a</sup>	1.33±0.02 <sup>ab</sup>	1.32±0.01 <sup>bc</sup>	0.0338
3 <sup>a</sup> -4 <sup>a</sup> semana	1.61±0.06	1.59±0.05	1.60±0.05	1.56±0.02	0.4226
5 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	1.87±0.07	1.89±0.04	1.93±0.07	1.90±0.06	0.3338
1 <sup>a</sup> -6 <sup>a</sup> semana	1.70±0.03	1.71±0.02	1.73±0.04	1.70±0.03	0.2713

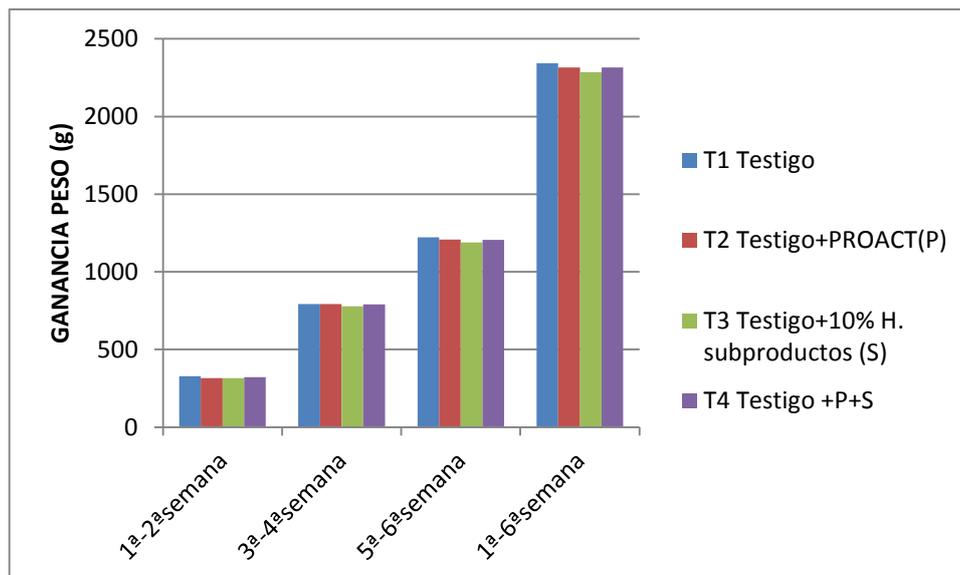
<sup>ab</sup> *Promedios seguidos de una misma letra son iguales estadísticamente, Duncan (P = 0.05).*

##### 4.1.1. Ganancia de peso (g)

Solamente se encontraron diferencia estadísticas ( $P < 0.05$ ) en la primera etapa, 1ra y-2da semana de vida, mientras que en las otras etapas y en la ganancia de peso acumulada no se diferenciaron estadísticamente ( $P > 0.05$ ). En esta primera etapa la mayor ganancia de peso de los pollos de engorde se presentó con el tratamiento testigo que recibieron una dieta maíz-soya sin proteasa (Figura 4.1).

Los resultados obtenidos en esta investigación que se diferenciaron en la evaluación 1<sup>a</sup>-2<sup>a</sup> semana, no coinciden con los obtenidos por Bressani y Solares (2010) quienes encontraron diferencia significativa en los días 14, 35 y 42, concluyendo que la adición de enzimas a las dietas si tiene beneficio alguno. Según Zanella *et al.* (1997), Knight *et al.* (2009), Barragán (2006) y Aventis (2000) demuestran en otros estudios que la adición de enzimas en dietas basadas en maíz y harina de soya producen un aumento en el peso vivo del ave.

Según Cabrera *et al.*, (2014), reporta mayor ganancia de peso con la inclusión de harina aviar al 35% en toretes de engorde. Así mismo Vaca (2011) a los 49 días de edad usando proteasas en pollos en diferentes niveles 0.05%, 0.10% y 0.15% obtuvo pesos de 1331.8, 1390.2 y 1320 g respectivamente, siendo el mayor peso usando proteasa al 0.10%, presentando contrariamente menor peso el tratamiento control de 1309.4 g. Esto debido a lo que indica Rivera, M (2006) que las proteasas aumenta la digestión de los alimentos, elimina toxinas o factores anti nutricionales, almacenan azúcar en el hígado y músculos.



**Figura 4.1.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre ganancia de peso en pollos de engorde.

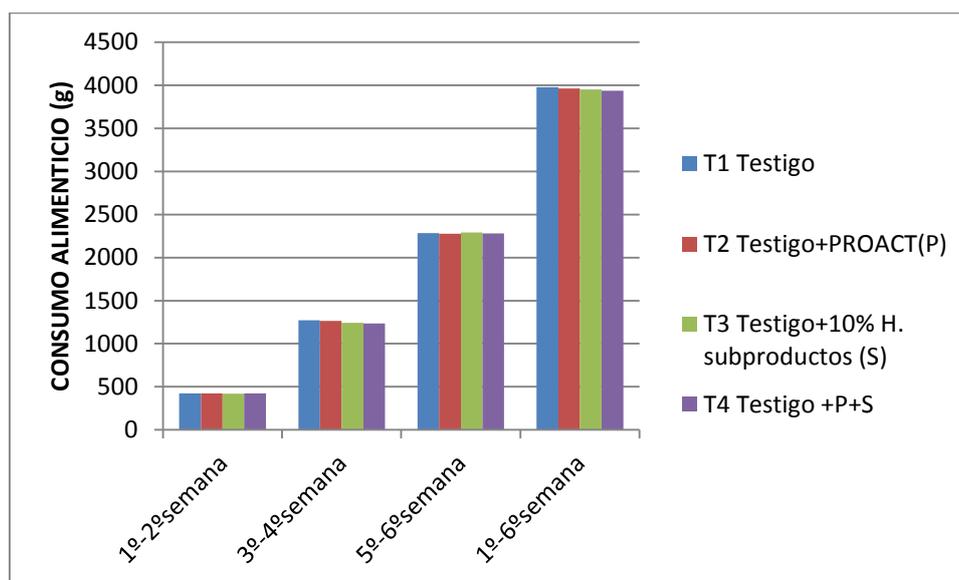
#### 4.1.2. Consumo de alimento

Los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves, se diferenciaron a nivel de ( $P < 0.05$ ) en las evaluaciones del consumo alimenticio establecidas 1ª-2ª semana y 3ª-4ª semana, mientras que en la tercera evaluación 5ª-6ª semana y en la global 1ª-6ª semana no se diferenciaron estadísticamente con una  $P > 0.05$  (Tabla 4.1).

La información obtenida del consumo alimenticio que manifestó diferencias estadísticas las evaluaciones 1ª-2ª y 3ª-4ª no concuerda con la información obtenida por Hernández y Liu (2011) quienes no encontraron diferencia significativa entre los tratamientos durante todo el ciclo de producción. De igual manera no concuerdan con los obtenidos por Bressani y Solares (2010) quienes establecen que en la etapa de finalización (28- 42 días), se comienzan a obtener diferencias significativas en el consumo de alimento.

Mientras que resultados obtenidos por Alemán *et al.* (2013) quienes no encontró diferencia significativa a los 7 días, pero si diferenciaron a los 14, 21, y 35 días de edad a nivel de ( $P < 0.05$ ).

En términos generales los mayores consumos alimenticios se presentaron en los dos primeros tratamientos T1 Testigo y T2 Testigo + PROACT (P) a lo largo de todas las evaluaciones, y en la evaluación global de 1<sup>o</sup>-6<sup>o</sup>semana en esta, sin diferenciarse estadísticamente (Figura 4.2).



**Figura 4.2.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre el consumo alimenticio en pollos de engorde.

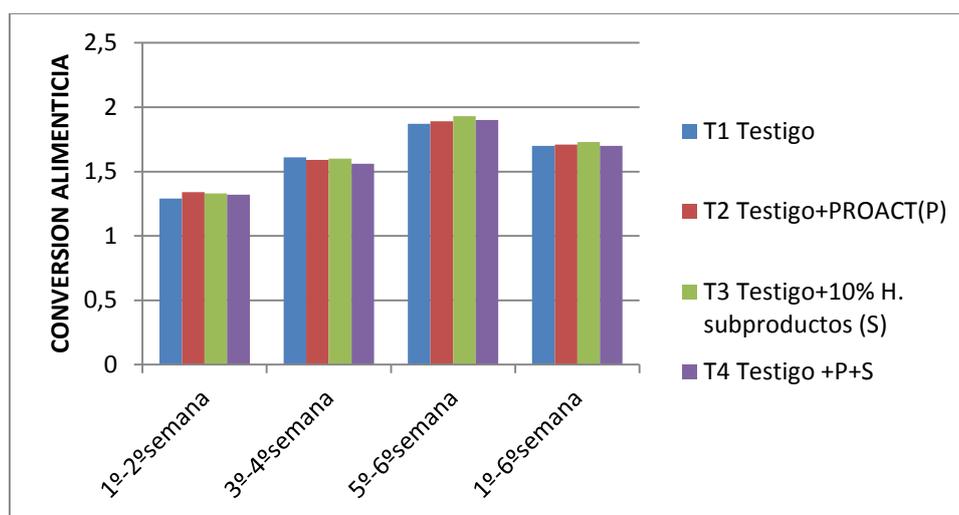
#### 4.1.3. Conversión alimenticia

Solamente se encontraron diferencias significativas en los primeros 14 días de vida de las aves ( $P > 0.05$ ). Aquí la mejor conversión alimenticia se presentó con el testigo, con un promedio de 1.29, mientras que la peor conversión alimenticia fue la dieta testigo más proteasa. El resto de tratamientos presentaron conversiones alimenticias superiores a 1.32, pero sin diferenciarse estadísticamente (Figura 4.3).

En la literatura encontrada, los resultados obtenidos se encuentran corroborados por Bressani y Solares (2010) quienes indican que no se existen diferencias significativas con la inclusión de enzima proteasa a partir de la tercera semana.

Mientras se contraponen a los resultados conseguidos por Hernández y Liu (2011) quienes en el día 35 si encontraron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), demostrando que la adición de las enzimas mejora la conversión alimenticia de las aves.

En tanto que Gauthier (2005) reporta diferencias significativas con 1.87 de conversión para la dieta baja en proteína y aminoácido con proteasa y mientras que para la dieta sin proteasa baja en proteína y aminoácidos una conversión de 1.91 y la dieta estándar con 1.87.



**Figura 4.3.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la conversión alimenticia en pollos de engorde.

## 4.2. Calidad de carcasa

No se tuvieron diferencias estadísticas en ninguno de los cuatro tratamientos para ninguna de las variables de la calidad de carcasa evaluadas ( $P>0.05$ ) (Tabla 4.2).

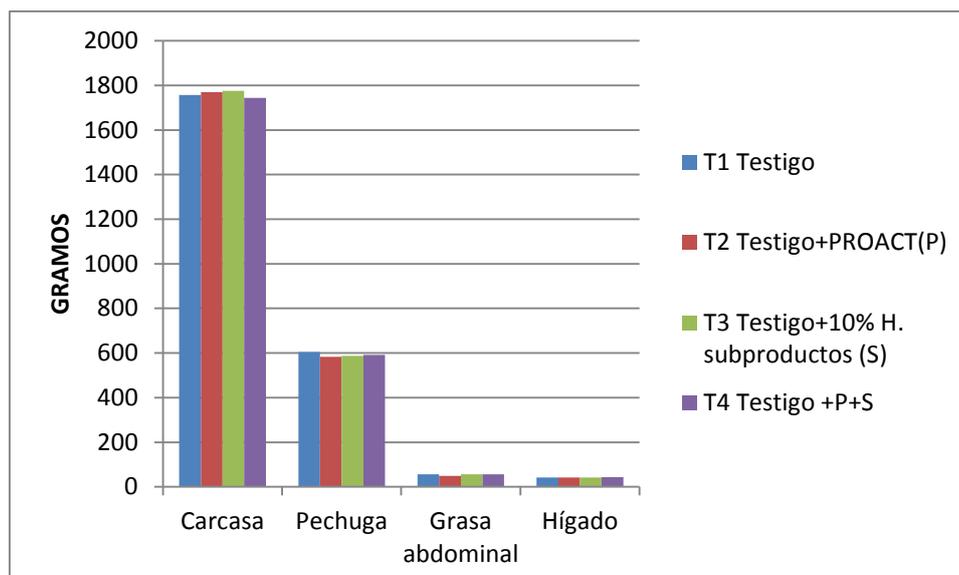
**Tabla 4.2.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre las variables de calidad de carcasa.

Tratamientos	T1 Testigo	T2 (testigo + proact)	T3 (testigo+2% b de H)	T4 (testigo + proact+HSA)	p-value
<b>Calidad de carcasa (g)</b>					
Carcasa	1757.45± 91.83	1769.90±113.96	1776.00±86.07	1743.85±97.74	0.8954
Pechuga	605.15±32.53	583.55±37.19	587.10±37.92	91.15±36.77	0.6055
Grasa abdominal	56.00±7.77	48.95±10.35	56.05±7.46	56.70±6.50	0.2021
<b>Hígado</b>	42.55±3.86	41.55±2.20	42.60±4.32	42.95±2.31	0.7995
<b>Calidad de carcasa(%)</b>					
Pechuga	34.55± 1.26	33.07±1.52	33.14±1.60	33.84±0.98	0.1343
Grasa abdominal	3.24±0.45	2.77±0.46	3.18±0.43	3.29±0.36	0.0737
<b>Hígado</b>	2.42±0.17	2.35±0.13	2.41±0.23	2.47±0.14	0.3635

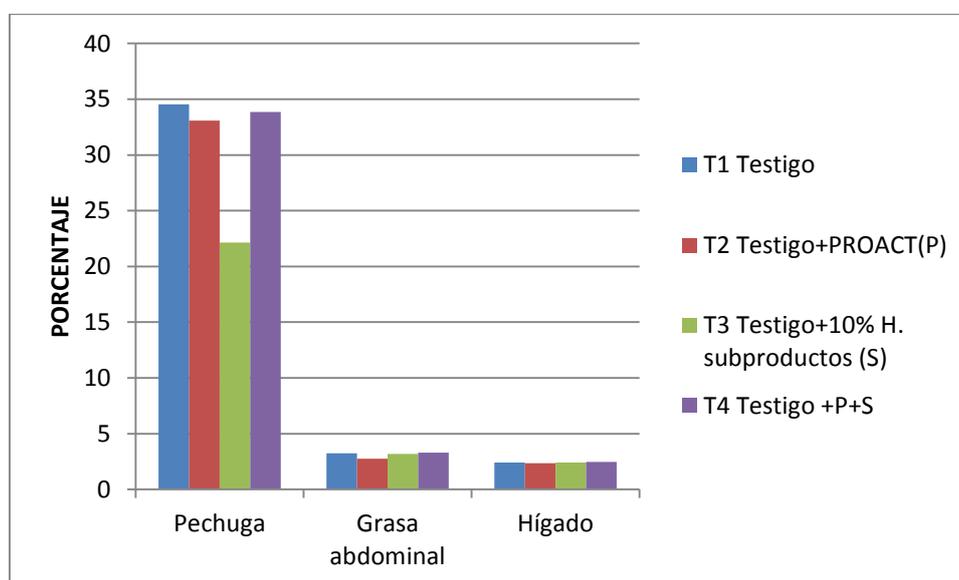
<sup>ab</sup> Promedios seguidos de una misma letra son iguales estadísticamente, Duncan ( $P = 0.05$ ).

Carcasa (sin vísceras cabeza patas), pechuga (sin piel, sin huesos, solo quilla), grasa abdominal (alrededor molleja g., intestinos y musculo abdominal), hígado (sin vesícula biliar)

A pesar de no diferenciarse en las variables de la calidad de carcasa estadísticamente, se destaca el tratamiento testigo que teniendo un peso intermedio de carcasa presentó el mayor peso de la pechuga, mientras que el mayor peso de la carcasa lo presentó el T3 (Testigo+10% H. subproductos S) (Tabla 4.2), (Figura 4.4 y Figura 4.5).



**Figura 4.4.** Efecto de los tratamientos sobre las variables de calidad de carcasa. Carcasa (sin vísceras cabeza patas) g., pechuga (sin piel, sin huesos, solo quilla) g., grasa abdominal (alrededor molleja g., intestinos y musculo abdominal)g., hígado (sin vesícula biliar) g., en pollos de engorde.



**Figura 4.5.** Efecto de los tratamientos sobre las variables de calidad de carcasa en porcentaje (Pechuga (sin piel, sin huesos, solo quilla) %., grasa abdominal (alrededor molleja, intestinos y musculo abdominal) %, hígado (sin vesícula biliar) %), en pollos de engorde.

### 4.3. Digestibilidad de nutrientes (%) y energía metabolizable (EM) (Kcal kg<sup>-1</sup> Ms)

En la Tabla 4.3 se resumen el efecto de los cuatro tratamientos sobre la digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable.

**Tabla 4.3.** Digestibilidad de nutrientes (%), Energía metabolizable aparente (EMA) (Kcal kg<sup>-1</sup> Ms) y Energía metabolizable aparente corregida por nitrógeno (EMAn). Duncan 5%.

Tratamientos	T1 Testigo	T2 (testigo + proact)	T3 (testigo+2% b de H)	T4 (testigo proact+HSA)	p-value
Repeticiones	7	7	7	7	
aves/repetición	10	10	10	10	
11 días					
Materia seca, %	82,65±2.17 <sup>c</sup>	86,32±1.38 <sup>a</sup>	83,87±1.58 <sup>bc</sup>	85,84± 2.45 <sup>ab</sup>	0.0098
Proteína cruda, %	74,92± 3.52 <sup>c</sup>	82,27± 1.34 <sup>a</sup>	76,16± 2.19 <sup>bc</sup>	79,12±3.394 <sup>ab</sup>	0.0007
Fibra cruda, %	44,17±7.82 <sup>b</sup>	53,60± 5.02 <sup>ab</sup>	45,98±10.01 <sup>b</sup>	55,95± 8.45 <sup>a</sup>	0.0449
ELN, %	90,74±1.22 <sup>a</sup>	91,83a±0.94 <sup>b</sup>	92,04± 0.87 <sup>ab</sup>	92,77± 1.18 <sup>a</sup>	0.0262
EE, %	86,73±1.29	89,31±2.53	86,98±2.20	88,48±2.17	0.1767
Cenizas %	62,07± 5.41 <sup>b</sup>	72,68±2.44 <sup>a</sup>	68,04± 2.86 <sup>a</sup>	71,93± 4.86 <sup>a</sup>	0.0006
EMA (kcal/kg, bs )	3607.43±72.87 <sup>b</sup>	3718±57.20 <sup>a</sup>	3571± 58.21 <sup>b</sup>	3650± 79.44 <sup>ab</sup>	0.0062
EMAn (kcal/kg, bs)	3386 <sup>b</sup>	3475 <sup>a</sup>	3329 <sup>b</sup>	3398 <sup>b</sup>	0.0031
32 días					
Materia seca, %	80,51±0.66 <sup>b</sup>	80,69±1.10 <sup>b</sup>	82,15± 0.96 <sup>a</sup>	82,85±2.14 <sup>a</sup>	0.0024
Proteína cruda, %	72,93±1.81	74,24±2.44	72,50±2.79	73,47±3.52	0.6253
Fibra cruda, %	25,15±4.11	23,73±3.16	24,69±4.89	20,79±9.67	0.5325
ELN, %	89,63±0.70 <sup>b</sup>	89,37± 0.96 <sup>b</sup>	91,48± 0.81 <sup>a</sup>	92,23± 1.14 <sup>a</sup>	<0.0001
EE, %	88,12± 1.09 <sup>c</sup>	87,48± 1.38 <sup>c</sup>	89,51± 1.26 <sup>b</sup>	91,08± 1.58 <sup>a</sup>	0.0001
Cenizas %	49,93±2.22	52,50±3.30	49,09±3.03	50,30±6.37	0.2755
EMA (kcal/kg, )	3770±72.29	3779±37.20	3814±96.27	3826±81.97	0.3683
EMAn (kcal/kg, )	3569	3575	3615	3624	0.3051

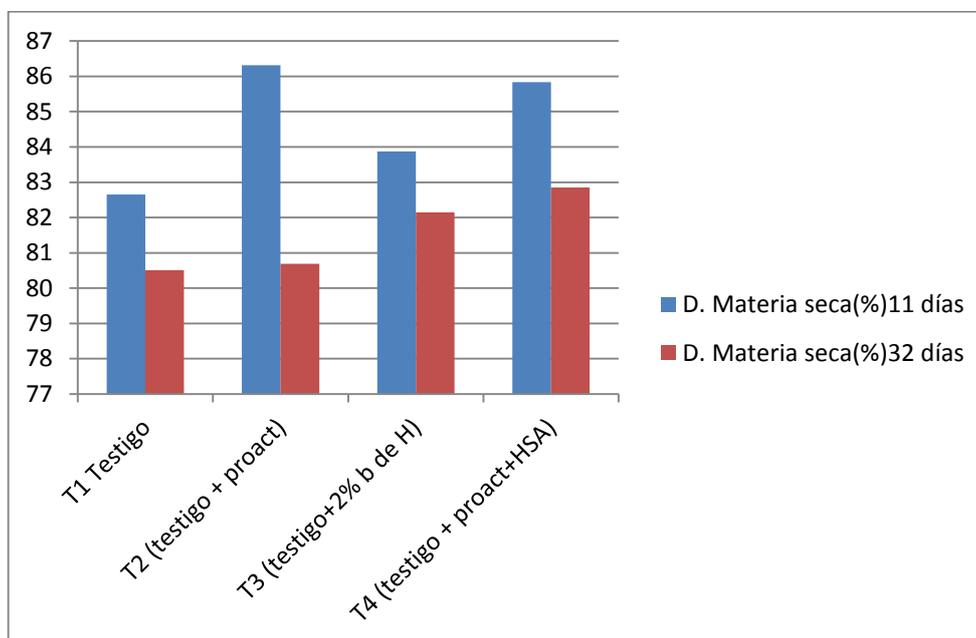
<sup>ab</sup> Promedios seguidos de una misma letra son iguales estadísticamente, Duncan (P = 0.05).

### 4.3.1. Materia seca (%)

Los tratamientos se diferenciaron estadísticamente en la digestibilidad de la materia seca  $P < 0.05$ , tanto en la evaluación a los 11 días como a los 32 días. A los 11 días todos los tratamientos presentaron mayor porcentaje de materia seca que a los 32.

El tratamiento testigo en las dos evaluaciones manifestó el menor porcentaje de digestibilidad de la materia seca. A los 11 días el mayor porcentaje de digestibilidad fue en el tratamiento T2 (testigo + proact) con un 86.32%, mientras que a los 32 días en los tratamientos T3 (testigo+10% HSA) y T4 (testigo + proact+HSA) con promedios del porcentaje de digestibilidad de materia seca de 82.15 y 82.85, respectivamente (Tabla 4.3, Figura 4.6).

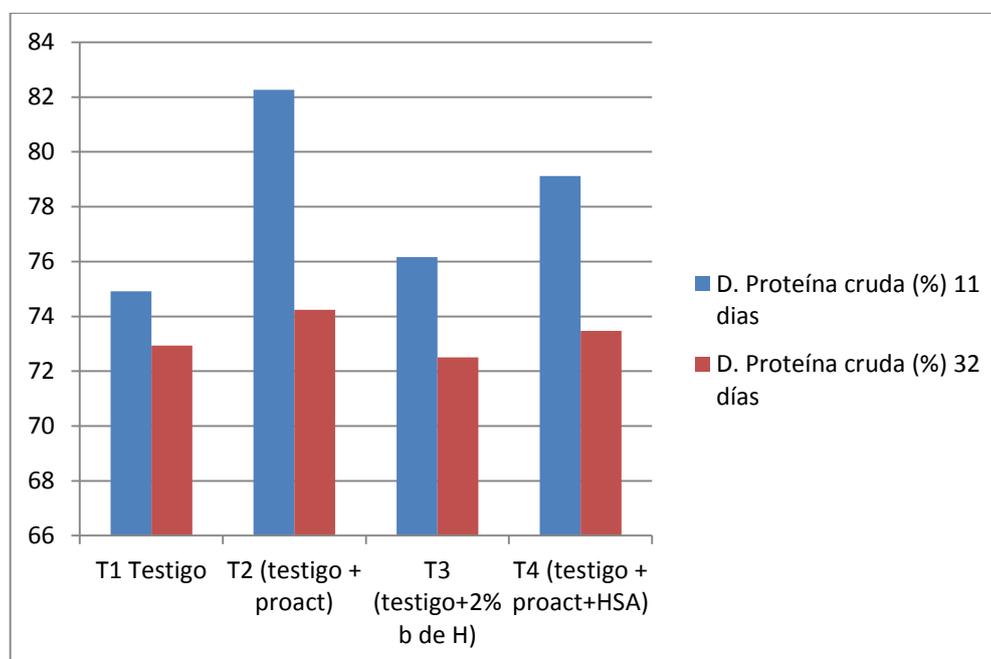
De los resultados anteriores se desprende que la adición de Proact y la utilización de la harina de subproductos de matadero mejoraron la digestibilidad de la materia seca.



**Figura 4.6.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la materia seca (%) en pollos de engorde.

### 4.3.2. Proteína cruda (%)

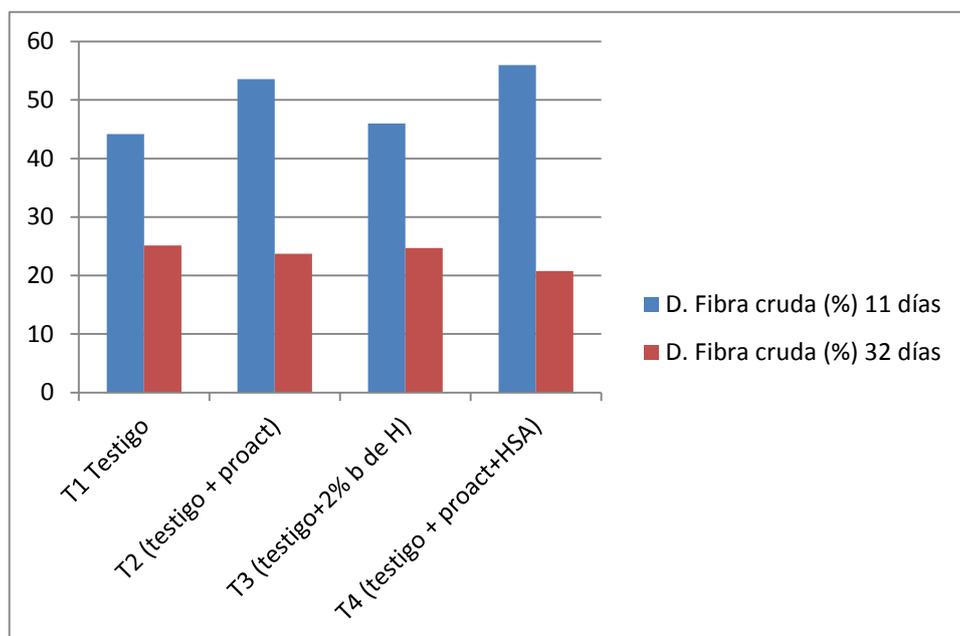
Los tratamientos se diferenciaron estadísticamente en el porcentaje de digestibilidad de la proteína cruda a los 11 días ( $P < 0.05$ ), mientras que a los 32 días no se encontró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ). A los 11 días la mayor digestibilidad de la proteína cruda se presentó con la adición al testigo de Proact alcanzando porcentajes de digestibilidad de 82.27, mientras que la menor digestibilidad correspondió al tratamiento testigo con un porcentaje de 74.92. En tanto que Zenella et al., (1997) encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en una dieta maíz-soya usando un complejo enzimático (xilanasas, amilasa y proteasa) durante el ciclo de producción (Figura 4.7).



**Figura 4.7.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la proteína cruda (%) en pollos de engorde.

### 4.3.3. Fibra cruda (%)

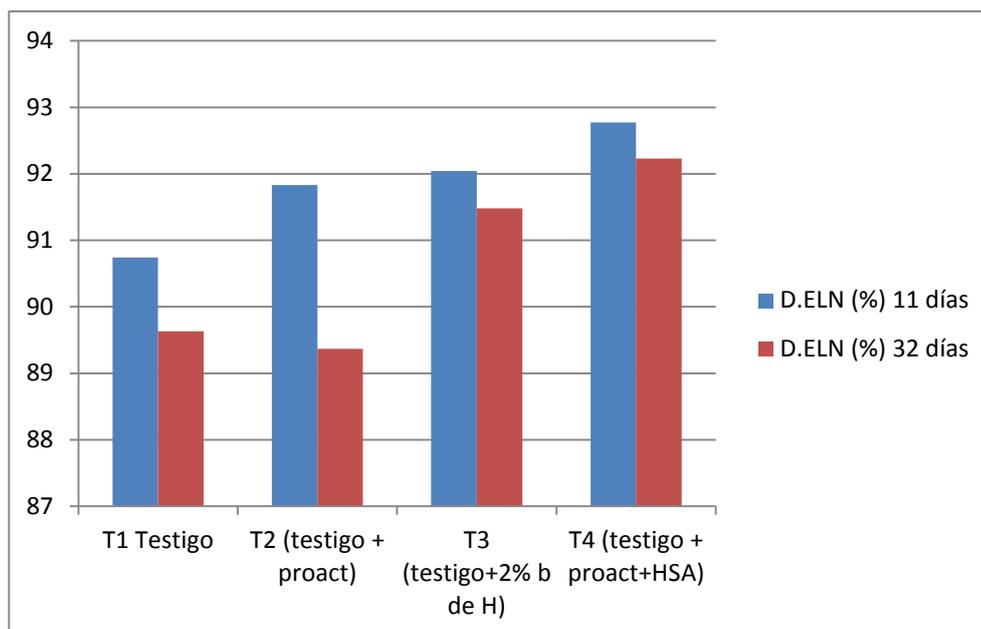
Solo se obtuvieron diferencias significativas a los 11 días de edad ( $P < 0.05$ ), mientras que a los 32 días no se diferenciaron estadísticamente con una  $P > 0.05$ . Los porcentajes de la fibra cruda fueron mayores a los 11 días que a los 32 llegando inclusive a duplicarlos como en el tratamiento T4 (testigo + proact+HSA). A los 11 días el menor porcentaje de la digestibilidad de la fibra cruda se presentó con el testigo con 44.17%, y con el tratamiento T4 (testigo + proact+HSA) se logró el mayor porcentaje de digestibilidad de la fibra cruda con 55.95%, (Figura 4.8).



**Figura 4.8.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la fibra cruda (%) en pollos de engorde.

### 4.3.4. Extracto libre de nitrógeno (ELN) (%)

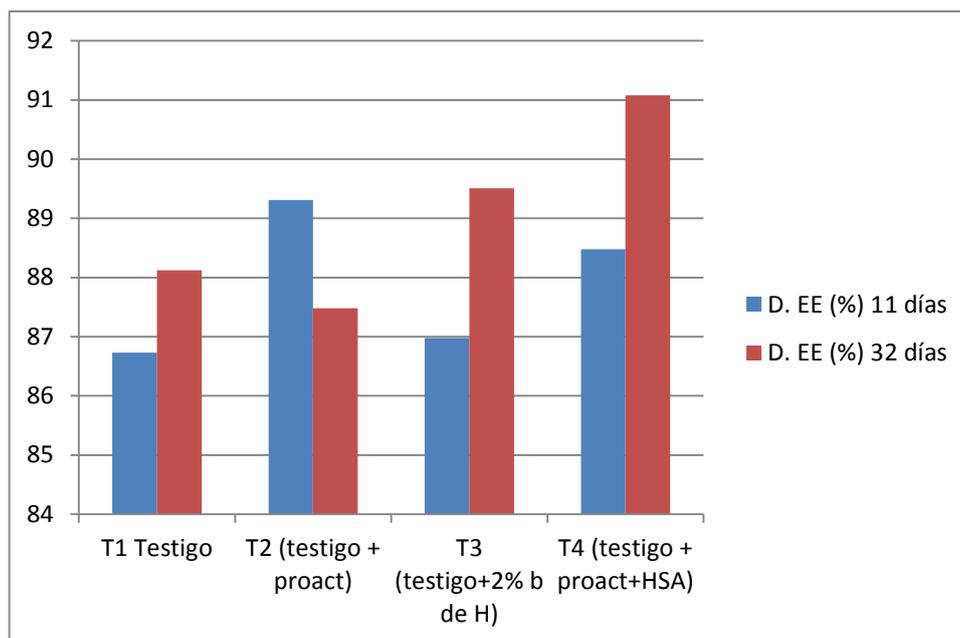
Los tratamientos tanto a los 11 como a los 32 días se diferenciaron en el extracto libre de nitrógeno con una  $P < 0.05$ , en estas dos evaluaciones el tratamiento T4 (testigo + proact+HSA) manifestó los porcentajes más altos con de 92.77 y 92.23%, respectivamente, mientras que en términos generales los menores promedios recayó sobre el testigo, con 90.74 y 89.63% (Figura 4.9).



**Figura 4.9.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad del ELN (%) en pollos de engorde.

#### 4.3.5 Extracto etéreo (%)

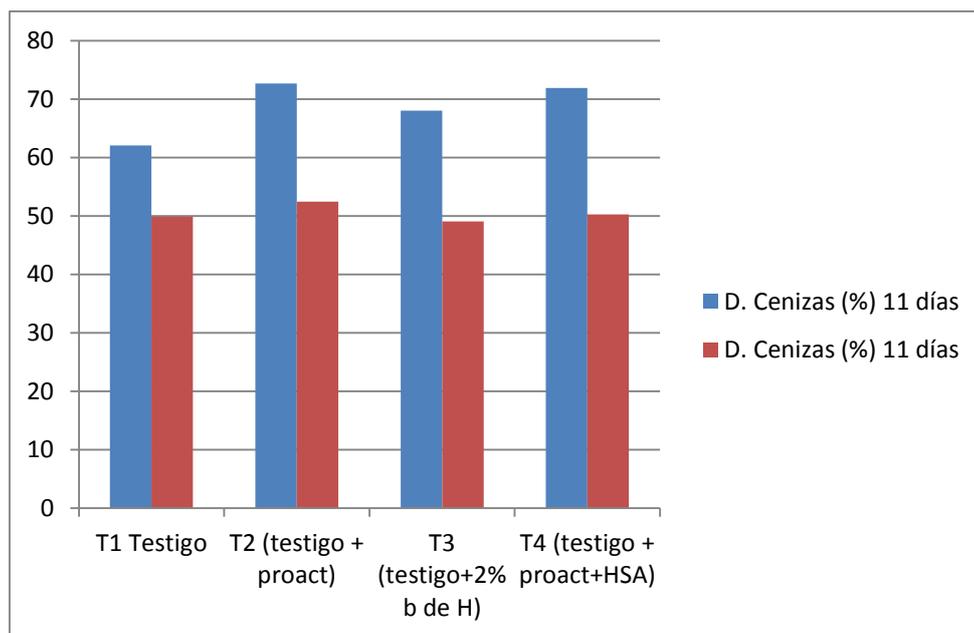
En la evaluación a los 11 días, no se encontró diferencias estadísticas con  $P > 0.05$ , mientras que a los 32 días su hubo diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) el tratamiento T4 (testigo + proact+HSA) presenta el mayor porcentaje de 91.08% seguido del T3 (Figura 4.10).



**Figura 4.10.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad del EE (%) en pollos de engorde.

#### 4.3.6 Cenizas (%)

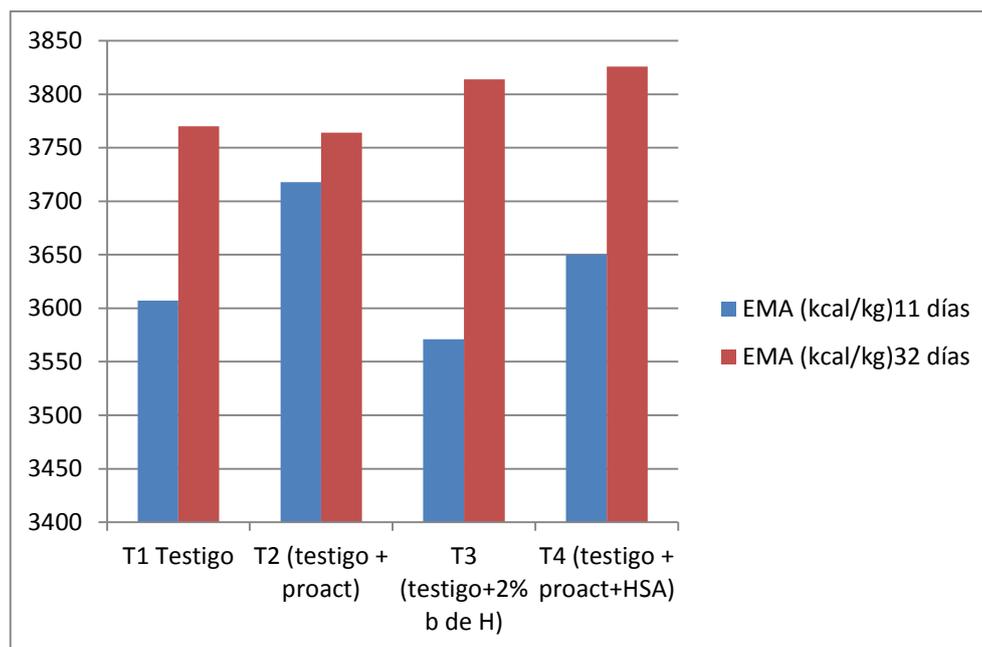
Los tratamientos solo se diferenciaron estadísticamente en el porcentaje de digestibilidad de las cenizas en la evaluación establecida a los 11 días, con una  $P < 0.05$ , en donde se destacaron el tratamiento T2 y T4 que superaron el 71% (Figura 4.11).



**Figura 4.11.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de las cenizas (%) en pollos de engorde.

#### 4.3.7. Energía metabolizable aparente (EMA, kcal kg<sup>-1</sup>)

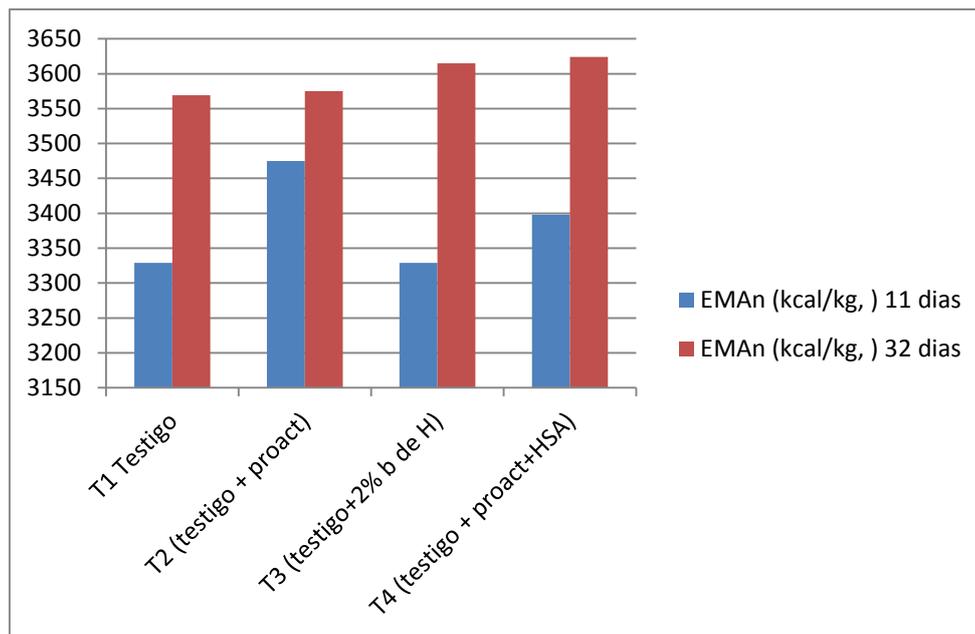
Los tratamientos se diferenciaron ( $P < 0.05$ ), en la energía metabolizable aparente en la evaluación a los 11 días, mientras que a los 32 los tratamientos hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). La mayor energía metabolizable aparente (kcal kg<sup>-1</sup>) se presentó a los 11 días con el tratamiento T2, mientras que el menor correspondió al T3. Como se puede apreciar la energía metabolizable aparente siempre fue mayor cuando se adiciono PROACT en relación al testigo en las dos evaluaciones (Figura 4.12). Esto concuerda con Bertechini, (2008), quien manifiesta que RONOZYME PROACT®, es una proteasa única y pura que mejora la utilización de la proteína de diferentes orígenes y del valor nutricional de la ración complementando la acción de las enzimas digestivas. Se estima que mejora el desempeño y un menor costo de producción, también posiblemente mejora la digestibilidad proteína y aminoácidos en un promedio del 4%.



**Figura 4.12.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la Energía metabolizable aparente ( $\text{kcal kg}^{-1}$ ) en pollos de engorde.

#### 4.3.8. Energía metabolizable aparente ajustada al balance de N (EMAn, $\text{kcal kg}^{-1}$ )

Los tratamientos solo se diferenciaron en la Energía metabolizable aparente ajustada al contenido de N ( $\text{kcal kg}^{-1}$ , dm) ( $P < 0.05$ ) en la evaluación a los 11 días, en donde se destaca el tratamiento T2 con la mayor EMAn, mientras que a los 32 los tratamientos no se diferenciaron ( $P > 0.05$ ). (Figura 4.13). De igual manera que en la energía metabolizable aparente, en la EMAn, se puede apreciar que siempre fue mayor cuando se adiciono PROACT al testigo en relación al testigo en las dos evaluaciones, siendo mayor la diferencia a los 11 días, de igual manera al adicionar PROACT al tratamiento T4, en relación a este mismo tratamiento, estos resultados están corroborados por Oxenboll et al (2011) que manifiestan que cuando se adiciona proteasas con el fin de aumentar la hidrólisis de las proteínas de la dieta, permite así la mejor utilización de nitrógeno, existiendo una posibilidad de disminuir el contenido de proteína de la dieta y a su vez también reducir el contenido de nitrógeno en el estiércol



**Figura 4.13.** Efecto de los tratamientos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves sobre la digestibilidad de la Energía metabolizable aparente ajustada al contenido de nitrógeno ( $\text{kcal kg}^{-1}$ ) en pollos de engorde.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El tratamiento T1 (testigo) en términos generales alcanzó una mejor conversión alimenticia con ganancia de peso similar al tratamiento con PROACT (P), por lo que la presencia de esta proteasa exógena no aumentó el comportamiento productivo en una dieta en base a maíz soya.
- El tratamiento T1 con la inclusión de harina de subproductos de mataderos de aves (T3) disminuyó la ganancia de peso y desmejoró la conversión alimenticia y estos parámetros solo fueron mejorados al incluir la proteasa en estudio (T4)
- La suplementación de la proteasa exógena no afectó los parámetros de calidad de carcasa excepto en la dieta maíz soya (T2) donde disminuyó la deposición de grasa abdominal.
- La suplementación de la proteasa exógena mejoró la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, ELN, cenizas así como los valores de EMA y EMAn en pollos de 11 días con una dieta maíz soya.
- La suplementación de la proteasa exógena mejoró la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, cenizas así como los valores de EMA y EMAn en pollos de 11 días con harina de subproducto de mataderos de aves.
- A los 32 días la proteasa exógena permitió mejorar la digestibilidad de materia seca, ELN y EE en aves consumiendo una dieta con harina de subproducto de mataderos de aves

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar una investigación con el tratamiento T2 (Testigo+ PROACT), en la etapa crecimiento y en la etapa de engorde con el Tratamiento T4 ( Testigo+ PROACT+ harina de subproductos de ave)
- Utilizar en dietas de pollos de engorde proteasas con harina de subproducto de mataderos, por lo que resultó el tratamiento con mayores promedios de porcentaje de digestibilidad de nutrientes y energía.
- Replicar con diferentes líneas genéticas de pollos de engorde y otras especies de animales y así determinar la eficacia de los productos usados.
- Mayor difusión de uso de esta enzima y subproducto a los nutricionistas y avicultores del país, como una alternativa para abaratar los costos de la ración, disminuir la contaminación ambiental y de esta manera ser más competitivo en el mercado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alemán, J., Orellana, R., y Pineda, R. (2013). *Efecto de la adición Ronozyme Proact en el rendimiento de pollos de engorde*. Tesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. pp. 5-8. Recuperado el 10 Octubre de 2014, de: <http://hdl.handle.net/11036/2393>
- Anca, B. (2008). La crisis alimentaria y el nuevo orden agroalimentario financiero energético Mundial.
- Ángel, R. (2010). Potencial de uso enzimas exógenas en la alimentación de aves de corral. Departamento de ciencia animal. Universidad de Maryland. College Park, MD 20742.
- Anzules, M., Triviño, F., Gernat, A., y Murillo, G. (2006). Efecto de la Suplementación de Enzimas (PoultryGrow 250™) en Dietas Basadas en Maíz, Harina de Soya y Harina Aviar para Pollos de engorde. *Revista Ceiba*. Volumen 47(1-2), 69-116. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de: <http://lamjol.info/index.php/CEIBA/article/download/447/297>.
- Aventis. Animal Nutrition. (2000). Rovabio Excel ®Trial's. Departament of Technical.
- Baez, J. (2008). Diseño y documentación de un sistema de gestión de calidad según la norma internacional Iso 9001: 2000 para el proceso de faenamamiento de la Empresa Avícola Vitaloa SA Avitala.
- Barragán, J.I. (2006). *Digestibilidad = mejor peso al mercado. Informe Especial Intestinal health*. Latino América, Edición #3. Recuperado el 30 de Marzo de 2015, de: <http://www.thepoultrysite.com/intestinalhealth/issue7/latinoamrica-edicin-3/73/barragn-digestibilidad-mejor-peso-al-mercado>.

- Bertero, F. (2014). Harina aviar y porcina en la elaboración de productos balanceados. *Rev. Maíz y Soya*. Recuperado el 20 Marzo de 2015, de: <http://maizysoya.com/harinas-aviar-y-porcina-en-la-elaboracion-de-productos-balanceados>.
- Bertechini, J. (2008). Digestibilidad aparente de aminoácidos en dietas de maíz y soja.
- Bressani, C., y Solares, W. (2010). *Efecto del Ronozyme ProAct® solo en combinación con Ronozyme WX® en dietas para pollos de engorde*. Tesis de grado. Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15n p.
- Brufau, J. (2001). Tendencias futuras en la nutrición de pollos.
- Cabrera, A., Lammoglia, M.A., Daniel, I., Rojas, R., Flores, J.A. (2014). A efecto de la harina de ave sobre rendimientos productivos en toretes de engordatropical and Subtropical Agroecosystems, 17 (2). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93931761017>
- Cárdenas, M., y Acosta, A. (2006). Enzimas en la alimentación de las aves. Fitasas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(4), 377-387.
- Caffini, N., López, L., Natalucci, C., y Priolo, N. (1988). *Proteasas de plantas superiores. Características generales, rol fisiológico y aplicaciones*. Universidad Nacional de la Plata. Argentina. *Acta Farm Bonaerense*. 7 (3), pp 195-213.
- Caro, P. (2009). Efecto de la utilización de enzimas exógenas en dietas a base de maíz y soja en cerdos, sobre parámetros productivos en etapa de engorde, Chillan\_ Chile.
- Cervantes, R. M. (2000). *Utilización de enzimas exógenas en dietas para cerdos*. Instituto de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. 3:21 VII Congreso internacional de Nutrición Animal.

- CONAVE (corporación Nacional de Avicultores del Ecuador) 2005, la Industria avícola del Ecuador. Recuperado el 22 de Octubre de 2014.
- Cortes, A., Martínez, A., y Ávila, E. (2011). Bio-disponibilidad de lisina para el pollo en crecimiento de cuatro harinas de subproductos avícolas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, (3), 259-266. Recuperado el 04 Enero de 2015, de: <http://www.redalyc.org/articulo.oaid=265619698002>
- Cortés, C. A., Águila, S. R., y Ávila, G. E. (2002). La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda Veterinaria México, vol. 33, pp. 1-9 Universidad Nacional Autónoma de México Distrito Federal, México Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4233310>
- Cortés, M. (2012). *Efeitos de uma protease monocomponente em dietas de frangos de corte com niveis crescentes de inibidores de tripsina (doctoral dissertation*, Universidade Federal do Rio grande do Sul, pp. 18-23.
- Díaz, A. F. (2002). Pueden realmente ser útiles las enzimas en las dietas para cerdos. *Los porcicultores y su entorno*. B.M Editores S.A. de C.V. México. (5)29, 137-140.
- Drewa, M. D., Racsa., V. J., Gauthierb, R, y Thiessna, D. L. (2004). Departamento de ciencia animal y Avícola de la Universidad Saskatchewan, 51 Campus, Canadá S7N 5A8.
- DSM Nutritional Products y Novozymes. (2011). Versión 03 Ronozyme Proact (CT). Recuperado el 09 Diciembre de 2014, de: [www.dsmnutritionalproducts.com](http://www.dsmnutritionalproducts.com).
- Elizondo, E. (2010). Evaluación del efecto de dietas formuladas con o sin harinas de origen animal en el rendimiento de pollos de engorde. Instituto Tecnológico Costa Rica. 29 p.
- Farfán, C., y Gordón, G. (2013). Evaluación nutricional de una mezcla de harina de maíz con harina de vísceras y harina de sangre y plumas utilizada en la alimentación de aves. Instituto de Producción Animal. Universidad

Central de Venezuela. *Zootecnia Trop.* vol. 31(2), 110-115. Versión ISSN 0798-7269. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de: [www.Scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798.pdf](http://www.Scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798.pdf).

Fernández, T., Gómez R., Ángeles, M. L., y Ramírez, E. (2011). *DSM Nutrition Products*, El Salto: México, 3 Fesc UNAM. XXI Latin American Poultry Congress 2011.

Gallegos, V., Urgé, M., Díaz, P., y González, E. (1992). Los subproductos de mataderos de aves en la alimentación animal. *Agricultura: Revista agropecuaria*, (716), 234-237. Recuperado el 10 de marzo de 2015, de: [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v06n1-2\\_001.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v06n1-2_001.pdf).

Gabay, J. (2009). Globalización y costo de los alimentos, situación actual pronósticos y posibles soluciones. *Revista Científica Terra Nueva*, Universidad central de Venezuela, vol XXV, Num. 37, 13-44.

Gauthier, R. (2005). *Jefo Nutrition Inc., St-Hyacinthe, Quebec, Canadá J2S7B6. P.O. JEFO Avenue. Box 325, 5020.* Version 05-08-18. Recuperado el 05 de Febrero de 2015, de: [rgauthier@jefo.com](mailto:rgauthier@jefo.com).

Gutiérrez, M., Yussa, M., y Vásquez, W. (2010). *Digestibilidad aparente de materia seca y proteína de harina de vísceras de pollo en tilapia niloticas.* Grupo de Investigación. Recuperado el 22 de Enero de 2015, de: Email [marianaegutierrezemail.com](mailto:marianaegutierrezemail.com)

Hernández, C., y Liu, M. (2011). *Suplementación de Ronozyme WX® solo o en combinación con Ronozyme A en la utilización de energía de los pollos de engorde alimentados con dietas a base de maíz y harina de soya.* Tesis Ing. Agr.El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana pp .22.

INHAMI, (Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología) (2009). *Característica* Recuperado el 22 de Octubre de 2014, de: [www.inhami.gob.ec](http://www.inhami.gob.ec).

Jefo, inc. (2005). Proteasas Jefo investigadas. Jefo versión 05:08:18.

Knight, C. D., Vázquez, M., Brinkhaus, F., López, C., Ávila, G. E., Arce, M.J., y Camacho, D. (2009). *Efecto de la suplementación de enzimas en dietas multigranos sobre el desempeño de pollos de engorde*. UNAM, México. Recuperado el 2 de marzo de 2015, de: [http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/ceiepav\\_aneca09.htm](http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepav/ceiepav_aneca09.htm)

León, A. L., y Angulo, I. 1989 *Materias Primas Alternativas para la Producción de Alimentos Concentrados para Animales en Venezuela*. CENIAP - FONAIAP. Maracay

López, I., Díaz, J., y Merino, F. (1996). La bromelina una proteasa de interés comercial. *Sociedad Mexicana de Nutrición y Tecnología de Alimentos. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. Vol 1(2), 17.22.

Lon-Wo, E. (2005). Retos y perspectivas del uso de fuentes proteicas alternativas para la alimentación de las aves. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. La Habana, Cuba. Vol 39, 465-474. Recuperado el 20 de Octubre de 2014, de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017842009>

Mateos, G., y Méndez, J. (1993). Influencia de la nutrición sobre la calidad de la canal del broiler, mundo ganadero. Disponible en: [www.magrama.gob.es/.../pags/.../pdf\\_MG%2FMG\\_1993\\_4\\_93\\_29\\_38](http://www.magrama.gob.es/.../pags/.../pdf_MG%2FMG_1993_4_93_29_38)

Mascarrell, J. y Ryan, M. (1997). Technical aspects of enzyme utilization. dry vs liquid enzymes. Zaragoza. Ciheam-lamz. pp. 161-174.

Mendoza, R., Aguilera, C., y Montemayor, J. (1998). *Utilización de subproductos avícolas en las dietas para organismos acuáticos*. IV Simposium Internacional de Nutrición Acuicola. La Paz, Baja California Sur, pp. 1-46. Recuperado el 10 de noviembre 2014, de: [http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion\\_acuicola/IV/archivos/24mendo.pdf](http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/IV/archivos/24mendo.pdf).

- Nieves, D., Barajas, A., Delgado, G., González, C y y, J. (2008) Digestibilidad de nutrientes en dietas con forrajes tropicales en conejos, comparación entre métodos directo e indirecto. *Bioagro*20(1): pp. 67-72.
- North, M. (1982). Comparative biochemistry of the proteinases of eukaryotic microorganisms. *Microb. Rev.* 45, 308- 340
- Ordóñez, R. (2002). *Evaluación de harina aviar en sustitución de proteína cruda de la harina de soya en dietas de pollo de engorde*. Tesis de grado publicada. Facultad de Ciencias y Producción Agropecuaria, Zamorano Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. pp. 12-13. Recuperado el 10 febrero de 2015, de: Disponible en <http://hdl.handle.net/11036/2393>
- Oxenboll K. M., Pontoppidan, K. & Fru-Nji, F. (2011) Use of a protease in poultry feed offers promising environmental benefits. *International Journal of Poultry Science* 10 (11):842-848. ISSN 1682-8356. Asian Network for Scientific Information. Disponible en: <http://www.novozymes.com/en/sustainability/Published-LCA-studies/Documents/Use%20of%20protease%20in%20poultry%20feed%20offers%20promising%20environmental%20benefits.pdf>
- Rojas, L. (2009). *Utilización de tres niveles 400, 500, 600 g/T de complejos enzimáticos*. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH, Riobamba-Ecuador. pp 47-48. Recuperado el 07 de Diciembre de 2014, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1478/1/17T0883.pdf>
- Rostagno, H.S, Tejedor, L., Albino, L.F., y Silva, J. H. (2000). Enzyme supplementation of corn and soybean meal diets improves nutrients ileal digestibility in broiler chicks. *Proc. Biotech. Alltechis 16 Annual Symp.* pp. 101-107.

- Rostagno, H. (2011). *Tablas brasileñas para aves y cerdos. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. 3ra. Edición.* Departamento de zootecnia. Universidad federal de Vicosa. Vicosa, Brasil. Recuperado el 05 Julio de 2014, de: <http://aviculturarj.com.br/wp-content/uploads/2012/04/01-tablas-brasile%c3%91as-para-aves-y-cerdos-2011.pdf>
- Sáez, A. (2006). Proteasas alcalinas de una cepa nativa de *Bacillus alcalofílico*. Ingeniería y Ciencia. *Universidad EAFIT*. Vol. 2(3), 29-38. Recuperado el 20 de Noviembre de 2014, de: <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Sibbald, I. (1976). A bioassay for true Metabolizable energy [versión electrónica]. *Poultry Science*, 55, pp. 303-308.
- Sindik, M., Revidatti, F., Fernández, R., Revidatti, M., Michel, M., Rigonatto, T. (2012). Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de ciencias veterinarias. Departamento producción Animal. pp. 279-281.
- Slominski, B. A., Meng, X., Jia, W., Guenter, W., y Jones, O. (2002). Department of animal Science, University of Manitoba Winnipeg, Manitoba, Canada R3T 2N2, Canadian Bio-Systems Inc., 4389-112 Ave. SE, Calgary, Alberta. Recuperado el 20 de septiembre de 2014, de: [B\\_slominski@umanitoba.ca](mailto:B_slominski@umanitoba.ca)
- Tobal, C. F. (1999). Evaluación de los alimentos a través de los diferentes metodos de digestibilidad. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anuavet/n1999a16tobal.pdf>.
- Vaca, D. (2007). *Utilización de proteasa para la asimilación de la torta de soya en la cría y engorde de pollos*. Tesis de grado. Escuela de Ingeniería Zootécnica. Escuela Superior Politécnica. Riobamba Ecuador. pp. 61-66. Recuperado el 13 febrero de 2015, de: [www.dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1757/1/17T0785.pdf](http://www.dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1757/1/17T0785.pdf)

- Vargas, G. (2011). *El uso de enzimas en la alimentación de aves*. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Riobamba Ecuador.
- Williams, J.A., Burnham, D. B, y Hottman, S.R. (1989). Cellular regulation of pancreatic secretion. In: Handbook of Physiology, The Gastrointestinal System. S.G. Shultz, J.G. Forte, and B.B. Rauner (eds). Amer. Physiol. Society
- Yauri, M. A. (2013). *Evaluación de tres niveles de harina de vísceras de aves como fuente de proteína en la alimentación de pollos parrilleros*. Facultad Ingeniería Agropecuaria. Universidad Politécnica Salesiana. Sede Cuenca, pp. 41-42. Recuperado el 20 de Enero de 2015, de: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5104>.
- Zamora, N. J. (2006). Determinación de la energía metabolizable verdadera de varias fuentes de carbohidratos utilizadas para la alimentación de aves. Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10\\_1009.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1009.pdf)
- Zanella, I., Sakomura, N., Silvrside, L., Figueiredo, L. N., y Pack, M. (1997). Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *British Poultry. Science*, 78, 561-568.
- Zumbado, M., Solis, J., y Sosa, R. (2011). *Composición nutricional y contenido de energía metabolizable de las harinas de carne, pescado y tortave utilizadas en la alimentación avícola*. Centro de investigaciones en nutrición animal, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica. pp. 77-98.

# **ANEXOS**

**ANEXO A.** Resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 1 y 2 semana.

1ST - 2ND WEEK LIFE				
T	R	FEED CONVERSION (FC/GW) 14 d	FEED CONS. CORR average bird (g)	BW gain CORR average bird (g)
A	1	1.29	418	324
	2	1.31	424	323
	3	1.28	422	331
	4	1.25	424	339
	5	1.31	424	325
	6	1.31	422	322
		<b>1.29</b>	<b>422</b>	<b>327</b>
B	1	1.31	422	323
	2	1.33	422	317
	3	1.36	425	313
	4	1.38	424	307
	5	1.35	424	315
	6	1.33	425	319
		<b>1.34</b>	<b>424</b>	<b>316</b>
C	1	1.32	417	316
	2	1.37	420	307
	3	1.32	423	321
	4	1.31	422	322
	5	1.34	423	316
	6	1.32	421	319
		<b>1.33</b>	<b>421</b>	<b>317</b>
D	1	1.32	421	318
	2	1.33	425	320
	3	1.30	423	325
	4	1.31	421	321
	5	1.32	425	322
	6	1.31	425	325
		<b>1.32</b>	<b>423</b>	<b>322</b>

**Anexo B.** Resultados Obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 3 y 4 semana.

3RD - 4TH WEEK LIFE				
		FEED CONVERSION (FC/GW) 28 d	FEED CONS. CORR average bird (g)	BW gain CORR average bird (g)
A	1	1.65	1263	766
	2	1.64	1280	780
	3	1.70	1229	724
	4	1.56	1291	826
	5	1.53	1297	849
	6	1.58	1274	806
		<b>1.61</b>	<b>1272</b>	<b>792</b>
B	1	1.60	1271	797
	2	1.58	1235	781
	3	1.55	1240	799
	4	1.66	1309	789
	5	1.54	1261	819
	6	1.63	1267	776
		<b>1.59</b>	<b>1264</b>	<b>793</b>
C	1	1.57	1240	790
	2	1.67	1190	712
	3	1.59	1221	770
	4	1.55	1272	820
	5	1.64	1252	764
	6	1.57	1276	813
		<b>1.60</b>	<b>1242</b>	<b>778</b>
D	1	1.58	1212	769
	2	1.56	1230	788
	3	1.57	1210	770
	4	1.59	1267	796
	5	1.55	1256	811
	6	1.52	1227	805
		<b>1.56</b>	<b>1234</b>	<b>790</b>

**Anexo C.** Resultados Obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves 5 y 6 semana.

5TH - 6TH WEEK LIFE				
		FEED CONVERSION (FC/GW) 43d	FEED CONS. CORR average bird (g)	BW gain CORR average bird (g)
A	1	1.95	2201	1128
	2	1.87	2259	1208
	3	1.79	2273	1270
	4	1.85	2289	1237
	5	1.96	2417	1231
	6	1.80	2274	1263
		<b>1.87</b>	<b>2285</b>	<b>1223</b>
B	1	1.88	2214	1177
	2	1.95	2288	1171
	3	1.88	2281	1213
	4	1.83	2287	1250
	5	1.90	2264	1194
	6	1.88	2332	1239
		<b>1.89</b>	<b>2277</b>	<b>1207</b>
C	1	2.01	2323	1155
	2	1.96	2270	1157
	3	1.87	2246	1201
	4	1.82	2333	1283
	5	1.96	2270	1159
	6	1.95	2301	1181
		<b>1.93</b>	<b>2290</b>	<b>1189</b>
D	1	1.85	2281	1234
	2	1.87	2288	1227
	3	1.81	2279	1261
	4	1.94	2251	1163
	5	1.97	2343	1189
	6	1.94	2237	1155
		<b>1.89</b>	<b>2280</b>	<b>1205</b>

**Anexo D.** Resumen de los resultados obtenidos de desempeño Zootécnico en pollos de engorde en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves, de 1 y 6 semanas.

1ST - 6TH WEEK LIFE				
		FEED CONVERSION (FC/GW) 7 d	FEED CONS. CORR average bird (g)	BW gain CORR average bird (g)
A	1	1.75	3882	2218
	2	1.72	3962	2310
	3	1.69	3924	2325
	4	1.67	4004	2402
	5	1.72	4138	2405
	6	1.66	3969	2391
		<b>1.70</b>	<b>3980</b>	<b>2342</b>
B	1	1.70	3907	2297
	2	1.74	3945	2270
	3	1.70	3945	2325
	4	1.71	4020	2345
	5	1.70	3949	2328
	6	1.72	4023	2334
		<b>1.71</b>	<b>3965</b>	<b>2316</b>
C	1	1.76	3980	2261
	2	1.78	3880	2176
	3	1.70	3890	2291
	4	1.66	4027	2425
	5	1.76	3945	2239
	6	1.73	3998	2313
		<b>1.73</b>	<b>3953</b>	<b>2284</b>
D	1	1.69	3915	2320
	2	1.69	3944	2335
	3	1.66	3912	2356
	4	1.73	3939	2280
	5	1.73	4024	2322
	6	1.70	3889	2286
		<b>1.70</b>	<b>3937</b>	<b>2317</b>

**Anexo E.** Resultados de calidad de carcasa a los 43 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.

		<b>CARCASA</b> (sin vísceras, cabeza. patas)	<b>PECHUGA</b> (sin piel. sin huesos, solo quilla)		<b>GRASA ABDOMINAL</b> (alrededor molleja, intestinos y musculo abdominal)		<b>HIGADO</b> (sin vesicula biliar)		
		g	g	% / carcasa	g	%/carcasa	g	%/carcasa	
<b>A</b>	<b>10 MACHOS</b>	1	2017	664	32.92	55	2.73	48	2.38
		2	1982	691	34.86	46	2.32	39	1.97
		3	1931	644	33.35	76	3.94	46	2.38
		4	1446	524	36.24	69	4.77	37	2.56
		5	2029	642	31.64	68	3.35	50	2.46
		6	1841	676	36.72	40	2.17	45	2.44
		7	1961	580	29.58	43	2.19	48	2.45
		8	1938	675	34.83	60	3.10	43	2.22
		9	1875	659	35.15	48	2.56	49	2.61
		10	1938	607	31.32	53	2.73	57	2.94
	<b>10 HEMBRAS</b>	1	1715	630	36.73	52	3.03	38	2.22
		2	1588	571	35.96	72	4.53	41	2.58
		3	1702	637	37.43	42	2.47	46	2.70
		4	1749	638	36.48	55	3.14	40	2.29
		5	1690	583	34.50	72	4.26	38	2.25
		6	1421	475	33.43	52	3.66	32	2.25
		7	1420	514	36.20	59	4.15	30	2.11
		8	1542	558	36.19	33	2.14	40	2.59
		9	1741	581	33.37	53	3.04	40	2.30
		10	1623	554	34.13	72	4.44	44	2.71
<b>B</b>	<b>10 MACHOS</b>	1	2124	608	28.6	65.0	3.06	51	2.40
		2	1898	608	32.0	44.0	2.32	46	2.42
		3	2105	730	34.7	54.0	2.57	43	2.04
		4	1917	498	26.0	46.0	2.40	43	2.24
		5	1909	637	33.4	47.0	2.46	48	2.51
		6	1866	594	31.8	53.0	2.84	47	2.52
		7	1869	620	33.2	46.0	2.46	39	2.09
		8	1995	669	33.5	63.0	3.16	50	2.51
		9	1809	651	36.0	37.0	2.05	42	2.32
		10	1783	610	34.2	37.0	2.08	50	2.80
	<b>10 HEMBRAS</b>	1	1774	623	35.1	70.0	3.95	33	1.86
		2	1511	500	33.1	33.0	2.18	34	2.25
		3	1596	574	36.0	42.0	2.63	49	3.07
		4	1734	606	34.9	42.0	2.42	40	2.31
		5	1447	458	31.7	47.0	3.25	36	2.49
		6	1499	517	34.5	49.0	3.27	34	2.27
		7	1812	570	31.5	81.0	4.47	43	2.37

		8	1788	580	32.4	45.0	2.52	38	2.13
		9	1501	523	34.8	40.0	2.66	34	2.27
		10	1461	495	33.9	38.0	2.60	31	2.12
C	10 MACHOS	1	1840	621	33.8	45	2.45	42	2.28
		2	1829	591	32.3	59	3.23	46	2.52
		3	1776	535	30.1	72	4.05	42	2.36
		4	1901	639	33.6	49	2.58	40	2.10
		5	1881	639	34.0	55	2.92	41	2.18
		6	1871	632	33.8	69	3.69	42	2.24
		7	1780	574	32.2	47	2.64	36	2.02
		8	1963	622	31.7	70	3.57	48	2.45
		9	2024	588	29.1	74	3.66	55	2.72
		10	2065	705	34.1	56	2.71	48	2.32
	10 HEMBRAS	1	1667	632	37.9	53	3.18	42	2.52
		2	1779	598	33.6	60	3.37	37	2.08
		3	1751	588	33.6	46	2.63	44	2.51
		4	1649	588	35.7	41	2.49	32	1.94
		5	1421	459	32.3	53	3.73	36	2.53
		6	2060	607	29.5	47	2.28	48	2.33
		7	1588	529	33.3	47	2.96	41	2.58
		8	1616	538	33.3	58	3.59	39	2.41
		9	1452	476	32.8	63	4.34	42	2.89
		10	1607	581	36.2	57	3.55	51	3.17
D	10 MACHOS	1	2120	663	31.27	50	2.36	46	2.17
		2	1847	664	35.95	57	3.09	47	2.54
		3	1769	555	31.37	72	4.07	43	2.43
		4	2024	752	37.15	40	1.98	53	2.62
		5	2055	718	34.94	73	3.55	42	2.04
		6	1748	600	34.32	48	2.75	41	2.35
		7	1823	655	35.93	47	2.58	43	2.36
		8	1896	652	34.39	42	2.22	51	2.69
		9	1947	639	32.82	58	2.98	42	2.16
		10	1616	538	33.29	53	3.28	39	2.41
	HEMBRAS	1	1670	568	34.01	54	3.23	44	2.63
		2	1511	481	31.83	54	3.57	42	2.78
		3	1664	557	33.47	55	3.31	45	2.70
		4	1483	424	28.59	72	4.86	30	2.02
		5	1486	510	34.32	50	3.36	43	2.89
		6	1622	525	32.37	81	4.99	47	2.90
		7	1804	625	34.65	65	3.60	45	2.49
		8	1542	521	33.79	51	3.31	39	2.53
		9	1760	649	36.88	69	3.92	41	2.33
		10	1490	527	35.37	43	2.89	36	2.42

**Anexo F.** Resultados obtenidos en porcentaje digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable a los 11 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.

<b>% Digestibilidad nutrientes - 11 días</b>							
		MS	cenizas	EE	pt	fibra	ELN
<b>A</b>	1	79.82	54.62	85.25	71.49	38.88	88.70
	2	84.93	68.18	85.99	78.45	52.64	91.97
	3	83.78	65.22	88.33	76.63	49.95	90.95
	4	85.17	68.24	87.60	78.52	50.27	92.34
	5	83.27	62.32	86.51	76.77	48.11	90.75
	6	81.17	58.43	85.32	72.81	34.12	90.47
	7	80.42	57.46	88.13	69.79	35.21	89.98
		<b>82.65</b>	<b>62.07</b>	<b>86.73</b>	<b>74.92</b>	<b>44.17</b>	<b>90.74</b>
<b>B</b>	1	87.29	74.42	90.75	83.29	55.80	92.52
	2	84.19	68.60	84.05	80.99	43.78	90.68
	3	85.43	71.57	89.17	80.93	53.60	90.96
	4	86.51	72.13	90.65	82.20	54.66	91.97
	5	85.33	71.59	88.50	81.07	51.36	91.01
	6	87.91	75.71	90.62	84.36	59.57	92.73
	7	87.58	74.73	91.44	83.01	56.45	92.94
		<b>86.32</b>	<b>72.68</b>	<b>89.31</b>	<b>82.27</b>	<b>53.60</b>	<b>91.83</b>
<b>C</b>	1	82.50	65.29	85.94	74.72	35.13	91.57
	2	86.26	72.22	89.15	79.01	59.79	93.12
	3	83.45	66.70	85.61	76.03	31.84	92.75
	4	83.57	66.14	85.73	77.37	46.61	91.39
	5	85.57	71.93	89.39	77.60	53.59	92.97
	6	83.93	67.82	89.12	76.12	51.34	91.50
	7	81.82	66.19	83.91	72.27	43.59	91.00
		<b>83.87</b>	<b>68.04</b>	<b>86.98</b>	<b>76.16</b>	<b>45.98</b>	<b>92.04</b>
<b>D</b>	1	86.81	74.04	89.05	80.56	59.37	93.23
	2	90.39	80.68	92.64	85.79	71.12	95.01
	3	86.41	73.81	88.69	80.72	54.49	92.93
	4	82.69	65.42	85.61	72.96	42.61	92.10
	5	85.45	69.90	88.54	78.48	54.92	92.68
	6	83.99	68.86	87.66	76.80	53.63	91.24
	7	85.15	70.80	87.17	78.53	55.48	92.19
		<b>85.84</b>	<b>71.93</b>	<b>88.48</b>	<b>79.12</b>	<b>55.95</b>	<b>92.77</b>

**Anexo G.** Resultados obtenidos en porcentaje digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable a los 32 días en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.

<b>% Digestibilidad nutrientes - 32 días</b>							
		ms	cenizas	EE	pt	fibra	ELN
<b>A</b>	1	81.17	53.07	86.97	74.87	31.55	89.39
	2	80.20	49.31	88.71	71.91	23.75	89.57
	3	80.83	52.62	87.81	75.22	22.06	89.34
	4	80.52	49.88	87.50	73.82	25.39	89.41
	5	79.18	47.89	87.17	71.17	18.83	88.85
	6	80.68	49.61	88.63	72.99	27.12	89.74
	7	80.94	47.11	90.07	70.55	27.36	91.10
		<b>80.51</b>	<b>49.93</b>	<b>88.12</b>	<b>72.93</b>	<b>25.15</b>	<b>89.63</b>
<b>B</b>	1	81.40	57.07	88.17	76.19	27.13	89.03
	2	79.51	52.73	85.01	72.42	21.27	88.50
	3	82.07	55.89	88.09	77.62	25.49	89.91
	4	81.24	52.19	86.18	75.68	26.64	89.77
	5	79.10	47.96	87.67	72.55	23.69	87.82
	6	81.32	52.67	88.71	74.46	23.73	90.17
	7	80.20	49.00	88.56	70.76	18.18	90.44
		<b>80.69</b>	<b>52.50</b>	<b>87.48</b>	<b>74.24</b>	<b>23.73</b>	<b>89.37</b>
<b>C</b>	1	82.53	52.96	87.65	73.27	21.26	91.91
	2	82.34	51.62	91.21	74.26	18.62	91.11
	3	82.35	48.96	90.32	70.57	24.11	92.41
	4	80.37	44.11	88.62	70.71	21.53	90.00
	5	81.92	50.39	88.74	70.90	32.96	91.09
	6	81.99	46.42	89.51	70.07	28.52	92.07
	7	83.57	49.20	90.54	77.75	25.85	91.79
		<b>82.15</b>	<b>49.09</b>	<b>89.51</b>	<b>72.50</b>	<b>24.69</b>	<b>91.48</b>
<b>D</b>	1	81.95	51.74	88.42	72.83	17.94	91.34
	2	81.90	46.27	91.31	71.80	8.90	92.38
	3	87.51	63.28	92.97	80.67	39.94	94.62
	4	81.59	45.45	92.14	71.91	16.20	91.34
	5	81.33	45.24	89.56	69.46	23.94	91.60
	6	83.01	52.03	91.21	73.34	21.50	92.29
	7	82.67	48.11	91.97	74.25	17.11	92.01
		<b>82.85</b>	<b>50.30</b>	<b>91.08</b>	<b>73.47</b>	<b>20.79</b>	<b>92.23</b>

**Anexo H. Resultados obtenidos de Energía Metabolizable a los 11 días en pollos broiler.**

EM. 11 días			
		cal/kg, bs	cal/kg,tco
A	1	3485	3032
	2	3695	3215
	3	3629	3158
	4	3675	3197
	5	3635	3162
	6	3572	3107
	7	3561	3098
		<b>3607</b>	<b>3138</b>
B	1	3752	3264
	2	3639	3166
	3	3671	3194
	4	3738	3252
	5	3670	3193
	6	3779	3287
	7	3778	3287
		<b>3718</b>	<b>3235</b>
C	1	3499	3044
	2	3649	3174
	3	3558	3095
	4	3556	3094
	5	3643	3170
	6	3582	3116
	7	3513	3056
		<b>3571</b>	<b>3107</b>
D	1	3660	3184
	2	3810	3315
	3	3650	3175
	4	3549	3087
	5	3620	3150
	6	3619	3148
	7	3640	3167
		<b>3650</b>	<b>3175</b>

**Anexo I. Resultados Obtenidos de Energía Metabolizable a los 32 días en pollos broiler.**

<b>EM. 32 días</b>			
		cal/kg, bs	cal/kg, tco
A	1	3775	3284
	2	3689	3209
	3	3778	3287
	4	3673	3195
	5	3888	3383
	6	3805	3310
	7	3782	3291
		<b>3770</b>	<b>3280</b>
B	1	3796	3302
	2	3709	3226
	3	3818	3321
	4	3807	3312
	5	3770	3280
	6	3758	3270
	7	3796	3302
		<b>3779</b>	<b>3288</b>
C	1	3845	3345
	2	3841	3341
	3	3783	3291
	4	3609	3140
	5	3872	3368
	6	3874	3370
	7	3877	3373
		<b>3814</b>	<b>3318</b>
D	1	3774	3283
	2	3812	3317
	3	3985	3467
	4	3768	3278
	5	3873	3369
	6	3745	3258
	7	<b>3824</b>	3327
		<b>3826</b>	<b>3328</b>

**Anexo J. Resultados de EMAn a los 11 y 32 días en pollos broiler.**

		11 DIAS	32 DIAS
		EMAn (dm)	EMAn (dm)
A	1	3274	3569
	2	3464	3491
	3	3403	3571
	4	3443	3470
	5	3408	3692
	6	3357	3604
	7	3355	3588
	<b>PROM</b>	<b>3386</b>	<b>3569</b>
B	1	3506	3586
	2	3400	3509
	3	3432	3604
	4	3496	3599
	5	3431	3571
	6	3530	3554
	7	3533	3601
	<b>PROM</b>	<b>3475</b>	<b>3575</b>
C	1	3261	3644
	2	3397	3637
	3	3315	3589
	4	3309	3415
	5	3396	3677
	6	3339	3681
	7	3283	3663
	<b>PROM</b>	<b>3328</b>	<b>3615</b>
D	1	3403	3573
	2	3537	3615
	3	3393	3763
	4	3316	3570
	5	3370	3682
	6	3374	3543
	7	3390	3620
	<b>PROM</b>	<b>3397</b>	<b>3624</b>

**Anexo K.** Análisis estadístico del desempeño zootécnico en pollos en base de una proteasa exógena y de harina de subproductos de matadero de aves.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>
1.00	(FC/GW) 14 d	1.29	0.02
1.00	average bird (g) 14	422.33	2.34
1.00	average bird (g) 141	327.33	6.53
1.00	(FC/GW) 28 d	1.61	0.06
1.00	average bird (g) 28	1272.33	24.43
1.00	average bird (g) 281	791.83	44.82
1.00	(FC/GW) 43d	1.87	0.07
1.00	average bird (g) 43	2285.50	71.32
1.00	average bird (g) 431	1222.83	51.61
1.00	(FC/GW) 1-6	1.70	0.03
1.00	average bird (g) 1-6	3979.83	88.01
1.00	average bird (g) 1-61	2341.83	73.02
2.00	(FC/GW) 14 d	1.34	0.03
2.00	average bird (g) 14	423.67	1.37
2.00	average bird (g) 141	315.67	5.47
2.00	(FC/GW) 28 d	1.59	0.05
2.00	average bird (g) 28	1263.83	26.49
2.00	average bird (g) 281	793.50	15.33
2.00	(FC/GW) 43d	1.89	0.04
2.00	average bird (g) 43	2277.67	38.46
2.00	average bird (g) 431	1207.33	32.48
2.00	(FC/GW) 1-6	1.71	0.02
2.00	average bird (g) 1-6	3964.83	46.49
2.00	average bird (g) 1-61	2316.50	27.80
3.00	(FC/GW) 14 d	1.33	0.02
3.00	average bird (g) 14	421.00	2.28
3.00	average bird (g) 141	316.83	5.42
3.00	(FC/GW) 28 d	1.60	0.05
3.00	average bird (g) 28	1241.83	32.57
3.00	average bird (g) 281	778.17	39.37
3.00	(FC/GW) 43d	1.93	0.07
3.00	average bird (g) 43	2290.50	34.04
3.00	average bird (g) 431	1189.33	49.24
3.00	(FC/GW) 1-6	1.73	0.04
3.00	average bird (g) 1-6	3953.33	59.31
3.00	average bird (g) 1-61	2284.17	83.65
4.00	(FC/GW) 14 d	1.32	0.01
4.00	average bird (g) 14	423.33	1.97
4.00	average bird (g) 141	321.83	2.79
4.00	(FC/GW) 28 d	1.56	0.02
4.00	average bird (g) 28	1233.67	23.23
4.00	average bird (g) 281	789.83	17.59
4.00	(FC/GW) 43d	1.90	0.06
4.00	average bird (g) 43	2279.83	36.67
4.00	average bird (g) 431	1204.83	42.38
4.00	(FC/GW) 1-6	1.70	0.03
4.00	average bird (g) 1-6	3937.17	46.98
4.00	average bird (g) 1-61	2316.50	29.01

## Anexo L. Análisis Estadístico del desempeño zootécnico de pollos broiler.

### Conversión alimenticia

#### 1. Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
(FC/GW) 14 d	24	0.61	0.40	1.63

#### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	8	1.4E-03	2.95	0.0338
REPETICIONES	2.1E-03	5	4.1E-04	0.89	0.5125
TRATAMIENTOS	0.01	3	2.9E-03	6.39	0.0053
Error	0.01	15	4.6E-04		
Total	0.02	23			

#### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0005 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
2.00	1.34	6	0.01	A		
3.00	1.33	6	0.01	A	B	
4.00	1.32	6	0.01		B	C
1.00	1.29	6	0.01			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
(FC/GW) 28 d	24	0.27	0.00	3.19

#### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	8	1.8E-03	0.68	0.6993
REPETICIONES	0.01	5	1.3E-03	0.50	0.7722
TRATAMIENTOS	0.01	3	2.6E-03	0.99	0.4226
Error	0.04	15	2.6E-03		
Total	0.05	23			

#### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0026 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
1.00	1.61	6	0.02	A
3.00	1.60	6	0.02	A
2.00	1.59	6	0.02	A
4.00	1.56	6	0.02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
(FC/GW) 43d 24	24	0.50	0.23	2.86

#### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.04	8	0.01	1.88	0.1388
REPETICIONES	0.03	5	0.01	2.27	0.1001
TRATAMIENTOS	0.01	3	3.6E-03	1.23	0.3338
Error	0.04	15	2.9E-03		
Total	0.09	23			

**3. Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 0.0029 gl: 15*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
3.00	1.93	6	0.02	A
4.00	1.90	6	0.02	A
2.00	1.89	6	0.02	A
1.00	1.87	6	0.02	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
(FC/GW) 1-6 24	0.46	0.18	1.74	

**2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.01	8	1.4E-03	1.61	0.2026
REPETICIONES	0.01	5	1.5E-03	1.72	0.1915
TRATAMIENTOS	3.8E-03	3	1.3E-03	1.44	0.2713
Error	0.01	15	8.8E-04		
Total	0.02	23			

**3. Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 0.0009 gl: 15*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
3.00	1.73	6	0.01	A
2.00	1.71	6	0.01	A
1.00	1.70	6	0.01	A
4.00	1.70	6	0.01	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

## Consumo de alimento

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)14	24	0.70	0.54	0.35

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	75.67	8	9.46	4.41	0.0065
REPETICIONES	49.83	5	9.97	4.65	0.0092
TRATAMIENTOS	25.83	3	8.61	4.02	0.0278
Error	32.17	15	2.14		
Total	107.83	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2.1444 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
2.00	423.67	6	0.60	A	
4.00	423.33	6	0.60	A	
1.00	422.33	6	0.60	A	B
3.00	421.00	6	0.60		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)28	24	0.77	0.65	1.41

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15741.83	8	1967.73	6.29	0.0012
REPETICIONES	9804.33	5	1960.87	6.27	0.0025
TRATAMIENTOS	5937.50	3	1979.17	6.33	0.0055
Error	4690.00	15	312.67		
Total	20431.83	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 312.6667 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1.00	1272.33	6	7.22	A	
2.00	1263.83	6	7.22	A	
3.00	1241.83	6	7.22		B
4.00	1233.67	6	7.22		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)43	24	0.25	0.00	2.10

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11468.83	8	1433.60	0.62	0.7461
REPETICIONES	10866.38	5	2173.28	0.95	0.4805
TRATAMIENTOS	602.46	3	200.82	0.09	0.9659
Error	34484.79	15	2298.99		
Total	45953.63	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2298.9861 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
3.00	2290.50	6	19.57	A	
1.00	2285.50	6	19.57	A	
4.00	2279.83	6	19.57	A	
2.00	2277.67	6	19.57	A	

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g) 1-6	24	0.47	0.19	1.37

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39688.83	8	4961.10	1.68	0.1844
REPETICIONES	33828.71	5	6765.74	2.29	0.0982
TRATAMIENTOS	5860.13	3	1953.38	0.66	0.5887
Error	44331.13	15	2955.41		
Total	84019.96	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 2955.4083 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	3979.83	6	22.19 A
2.00	3964.83	6	22.19 A
3.00	3953.33	6	22.19 A
4.00	3937.17	6	22.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Ganancia de peso

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)141	24	0.57	0.34	1.72

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	602.33	8	75.29	2.47	0.0626
REPETICIONES	90.83	5	18.17	0.60	0.7039
TRATAMIENTOS	511.50	3	170.50	5.59	0.0089
Error	457.50	15	30.50		
Total	1059.83	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 30.5000 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1.00	327.33	6	2.25	A	
4.00	321.83	6	2.25	A	B
3.00	316.83	6	2.25		B
2.00	315.67	6	2.25		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)281	24	0.44	0.14	3.59

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9346.67	8	1168.33	1.46	0.2525
REPETICIONES	8479.33	5	1695.87	2.11	0.1201
TRATAMIENTOS	867.33	3	289.11	0.36	0.7825
Error	12036.67	15	802.44		
Total	21383.33	23			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 802.4444 gl: 15

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
2.00	793.50	6	11.56	A	
1.00	791.83	6	11.56	A	
4.00	789.83	6	11.56	A	
3.00	778.17	6	11.56	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
average bird (g)43d	24	0.37	0.03	3.53

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15870.33	8	1983.79	1.09	0.4186
REPETICIONES	12484.83	5	2496.97	1.38	0.2879
TRATAMIENTOS	3385.50	3	1128.50	0.62	0.6116
Error	27211.50	15	1814.10		
Total	43081.83	23			

**3. Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 1814.1000 gl: 15*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	1222.83	6	17.39 A
2.00	1207.33	6	17.39 A
4.00	1204.83	6	17.39 A
3.00	1189.33	6	17.39 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

1.	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
	average bird (g)43d	24	0.37	0.03	3.53

**2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15870.33	8	1983.79	1.09	0.4186
REPETICIONES	12484.83	5	2496.97	1.38	0.2879
TRATAMIENTOS	3385.50	3	1128.50	0.62	0.6116
Error	27211.50	15	1814.10		
Total	43081.83	23			

**3. Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 1814.1000 gl: 15*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	1222.83	6	17.39 A
2.00	1207.33	6	17.39 A
4.00	1204.83	6	17.39 A
3.00	1189.33	6	17.39 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

1.	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
	average bird (g)1-6	24	0.44	0.14	2.37

**2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	34783.83	8	4347.98	1.45	0.2548
REPETICIONES	24734.00	5	4946.80	1.65	0.2075
TRATAMIENTOS	10049.83	3	3349.94	1.12	0.3734
Error	44986.67	15	2999.11		
Total	79770.50	23			

**3. Test: Duncan Alfa=0.05***Error: 2999.1111 gl: 15*

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	2341.83	6	22.36 A
4.00	2316.50	6	22.36 A
2.00	2316.50	6	22.36 A
3.00	2284.17	6	22.36 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0.05)*

**Anexo M. Análisis estadístico de carcasas a una proteasa de subproductos de aves.**

TRATAMIENTOS	Variable	Media	D.E.
1.00	CARCASA (sin vísceras, cab..	1757.45	91.83
1.00	PECHUGA g	605.15	32.53
1.00	PECHUGA %	34.55	1.26
1.00	GRASA ABDOMINAL G.	56.00	7.77
1.00	GRASA ABDOMINAL%	3.24	0.45
1.00	HIGADO g	42.55	3.86
1.00	HIGADO %	2.42	0.17
2.00	CARCASA (sin vísceras, cab..	1769.90	113.96
2.00	PECHUGA g	583.55	37.19
2.00	PECHUGA %	33.07	1.52
2.00	GRASA ABDOMINAL G.	48.95	10.35
2.00	GRASA ABDOMINAL%	2.77	0.46
2.00	HIGADO g	41.55	2.20
2.00	HIGADO %	2.35	0.13
3.00	CARCASA (sin vísceras, cab..	1776.00	86.07
3.00	PECHUGA g	587.10	37.92
3.00	PECHUGA %	33.14	1.60
3.00	GRASA ABDOMINAL G.	56.05	7.46
3.00	GRASA ABDOMINAL%	3.18	0.43
3.00	HIGADO g	42.60	4.32
3.00	HIGADO %	2.41	0.23
4.00	CARCASA (sin vísceras, cab..	1743.85	97.74
4.00	PECHUGA g	591.15	36.77
4.00	PECHUGA %	33.84	0.98
4.00	GRASA ABDOMINAL G.	56.70	6.50
4.00	GRASA ABDOMINAL%	3.29	0.36
4.00	HIGADO g	42.95	2.31
4.00	HIGADO %	2.47	0.14

## Carcasa

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CARCASA (sin visceras. cab..	40	0.22	0.00	5.71

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	77859.53	12	6488.29	0.64	0.7898
REPETICIONES	71775.78	9	7975.09	0.79	0.6305
TRATAMIENTOS	6083.75	3	2027.92	0.20	0.8954
Error	273642.88	27	10134.92		
Total	351502.40	39			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 10134.9213 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
3.00	1776.00	10	31.84 A
2.00	1769.90	10	31.84 A
1.00	1757.45	10	31.84 A
4.00	1743.85	10	31.84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Pechuga

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PECHUGA g	40	0.22	0.00	6.40

### 2.Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11020.13	12	918.34	0.64	0.7900
REPETICIONES	8332.31	9	925.81	0.65	0.7490
TRATAMIENTOS	2687.82	3	895.94	0.62	0.6055
Error	38746.37	27	1435.05		
Total	49766.49	39			

### 3.Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1435.0507 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	605.15	10	11.98 A
4.00	591.15	10	11.98 A
3.00	587.10	10	11.98 A
2.00	583.55	10	11.98 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PECHUGA %	40	0.21	0.00	4.59

### 2.Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16.90	12	1.41	0.59	0.8317
REPETICIONES	2.39	9	0.27	0.11	0.9992
TRATAMIENTOS	14.51	3	4.84	2.02	0.1343
Error	64.53	27	2.39		
Total	81.42	39			

### 3.Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3899 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
1.00	34.55	10	0.49 A
4.00	33.84	10	0.49 A
3.00	33.14	10	0.49 A
2.00	33.07	10	0.49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Grasa abdominal

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRASA ABDOMINAL G.	40	0.21	0.00	16.59

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	590.63	12	49.22	0.60	0.8201
REPETICIONES	187.90	9	20.88	0.26	0.9812
TRATAMIENTOS	402.72	3	134.24	1.65	0.2021
Error	2201.65	27	81.54		
Total	2792.28	39			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 81.5426 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
4.00	56.70	10	2.86	A
3.00	56.05	10	2.86	A
1.00	56.00	10	2.86	A
2.00	48.95	10	2.86	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRASA ABDOMINAL%	40	0.27	0.00	15.10

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.24	12	0.19	0.84	0.6097
REPETICIONES	0.52	9	0.06	0.26	0.9802
TRATAMIENTOS	1.72	3	0.57	2.59	0.0737
Error	5.99	27	0.22		
Total	8.23	39			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2219 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
4.00	3.29	10	0.15	A	
1.00	3.24	10	0.15	A	
3.00	3.18	10	0.15	A	B
2.00	2.77	10	0.15		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Higado

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HIGADO g	40	0.28	0.00	7.74

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	113.75	12	9.48	0.88	0.5769
REPETICIONES	102.88	9	11.43	1.06	0.4218
TRATAMIENTOS	10.87	3	3.62	0.34	0.7995
Error	291.19	27	10.78		
Total	404.94	39			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 10.7850 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
4.00	42.95	10	1.04	A
3.00	42.60	10	1.04	A
1.00	42.55	10	1.04	A
2.00	41.55	10	1.04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
HIGADO %	40	0.43	0.18	6.35

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.48	12	0.04	1.70	0.1216
REPETICIONES	0.40	9	0.04	1.90	0.0947
TRATAMIENTOS	0.08	3	0.03	1.11	0.3635
Error	0.63	27	0.02		
Total	1.11	39			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 0.0235 gl: 27

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
4.00	2.47	10	0.05	A
1.00	2.42	10	0.05	A
3.00	2.41	10	0.05	A
2.00	2.35	10	0.05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

**Anexo N.** Análisis estadístico de digestibilidad de nutrientes y energía metabolizable en base a una proteasa y harina de subproductos de mataderos de aves.

TRATAMIENTOS	Variable	Media	D.E.
1.00	MS11	82.65	2.17
1.00	cenizas11	62.07	5.41
1.00	EE11	86.73	1.29
1.00	pt11	74.92	3.52
1.00	fibra11	44.17	7.82
1.00	ELN11	90.74	1.22
1.00	EMcal/kg, bs11	3607.43	72.87
1.00	EMcal/kg, tco11	3138.43	63.48
1.00	ms32	80.50	0.66
1.00	cenizas32	49.93	2.22
1.00	EE32	88.12	1.09
1.00	pt32	72.93	1.81
1.00	fibra32	25.15	4.11
1.00	ELN32	89.63	0.70
1.00	EMcal/kg, bs32	3770.00	72.29
1.00	EMcal/kg, tco32	3279.86	63.19
2.00	MS11	86.32	1.38
2.00	cenizas11	72.68	2.44
2.00	EE11	89.31	2.53
2.00	pt11	82.26	1.34
2.00	fibra11	53.60	5.02
2.00	ELN11	91.83	0.94
2.00	EMcal/kg, bs11	3718.14	57.20
2.00	EMcal/kg, tco11	3234.71	49.57
2.00	ms32	80.69	1.10
2.00	cenizas32	52.50	3.30
2.00	EE32	87.48	1.38
2.00	pt32	74.24	2.44
2.00	fibra32	23.73	3.16
2.00	ELN32	89.38	0.96
2.00	EMcal/kg, bs32	3779.14	37.20
2.00	EMcal/kg, tco32	3287.57	32.37
3.00	MS11	83.87	1.58
3.00	cenizas11	68.04	2.86
3.00	EE11	86.98	2.20
3.00	pt11	76.16	2.19
3.00	fibra11	45.98	10.01
3.00	ELN11	92.04	0.87
3.00	EMcal/kg, bs11	3571.43	58.21
3.00	EMcal/kg, tco11	3107.00	50.70
3.00	ms32	82.15	0.96
3.00	cenizas32	49.09	3.03
3.00	EE32	89.51	1.26
3.00	pt32	72.50	2.79
3.00	fibra32	24.69	4.89
3.00	ELN32	91.48	0.81
3.00	EMcal/kg, bs32	3814.43	96.27
3.00	EMcal/kg, tco32	3318.29	83.57
4.00	MS11	85.84	2.45

4.00	cenizas11	71.93	4.86
4.00	EE11	88.48	2.17
4.00	pt11	79.12	3.94
4.00	fibra11	55.95	8.45
4.00	ELN11	92.77	1.18
4.00	EMcal/kg, bs11	3649.71	79.44
4.00	EMcal/kg, tco11	3175.14	69.33
4.00	ms32	82.85	2.14
4.00	cenizas32	50.30	6.37
4.00	EE32	91.08	1.58
4.00	pt32	73.47	3.52
4.00	fibra32	20.79	9.67
4.00	ELN32	92.23	1.14
4.00	EMcal/kg, bs32	3825.86	81.97
4.00	EMcal/kg, tco32	3328.43	71.35

TRATAMIENTOS	Variable	n	Media	D.E.
1.00	EMncal/kg, tco11	7	3386.29	63.84
1.00	EMncal/kg, 32	7	3569.29	73.72
2.00	EMncal/kg, tco11	7	3475.43	53.54
2.00	EMncal/kg, 32	7	3574.86	34.22
3.00	EMncal/kg, tco11	7	3328.57	52.52
3.00	EMncal/kg, 32	7	3615.14	93.55
4.00	EMncal/kg, tco11	7	3397.57	67.72
4.00	EMncal/kg, 32	7	3623.71	76.22

## Materia seca

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS11	28	0.53	0.29	2.37

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	80.04	9	8.89	2.21	0.0723
REPETICIONES	18.39	6	3.06	0.76	0.6082
TRATAMIENTOS	61.65	3	20.55	5.12	0.0098
Error	72.29	18	4.02		
Total	152.33	27			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 4.0162 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
2.00	86.32	7	0.76	A		
4.00	85.84	7	0.76	A	B	
3.00	83.87	7	0.76		B	C
1.00	82.65	7	0.76			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ms32	28	0.67	0.51	1.39

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	46.94	9	5.22	4.07	0.0054
REPETICIONES	19.70	6	3.28	2.56	0.0566
TRATAMIENTOS	27.24	3	9.08	7.09	0.0024
Error	23.05	18	1.28		
Total	69.99	27			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 1.2806 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.			
4.00	82.85	7	0.43	A		
3.00	82.15	7	0.43	A		
2.00	80.69	7	0.43		B	
1.00	80.50	7	0.43			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Cenizas

1 Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
cenizas11	28	0.64	0.46	6.14

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	576.20	9	64.02	3.59	0.0100
REPETICIONES	81.38	6	13.56	0.76	0.6093
TRATAMIENTOS	494.82	3	164.94	9.26	0.0006
Error	320.59	18	17.81		
Total	896.79	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 17.8105 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2.00	72.68	7	1.60	A
4.00	71.93	7	1.60	A
3.00	68.04	7	1.60	A
1.00	62.07	7	1.60	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
cenizas32	28	0.57	0.35	6.45

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	247.87	9	27.54	2.60	0.0401
REPETICIONES	203.48	6	33.91	3.21	0.0254
TRATAMIENTOS	44.39	3	14.80	1.40	0.2755
Error	190.37	18	10.58		
Total	438.24	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 10.5759 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2.00	52.50	7	1.23	A
4.00	50.30	7	1.23	A
1.00	49.93	7	1.23	A
3.00	49.09	7	1.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Estracto etéreo

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EE11	28	0.25	0.00	2.73

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	33.86	9	3.76	0.65	0.7393
REPETICIONES	2.10	6	0.35	0.06	0.9989
TRATAMIENTOS	31.76	3	10.59	1.84	0.1767
Error	103.77	18	5.76		
Total	137.62	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.7647 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2.00	89.31	7	0.91 A
4.00	88.48	7	0.91 A
3.00	86.98	7	0.91 A
1.00	86.73	7	0.91 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EE32	28	0.75	0.62	1.31

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	72.15	9	8.02	5.93	0.0007
REPETICIONES	18.54	6	3.09	2.29	0.0812
TRATAMIENTOS	53.60	3	17.87	13.22	0.0001
Error	24.32	18	1.35		
Total	96.47	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.3513 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4.00	91.08	7	0.44 A
3.00	89.51	7	0.44 B
1.00	88.12	7	0.44 C
2.00	87.48	7	0.44 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Proteína

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pt11	28	0.66	0.49	3.67

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	284.72	9	31.64	3.84	0.0073
REPETICIONES	59.05	6	9.84	1.20	0.3528
TRATAMIENTOS	225.67	3	75.22	9.14	0.0007
Error	148.18	18	8.23		
Total	432.90	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 8.2323 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
2.00	82.26	7	1.08	A	
4.00	79.12	7	1.08	A	B
3.00	76.16	7	1.08		B C
1.00	74.92	7	1.08		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pt32	28	0.37	0.06	3.50

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69.69	9	7.74	1.18	0.3638
REPETICIONES	57.94	6	9.66	1.47	0.2433
TRATAMIENTOS	11.75	3	3.92	0.60	0.6253
Error	118.12	18	6.56		
Total	187.81	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 6.5621 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.	
2.00	74.24	7	0.97	A
4.00	73.47	7	0.97	A
1.00	72.93	7	0.97	A
3.00	72.50	7	0.97	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Fibra

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
fibra11	28	0.44	0.16	16.76

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	976.95	9	108.55	1.55	0.2046
REPETICIONES	287.86	6	47.98	0.69	0.6640
TRATAMIENTOS	689.09	3	229.70	3.28	0.0449
Error	1260.18	18	70.01		
Total	2237.12	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 70.0099 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
4.00	55.95	7	3.16	A	
2.00	53.60	7	3.16	A	B
3.00	45.98	7	3.16		B
1.00	44.17	7	3.16		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
fibra32	28	0.33	0.00	25.25

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	307.90	9	34.21	0.96	0.4986
REPETICIONES	227.30	6	37.88	1.07	0.4171
TRATAMIENTOS	80.60	3	26.87	0.76	0.5325
Error	638.51	18	35.47		
Total	946.41	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 35.4726 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
1.00	25.15	7	2.25	A	
3.00	24.69	7	2.25	A	
2.00	23.73	7	2.25	A	
4.00	20.79	7	2.25	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Estracto libre de nitrógeno

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ELN11	28	0.46	0.18	1.23

### 2.Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.17	9	2.13	1.68	0.1669
REPETICIONES	4.33	6	0.72	0.57	0.7498
TRATAMIENTOS	14.84	3	4.95	3.90	0.0262
Error	22.83	18	1.27		
Total	42.00	27			

### 3.Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.2684 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
4.00	92.77	7	0.43	A	
3.00	92.04	7	0.43	A	B
2.00	91.83	7	0.43	A	B
1.00	90.74	7	0.43		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1.Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ELN32	28	0.83	0.75	0.83

### 2.Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	50.99	9	5.67	10.10	<0.0001
REPETICIONES	10.13	6	1.69	3.01	0.0323
TRATAMIENTOS	40.86	3	13.62	24.28	<0.0001
Error	10.10	18	0.56		
Total	61.08	27			

### 3.Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.5610 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
4.00	92.23	7	0.28	A	
3.00	91.48	7	0.28	A	
1.00	89.63	7	0.28		B
2.00	89.38	7	0.28		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Energía Metabolizable aparente

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EMcal/kg. bs11	28	0.55	0.32	1.92

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	105728.75	9	11747.64	2.42	0.0528
REPETICIONES	22292.36	6	3715.39	0.77	0.6066
TRATAMIENTOS	83436.39	3	27812.13	5.73	0.0062
Error	87389.36	18	4854.96		
Total	193118.11	27			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 4854.9643 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2.00	3718.14	7	26.34 A
4.00	3649.71	7	26.34 A B
1.00	3607.43	7	26.34 B
3.00	3571.43	7	26.34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EMcal/kg. bs32	28	0.46	0.18	1.78

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68746.43	9	7638.49	1.67	0.1682
REPETICIONES	53459.43	6	8909.90	1.95	0.1267
TRATAMIENTOS	15287.00	3	5095.67	1.12	0.3683
Error	82124.00	18	4562.44		
Total	150870.43	27			

### 3. Test: Duncan Alfa=0.05

Error: 4562.4444 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4.00	3825.86	7	25.53 A
3.00	3814.43	7	25.53 A
2.00	3779.14	7	25.53 A
1.00	3770.00	7	25.53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

## Energía metabolizable aparente por nitrógeno

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EMncal/kg. tcol1	28	0.58	0.37	1.82

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	93790.11	9	10421.12	2.74	0.0330
REPETICIONES	17149.71	6	2858.29	0.75	0.6172
TRATAMIENTOS	76640.39	3	25546.80	6.71	0.0031
Error	68566.86	18	3809.27		
Total	162356.96	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3809.2698 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
2.00	3475.43	7	23.33 A
4.00	3397.57	7	23.33 B
1.00	3386.29	7	23.33 B
3.00	3328.57	7	23.33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

1. Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
EMncal/kg. 32	28	0.48	0.22	1.79

### 2. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68890.18	9	7654.46	1.86	0.1259
REPETICIONES	52825.50	6	8804.25	2.14	0.0991
TRATAMIENTOS	16064.68	3	5354.89	1.30	0.3051
Error	74169.07	18	4120.50		
Total	143059.25	27			

### 3. Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4120.5040 gl: 18

TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.
4.00	3623.71	7	24.26 A
3.00	3615.14	7	24.26 A
2.00	3574.86	7	24.26 A
1.00	3569.29	7	24.26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ )

Variable	n	Media	D.E.
EMncal/kg, tcol1	28	3396.96	77.54
EMncal/kg, 32	28	3595.75	72.79