

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CARBOHIDRASAS EXÓGENAS  
COMERCIALES EN DIETAS DE INICIO SOBRE LA PERFORMANCE DE  
POLLOS EN INICIO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

**CECILIA ROMANÍ CASTRO**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art.24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CARBOHIDRASAS EXÓGENAS  
COMERCIALES EN DIETAS DE INICIO SOBRE LA PERFORMANCE DE  
POLLOS EN INICIO”**

**Presentado por:**

**CECILIA ROMANÍ CASTRO**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

**Dr. Víctor Guevara Carrasco**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Carlos Vílchez Perales**  
**PATROCINADOR**

---

**Dra. María Elena Villanueva Espinoza**  
**MIEMBRO**

---

**Ing° Marcial Cumpa Gavidia**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres, Ramón y Catalina, por su constante apoyo, comprensión y amor incondicional, todo lo que soy es gracias a ellos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la bendición de tener una familia que siempre me apoya.

A mi patrocinador el Dr. Carlos Vélchez por su apoyo, confianza y asesoramiento para realizar esta tesis.

A la empresa Ilender por su apoyo en el financiamiento para el desarrollo de la presente investigación.

A mis amigos el Dr. Marco Gutiérrez Tang y la Ing. Kerry Mendoza, quienes me apoyaron y orientaron en la parte estadística.

A mis amigos, a quienes agradezco su amistad, apoyo, consejos y enseñanzas.

A todas las personas que de una u otra manera hicieron posible este trabajo.

A mi alma mater la Universidad Nacional Agraria La Molina.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	2.1. Generalidades de las enzimas	3
	2.1.1. Factores que afectan la actividad enzimática	3
	2.1.1.1. Concentración de sustrato y enzima	4
	2.1.1.2. Inhibidores	4
	2.1.1.3. Temperatura y pH	5
	2.2. Fuentes enzimáticas exógenas	5
	2.3. Producción y estabilidad de enzimas exógenas	6
	2.4. Digestión de carbohidratos	7
	2.5. Carbohidrasas	8
	2.6. Carbohidratos presentes en los cereales y leguminosas usados en la alimentación de monogástricos	11
	2.6.1. Azúcares de bajo peso molecular	13
	2.6.2. Almidón	13
	2.6.3. Polisacáridos no amiláceos (PNA)	15
	2.7. Beneficios de la utilización de enzimas exógenas en la alimentación animal	17
	2.8. Estudios realizados con mananases y xilanasas	19
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	22
	3.1. Lugar de ejecución y duración	22
	3.2. Instalaciones, equipos y materiales	22
	3.3. Animales en evaluación y su distribución	23
	3.4. Productos evaluados	23
	3.5. Dietas experimentales	24
	3.6. Mediciones	26
	3.6.1. Peso vivo	26
	3.6.2. Ganancia de peso	26
	3.6.3. Consumo de alimento	27

3.6.4. Conversión alimenticia	27
3.6.5. Mortalidad	27
3.7. Diseño estadístico	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Peso vivo y ganancia de peso	29
4.2. Consumo de alimento	33
4.3. Conversión alimenticia	34
4.4. Mortalidad	36
V. CONCLUSIÓN	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
VIII. ANEXOS	50

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
TABLA 1: Clasificación de las carbohidrasas disponibles en el mercado	11
TABLA 2: Antinutrientes encontrados en los principales ingredientes vegetales utilizados para la formulación de dietas avícolas	12
TABLA 3: Composición general de los carbohidratos	13
TABLA 4: Contenido de $\beta$ -mananos en insumos utilizados en la avicultura	19
TABLA 5: Fórmula y composición nutricional calculada de las dietas experimentales evaluadas	25
TABLA 6: Composición química proximal de las dietas evaluadas	26
TABLA 7: Comportamiento productivo de pollos de engorde alimentados con las dietas experimentales (1-21 días)	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
FIGURA 1: Evolución del sistema enzimático en aves	10



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Página</b>
ANEXO I: Registro de peso vivo inicial, semanal y final por tratamiento	51
ANEXO II: Registro de ganancia de peso acumulado semanal por tratamiento	53
ANEXO III: Registro de consumo de alimento acumulado semanal por tratamiento	55
ANEXO IV: Registro de conversión alimenticia acumulada semanal por tratamiento	57
ANEXO V: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (1-7 días)	59
ANEXO VI: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (7-14 días)	61
ANEXO VII: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (14-21 días)	63
ANEXO VIII: Registro de peso individual semanal por tratamiento y repetición	65
ANEXO IX: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo inicial por tratamiento	74
ANEXO X: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo por tratamiento (1-7 días)	74
ANEXO XI: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo por tratamiento (1-14 días)	75
ANEXO XII: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo final por tratamiento	76
ANEXO XIII: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso por tratamiento (1-7 días)	76
ANEXO XIV: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso por tratamiento (1-14 días)	77
ANEXO XV: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso final por tratamiento	78
ANEXO XVI: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento por tratamiento (1-7 días)	78
ANEXO XVII: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento por tratamiento (1-14 días)	79
ANEXO XVIII: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento acumulado final por tratamiento	80
ANEXO XIX: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimenticia por tratamiento (1-7 días)	80

ANEXO XX: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimenticia por tratamiento (1-14 días)	81
ANEXO XXI: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimentaria acumulada final por tratamiento	82
ANEXO XXII: Ficha técnica de HEMICELL	83
ANEXO XXIII: Ficha técnica de ENERXYME	84
ANEXO XXIV: Ficha técnica de CTCZYME	85

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de enzimas exógenas ( $\beta$ -mananasa, xilanasas y una conjugación de ambas) en una dieta de inicio sobre la performance en pollos de engorde hasta los 21 días; empleando dietas con menor energía; a través del peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimentaria. En total, 288 pollos de la línea Cobb 500 fueron distribuidos al azar en 36 unidades experimentales (UE), en la que cada (UE) contó con ocho pollos. La metodología fue experimental, y los datos fueron sometidos a análisis de varianza bajo un Diseño Completamente al Azar, usando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1999) y para la comparación de medias se utilizó la Prueba de Tukey. Cada seis (06) UE recibieron durante los 21 días, uno de los siguientes tratamientos: T1, Dieta Control; T2, Control Negativo (-100 kcal de energía metabolizable por Kg de alimento); T3, Control Negativo con CTCZYME a razón de 500 g/TM; T4, Control Negativo con ENERXYME a razón de 50 g/TM; T5, Control Negativo con HEMICELL a razón de 50 g/TM y T6, Control Negativo con ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM. Los resultados no indicaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) las dos primeras semanas para los parámetros evaluados, sin embargo, a los 21 días se encontraron diferencias significativas ( $P<0.05$ ) entre T1 y T3 en ganancia de peso con 875.97 g y 803.24 g y peso final con 921.98 g y 849.21 g respectivamente. En conclusión, es factible el uso de carbohidrasas exógenas en la alimentación de pollos, ya que se obtuvieron performances similares a la dieta control, exceptuando el T3 que al realizar el análisis proximal al alimento se determinó que no contó con el mismo nivel de proteína que los demás tratamientos.

Palabras claves: Enzimas, carbohidrasas, comportamiento productivo, pollo.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of the inclusion of exogenous enzymes ( $\beta$ -mannanase, xylanase and conjugation of both) in starter diet over the performance of broilers the first 21 days; using diets with energy reduction; measured through live weight (LW), body weight gain (BWG), feed intake, feed conversion ratio (FCR) and mortality. In total, 288 Cobb broilers were randomized in 36 experimental units (EU), in which each (EU) had eight chickens. The methodology was experimental, and the data were subjected to analysis of variance under a Completely Random Design, using the statistical program Statistical Analysis System (SAS, 1999) and the Tukey test was applied in order to find differences the means of the performance parameters. Every six (06) EU received in 21 days, one of the following treatments: T1, Control Diet; T2, Negative Control (-100 kcal of metabolizable energy per Kg feed); T3, Negative Control with CTCZYME at a rate of 500 g/MT; T4, Negative Control with ENERXYME at a rate of 50 g/MT; T5, Negative Control with HEMICELL at a rate of 50 g/MT and T6, Negative Control with ENERXYME at a rate of 50 g/MT and CTCZYME at a rate of 500 g/MT. The results did not indicate significant differences ( $P > 0.05$ ) in the first two weeks for the parameters evaluated, however, at 21 days significant differences were found it ( $P < 0.05$ ) between T1 and T3 in weight gain with 875.97 g and 803.24 g and live weight with 921.98 g and 849.21 g respectively. In conclusion, the use of exogenous carbohydrases in poultry is feasible, similar performances to the control diet were obtained, except for the T3, after proximate analysis of the treatments, it was determined that T3 did not have the same level of protein as the rest of the treatments.

Key words: Enzymes, carbohydrases, performance, broiler.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Industria Avícola Nacional se encuentra en un crecimiento exponencial acelerado, lleva en esta tendencia varios años y se ve reflejado en el incremento de la demanda de esta proteína animal que es considerado un alimento básico dentro de la pirámide nacional nutricional; siendo ampliamente aceptada por su bajo valor de comercialización, lo que explica que esta industria este en continuo desarrollo; mejorando las líneas genéticas de pollos de carne, ocasionando cambios progresivos en los requerimientos nutricionales de la especie, por esto la formulación y preparación de las dietas están en continua modificación para así alcanzar la optimización del uso de ingredientes y el máximo aprovechamiento nutritivo, obteniendo una óptima respuesta productiva y mejor retribución económica.

Para lograr este objetivo se emplean diversas estrategias, siendo el uso de enzimas exógenas una de las más comunes y evaluadas en diferentes ensayos por sus efectos benéficos. Las dietas formuladas para pollos de engorde contienen ingredientes mayores tales como el maíz, torta de soya, aceites, entre otros. Sin embargo, las aves no están equipadas con enzimas endógenas necesarias para degradar completamente los componentes de estos insumos, tales como los PNA (polisacáridos no amiláceos) y el almidón resistente. Esta limitación fisiológica del sistema digestivo de las aves puede ser superada usando enzimas exógenas comerciales para así maximizar la digestión y absorción de nutrientes y contrarrestar los efectos anti nutricionales que ocasionan un impacto negativo tanto en el comportamiento productivo como en el incremento del costo de los alimentos.

Algunos efectos de la presencia de PNA estudiados son: la encapsulación de nutrientes que ocasiona un bajo índice de conversión, la proliferación de microorganismos intestinales, problemas de humedad de la cama y el aumento de viscosidad.

Ensayos previos probaron que elevados PNA presentes en la alimentación ocasionaban un incremento en la viscosidad intestinal y una disminución en la capacidad enzimática, además estos PNA pueden provocar una inflamación en el tracto intestinal del ave que ocasiona un costo metabólico que generan pérdidas endógenas y gastos energéticos. Una de las principales estrategias usadas para contrarrestar estos efectos anti nutricionales es la adición de nuevas enzimas comerciales específicas, sin embargo, sus efectos sobre la respuesta de las aves no están bien definidos. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de enzimas exógenas comerciales ENERXYME (Endo-1,4-xilanasa), CTCZYME ( $\beta$ -D-mannanasa) y HEMICELL ( $\beta$ -mannanasa) en dietas de inicio con menor energía sobre la performance de pollos de engorde en los primeros 21 días de edad.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Generalidades de las enzimas**

Las enzimas son compuestos orgánicos de estructura tridimensional (McDonald & Greenhalgh, 1999) casi todas de naturaleza proteica y cuya acción biológica consiste en catalizar las reacciones del metabolismo (Montero, 1997), sin embargo, también hay ácidos nucleicos catalíticamente activos, conocidos como “ribozimas” (Koolman & Rohm, 2004). La mayoría de las enzimas reciben el nombre de la reacción que promueven, con la terminación “asa” (Oñate, 2010).

Gran parte de las enzimas necesitan grupos prostéticos, de bajo peso molecular, denominados coenzimas, para llevar a cabo su función catalítica, además se caracterizan por su marcada especificidad, que se dice que es absoluta, cuando solo catalizan la reacción de un sustrato, o relativa, cuando la enzima reconoce no un determinado sustrato sino un determinado grupo de moléculas similares entre sí en algunos de sus enlaces/átomos/grupos de átomos. (McDonald & Greenhalgh, 1999). Esta función catalítica se traduce en acelerar la velocidad de las reacciones químicas bajo condiciones reguladas de temperatura, pH, concentraciones, etc. Ya que cualquier variación, de las condiciones antes mencionadas que las aleje de un rango óptimo específico, ejercerá efectos adversos en su actividad (Solomon, 2001).

#### **2.1.1. Factores que afectan la actividad enzimática**

Los factores que afectan la actividad enzimática son muy conocidos y entre ellos se encuentran: las concentraciones tanto de sustrato como de enzimas, temperatura, pH y presencia de efectores.

### **2.1.1.1. Concentración de sustrato y enzima**

En cualquier sistema en el que la enzima se encuentre en exceso y la concentración de sustrato se incremente, se observará un aumento de la velocidad de la reacción; pero cuando la concentración del sustrato es muy elevada generalmente la velocidad tiende a permanecer constante (Koolman & Rohm, 2004). Este incremento de velocidad se da por la mejor utilización de los centros activos enzimáticos disponibles. Si la cantidad de sustrato tiende a aumentar, la utilización de estos sitios activos disponibles se hace máxima y el ritmo de la reacción se reduce, debido a la incompleta unión entre la enzima y el sustrato, como resultado de la competencia de las moléculas de sustrato en exceso, por los centros activos (McDonald & Greenhalgh, 1999). Por lo que la velocidad de la reacción no podrá aumentar ya que las moléculas de enzimas se saturarán (Montoya, 2008).

### **2.1.1.2. Inhibidores**

Ciertos productos químicos inhiben de forma selectiva la acción de enzimas específicas, impidiendo la formación del complejo enzima-sustrato, si el inhibidor se une a la enzima con enlaces covalentes, es irreversible, sin embargo, muchos inhibidores se unen mediante enlaces débiles, en cuyo caso la inhibición es reversible (Campbell & Reece, 2007).

Los inhibidores competitivos son aquellos que compiten con un sustrato por el sitio activo y se da cuando ciertas moléculas por presentar una configuración espacial similar a la del sustrato, son capaces de ligarse al centro activo, produciendo así un complejo enzima-inhibidor. Mientras que los inhibidores no competitivos, son aquellos que no guardan semejanza estructural con el sustrato de la reacción que inhiben, sin embargo, su efecto es provocado por unir radicales que no pertenecen al centro activo, esta unión altera la estructura enzimática haciendo inviable la catálisis (Marzzoco & Torres, 2007).



### **2.1.1.3. Temperatura y pH**

La velocidad de una reacción enzimática se incrementa al aumentar la temperatura, en parte porque los sustratos colisionan con los sitios activos con mayor frecuencia cuando las moléculas se mueven con rapidez (Campbell & Reece, 2007), sin embargo, también comienza la desnaturalización de la proteína enzimática, este proceso consiste en la reorganización molecular que hace que la enzima pierda centros activos en su superficie lo que origina una pérdida de eficiencia (McDonald & Greenhalgh, 1999).

Otro factor que influye en la actividad enzimática es el pH, ya que hay un rango óptimo en el cual la actividad enzimática es máxima, en consecuencia, a un mayor o menor pH la actividad disminuye (Lehninger *et al.*, 2006). Cabe señalar que, para la mayoría de las enzimas, el pH óptimo se encuentra en el rango de 5 a 7, aunque se han encontrado valores extremos de 1.5 y 10.5 de la pepsina y del fosfato alcalino respectivamente (Wolfgang, 2003).

## **2.2. Fuentes enzimáticas exógenas.**

Las enzimas son productos celulares que pueden obtenerse a partir de tejidos animales, vegetales o mediante procesos de fermentación empleando microorganismos seleccionados (Carrera, 2003).

Según Castillo (2005), la mayoría de las enzimas industriales que se obtienen en la actualidad provienen de especies de *Bacillus sp*, una bacteria de tipo Gram positiva, y *Aspergillus sp*, un hongo filamentoso, mientras que el 8 por ciento es de origen animal y solo un 4 por ciento de origen vegetal.

Los microorganismos seleccionados pueden ser hongos, levaduras o bacterias y son sujetos a una selección rigurosa en términos de las características deseadas para las enzimas que se desean producir. Siendo algunas de estas las que se detallan a continuación:

- No deben ser patógenos, ni estar asociados con la producción de toxinas.
- Costo de producción razonable.

- Altos rendimientos, esto generalmente implica algún tipo de mutación clásica en los microorganismos, ya sea por rayos UV o agentes nitrogenados (García *et al.*, 1993). Adicionalmente a estos métodos clásicos están las modernas técnicas de clonación y manipulación genética que permiten no solo incrementar la producción enzimática mediante la hiperexpresión del gen que la codifica, sino también, modificará la enzima mediante mutagénesis dirigida para aumentar su estabilidad o actividad, variar su especificidad y disminuir su dependencia de cofactores (Castillo, 2005).

### **2.3. Producción y estabilidad de enzimas exógenas.**

La producción enzimática se da en un medio adecuado de fermentación con una fuente de carbono, nitrógeno, minerales y agua, en este proceso se controlan tanto parámetros físicos como químicos, para posteriormente utilizar métodos de extracción y purificación que aíslan a las enzimas del caldo fermentativo, una vez aisladas son sometidas a análisis *in vitro*, en forma individual y en combinación con otras enzimas para determinar su eficiencia (De la Fuente García *et al.*, 1994).

La estabilidad y estructura molecular de las enzimas puede ser comprometida por factores externos (Mascarell & Ryan, 1997), como el calor, ácidos, álcalis, metales pesados, vitaminas, minerales y otros agentes oxidantes que la desnaturalizan (De la Fuente García *et al.*, 1994). Por lo que para contrarrestar este problema se desarrollaron algunas técnicas de estabilización, entre ellas:

- La selección de microorganismos termófilos para producir enzimas termo-resistentes y la modificación de la secuencia de aminoácidos por ingeniería genética (Klibanov citado por Santagapita, 2010).
- La liofilización, la modificación química mediante la utilización de aditivos tales como sales estabilizantes o polialcoholes de bajo peso molecular y la inmovilización (Castillo, 2005). Esta última estrategia consta de la restricción del movimiento; ya sea parcial o completa de las enzimas, con la cual, a través del impedimento físico se

previene significativamente el desdoblamiento de las moléculas logrando un aumento en su estabilidad térmica (Pomeranz citado por Yongmoon *et al.*, 2007).

#### **2.4. Digestión de carbohidratos**

El proceso de digestión se define como la ruptura física y química de sustancias complejas en subunidades para facilitar su absorción, el fraccionamiento físico de los alimentos en las aves ocurre en la molleja, mientras que en el proventrículo comienza la digestión gástrica.

Las aves no mastican, sin embargo, poseen un divertículo llamado buche que es una región dilatada del esófago, que humidifica y ablanda el alimento (Bertechini, 2004), en este compartimento hay poca presencia de amilasa salival, por lo que la digestión de los carbohidratos es casi exclusivamente realizada por la alfa amilasa pancreática que actúa sobre los carbohidratos, hidrolizando los enlaces alfa- 1,4 de la amilosa (Vieira, 2002). No obstante, su actividad depende del pH intestinal (siendo el óptimo 7.1), que es regulado por la hormona secretina, que se libera por el estímulo que genera la presencia del alimento, esta hormona hace que el páncreas libere bicarbonato para regular el pH del medio (Guazzi, 2014).

La absorción de los productos resultantes del metabolismo de los carbohidratos se produce por transporte activo y pasivo, siendo el más representativo con un 80 por ciento el transporte activo, mientras que los carbohidratos no digeridos se fermentan en el intestino grueso de las aves (Beitz & Allan citado por Nunes *et al.*, 2013). Este proceso se ve influenciado por la flora digestiva presente en el sistema digestivo y que varía su concentración respecto al individuo, edad , dieta y entorno, además cada región a lo largo del TGI del ave desarrolla un perfil microbiano específico, siendo las fracciones más importantes, por las altas concentraciones de estos microorganismos: el intestino delgado, grueso y los ciegos (Revuelta, 2014), esta última fracción cuenta con mayor microflora en comparación con las anteriores, mientras que el intestino delgado esta colonizado principalmente por *Lactobacillus sp* que maximizan la digestión de las dietas al descomponer compuestos no digeridos.

En adición, el tracto digestivo consiste en un sistema inmunológico, tejido linfoide asociado al intestino (GALT), que es considerado el principal compartimiento inmunológico del ave (Matté, 2017) y está compuesto por órganos linfoides primarios y secundarios. Una respuesta inmune innata del tubo digestivo es reconocer un patrón de superficie común y constante presente en los microorganismos patógenos denominado patrón molecular asociados a patógenos (PAMP's), entre los más estudiados están las manosas y los lipopolisacáridos que están presentes en las leguminosas- grano que son usadas como fuente proteica en la alimentación de los monogástricos (Gómez *et al.*, 2010).

Los  $\beta$ - mananos presentes en la soja representan una de las principales sustancias alergénicas que desencadenan reacciones inflamatorias en el intestino, reduciendo la digestibilidad y el rendimiento productivo, ya que el sistema inmune disminuye las funciones fisiológicas de digestión y absorción para potenciar las funciones defensivas, incrementando el gasto de energía y de nutrientes como aminoácidos para realizarla. (Barragan, 2016).

En la Universidad de Georgia se realizaron experimentos para demostrar la relación entre el contenido de manosa en la dieta y la concentración de  $\alpha$ -1-glicoproteína acida (AGP) en sangre, cuantificada por hidrólisis ácida y cromatografía de gases. La concentración de AGP fue directamente proporcional a una respuesta inmunológica positiva, encontrándose que al adicionar la  $\beta$ -mananasa se reduce el impacto de los niveles de galactomananos presentes en la dieta, reduciéndose así la respuesta inmunitaria inducida por el alimento (RIIA) (Martinez-Cummer *et al.*, 2013).

## **2.5. Carbohidrasas**

Se denominan así a las enzimas que catalizan carbohidratos complejos hasta azúcares simples y pueden clasificarse en los que dirigen polisacáridos amiláceos y los que digieren polisacáridos no amiláceos (Bedford & Partridge, 2010). Los polisacáridos amiláceos están representados por el almidón mientras que los polisacáridos no amiláceos por las pectinas, celulosas y  $\beta$ -glucanos, que forman parte de la fibra dietética (Vázquez & Martínez, 2005).

La aplicación de enzimas para mejorar la digestibilidad de PNA tiene un efecto directo sobre la disponibilidad de los nutrientes, reflejándose en una reducción en el costo de la formulación, ya que las carbohidrasas rompen la pared celular liberando nutrientes que pueden ser posteriormente absorbidos en el intestino (Martínez-Alesón, 2012).

En estudios realizados con polluelos alimentados con dietas en base a maíz y harina de soja en la Universidad de Illinois por Batal & Parsons, (2001) y en estudios con pavos de la Universidad de Ohio por Persia *et al.*, (2002) citados por Martínez-Alesón (2012), demostraron que se obtenía más energía de la dieta conforme las aves crecían después de la adición de complejos enzimáticos. Esto es explicado por el mecanismo de acción de estas enzimas; que pueden ser: de forma directa, sobre el sustrato o indirecta sobre los nutrientes, facilitando el acceso a nutrientes que se encuentran ligados a moléculas o fibras insolubles, o reduciendo el gasto energético requerido para los procesos digestivos y metabólicos.

Según Bedford & Partridge (2010), las dos carbohidrasas más usadas en la alimentación animal para la degradación de PNA son las xilanasas y  $\beta$ -glucanasas.

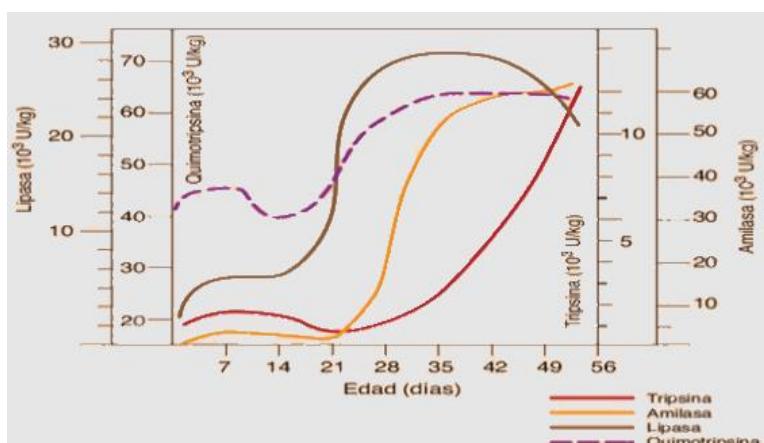
- Las xilanasas descomponen arabinoxilanos, prevalentes en los granos y sus subproductos.
- Las  $\beta$ -glucanasas descomponen los  $\beta$ -glucanos que son particularmente frecuentes en la cebada, la avena y sus subproductos.

Otra enzima utilizada para la degradación de los polisacáridos amiláceos, es la  $\alpha$ -amilasa, que mediante su participación en la hidrólisis del almidón consigue mejorar la digestibilidad y así permite a las aves obtener más energía de las dietas (Bedford & Partridge, 2010), ya que catalizan la hidrólisis de los enlaces  $\alpha$ -1,4-glucosídicos en sustratos como la amilosa, amilopectina y maltodextrinas (Park *et al.*, 1996). La  $\alpha$ -amilasa está presente en el tracto digestivo de las aves de manera natural; sin embargo, los primeros días después del nacimiento, el aparato digestivo del ave es anatómicamente inmaduro y sus funciones no están completamente desarrolladas, lo que ocasiona que aves jóvenes puedan ser deficientes en la producción de enzimas digestivas claves para la digestión. (Yadav *et al.*, 2010).

Según Shaw citado por Shi-Hou *et al.*, (1998) la actividad enzimática de las enzimas lipolíticas, amilolíticas y proteolíticas contenidas en la secreción pancreática de los polluelos esta poco desarrollada los primeros 7 días. Nitsan *et al.*, citado por Kaczmarek *et al.*, (2014) complementan que las actividades enzimáticas específicas de las lipasas, amilasas y tripsinas aumentan rápidamente hasta después de las 2<sup>da</sup> semana del nacimiento.

El sistema digestivo del ave es inmaduro las primera tres semanas y las enzimas digestivas endógenas no han estabilizado su concentración en este periodo de tiempo, este fenómeno se ve reflejado en la Figura N°1.

**FIGURA 1: Evolución del sistema enzimático en aves**



FUENTE: Recuperado de Paulino, (2017).

El uso de una combinación de enzimas puede provocar efectos aditivos, sub-aditivos o sinérgicos en la utilización de nutrientes y el rendimiento animal. (Ravindran, 2013). Además de la existencia de una gran gama de enzimas exógenas en el mercado que son expuestas en la Tabla 1.

**TABLA 1: Clasificación de las carbohidrasas disponibles en el mercado.**

<b>TIPO</b>	<b>ENZIMA</b>	<b>SUSTRATO</b>	<b>ALIMENTO</b>	<b>FUNCIÓN</b>
Carbohidrasas	Amilasa	Almidón	Cereales y leguminosas en grano.	Hidrolisis de Almidón.
	$\beta$ -glucanasa	$\beta$ -glucanos	Cebada, avena, centeno.	Reducen la viscosidad y mejora la digestión.
	Xilanasa	Arabinosilanos	Trigo, centeno, triticale y cebada.	
	$\alpha$ -Galactosidasa	Oligosacáridos	Leguminosas- grano	
	Mananasa	Manano-oligosacáridos	Materiales vegetales fibrosos.	
	Celulasa	Celulosa, Hemicelulosa		
	Pectinasa	Pectinas		

FUENTE: Adaptado de Ravindran, (2013)

## **2.6. Carbohidratos presentes en los cereales y leguminosas usados en la alimentación de monogástricos**

Los ingredientes de las dietas aportan elementos como: energía, proteína y fósforo, que además son costosos, los cereales aportan más del 50 por ciento de la energía en dietas convencionales, y el requerimiento restante es suplido por ingredientes proteicos o fuentes concentradas de energía, considerando las limitantes nutricionales que estos representan para los monogástricos (Rodríguez, 2016).

Las leguminosas grano son actualmente usadas en la alimentación animal esencialmente para monogástricos como sustituto parcial o completo de fuentes proteicas de origen animal, ya que poseen un contenido proteico elevado (25-45 g/100 g de materia seca); además de un alto contenido en carbohidratos, aunque también presentan metabolitos secundarios y altos niveles de PNA que condicionan su uso (Rubio & Molina, 2016).

Los insumos utilizados con más frecuencia en las dietas avícolas están listados en la Tabla 2. Estos pueden constituir más del 80 por ciento de la dieta final; no obstante, presentan componentes que ocasionan un impacto negativo en el rendimiento productivo del ave; aunque una gran fracción de estos es susceptible a la acción enzimática (Van der Poel *et al.*, 1993; Bedford & Schulze, 1998 citado por Acamovic, 2001).

**TABLA 2: Antinutrientes encontrados en los principales ingredientes vegetales utilizados para la formulación de dietas avícolas.**

INGREDIENTES	ANTINUTRIENTES
MAÍZ	Lectinas, fitatos y almidón resistente
TRIGO	Arabinoxilanos, fitatos y almidón resistente.
CEBADA	$\beta$ -glucanos y almidón resistente
ARROZ	Fitatos y arabinoxilanos
SORGO	Taninos y almidón resistente
CENTENO	Arabinoxilanos y polifenoles
SOYA	Oligosacáridos, PNA*, inhibidores de tripsina y lectinas
ARVERJA	Almidón resistente y saponinas
FRIJOL	Taninos, inhibidores de tripsina, lectinas, oligosacáridos y PNA*
HARINA DE GIRASOL	Oligosacáridos y PNA*

\*PNA, polisacáridos no amiláceos

Adaptado de Van Der Poel *et al.*, 1993; Bedford & Schulze, 1998 citado por Acamovic, 2001.

Los cereales aportan energía en forma de estructuras químicas relativamente sencillas como azúcares de bajo peso molecular, mono y disacáridos y estructuras complejas como el almidón y los polisacáridos no amiláceos (Miled, 2001).

Según Englyst citado por Miled (2001), los polisacáridos se clasifican en dos grupos: los de reserva ( $\alpha$ -amilasa) y los estructurales (PNA), y son presentados en la Tabla 3.



**TABLA 3: Composición general de los carbohidratos.**

CLASIFICACIÓN	SUBGRUPO		COMPONENTES
Azúcares	Monosacáridos		Glucosa, galactosa, fructosa, xilosa, arabinosa.
	Disacáridos		Sacarosa, trehalosa.
Oligosacáridos	$\alpha$ -galactosidos		Rafinosa, estaquiosa, verbascos.
	Malto-oligosacáridos		Maltodextrinas.
Polisacáridos	Almidón		Amilosa, amilopectina, almidones modificados.
	Polisacáridos no amiloideos	PNA solubles	$\beta$ -glucanos, pentosanos, arabinogalactanos, galactomananos.
		PNA insolubles	Pectinas, hemicelulosa ( $\beta$ -glucanos y pentosanos) y celulosa.

FUENTE: Englyst (1989) Citado por Miled (2001)

### 2.6.1. Azúcares de bajo peso molecular

Los carbohidratos de bajo peso molecular están presentes en los cereales constituyendo una fracción por monosacáridos libres (0.6 por ciento de MS), y de oligosacáridos. Estos azúcares se absorben de forma rápida, para obtener energía inmediatamente (Miled, 2001).

### 2.6.2. Almidón

El almidón en monogástricos; actúa como fuente principal de energía y como sustrato para la microflora; está conformado por una fracción lineal de amilosa y una fracción ramificada denominada amilopectina, ambas constituidas por cadenas de D-Glucosa (Barragan, 2016). En las aves de corral, el almidón se digiere casi completamente en la parte terminal del íleon; sin embargo, varía por la edad, estructura y solubilidad del almidón, además de la edad que

determina el estado de maduración del tracto digestivo y la producción de amilasa pancreática, que es mayor en aves adultas (Krogdahl & Sell, 1989).

Se descubrió la presencia de un segmento del almidón que no es hidrolizada por las enzimas digestivas, esta fracción es muy heterogénea y está constituida por diferentes tipos de almidón (Escarpa & González, 1997). Este fragmento es denominado almidón resistente (AR) y se caracteriza por ligarse a otros productos de su degradación, y no puede ser absorbido por el intestino delgado, por lo que se deriva al colon para su fermentación. Existen cuatro tipos: (ARI) almidón físicamente inaccesible, (ARII) almidón que en estado nativo forma gránulos en el interior de la célula vegetal, (ARIII) almidón retrogradado y (ARIV) almidón artificial modificado químicamente (Salazar- Acosta, 2018).

Según Gibson *et al.*, citado por Cowieson (2018), los gránulos de almidón se encuentran incrustados en una matriz de proteínas comúnmente hidrofóbica. Además, es un compuesto que se adhiere a lípidos y proteínas, que están encerrados en una capa de aleurona hemicelulosa, por lo que para una digestión exitosa se requiere: la solubilización de regiones de amilosa, una disociación de macronutrientes adherentes y una adecuada producción de enzimas endógenas en relación con la capacidad de absorción y el volumen de alimentación suministrado. En otras investigaciones se ha determinado que el almidón ingerido que escapa a la hidrólisis de las enzimas digestivas oscila en un rango del 1 al 20 por ciento y varía de acuerdo con la forma de ingestión y la fuente del almidón (Sastre, 2003).

Existe importancia biológica para la adición de amilasas exógenas a las dietas de animales monogástricos ya que produce cambios en la función pancreática, que se traducen en ventajas para el animal en los costos de mantenimiento (Cowieson, 2018).

### 2.6.3. Polisacáridos no amiláceos (PNA)

Los PNA son esencialmente fibras indigestibles que añaden poco valor nutricional, además de reducir la digestibilidad total de los nutrientes (Leeson & Summers, 2001), por lo que tienen implicaciones nutricionales importantes y pueden ser simples como los  $\beta$ -glucanos o complejos como las arabinosilanos, además afectan el tiempo de permanencia del alimento en el tracto digestivo (Souza de Brito *et al.*, 2008).

Entre los PNA se incluyen la celulosa, hemicelulosa, pectinas y oligosacáridos (Williams *et al.*, 1997). Estos carbohidratos complejos se encuentran en la pared celular que recubre el endospermo de los cereales y los monogástricos tienen una capacidad limitada para utilizarlos como fuente de nutrientes (Fernández & González, 2011), por lo que los altos niveles de arabinosilanos en el centeno y  $\beta$ -glucanos en la cebada, son los responsables del bajo valor nutritivo de estos cereales (Annison & Choct, 1991), puesto que los PNA constituyentes de la pared celular retienen en el interior de la célula vegetal nutrientes de fácil digestión, limitando la energía metabolizable aparente (EMA) en algunos cereales, a este fenómeno se le denomina efecto jaula (Bosch, 1996).

Choct *et al.* (2004), mencionan que los PNA juegan un papel anti nutricional ya que aumentan la viscosidad e interfieren con la flora intestinal y las funciones fisiológicas del intestino, en otros términos, tienen el efecto secundario adverso de absorber agua de la ingesta, dando lugar a un medio más viscoso, generando que haya menos posibilidades que el sustrato entre en contacto con las enzimas, ocasionando que los productos digeridos no puedan llegar a las micro vellosidades del intestino, lo que ocasiona una menor digestibilidad de toda clase de nutrientes, además de generar excretas más húmedas. (Leeson & Summers, 2001). Sin embargo, de acuerdo con Francesh citado por Alva (2013), inclusiones bajas de PNA en la alimentación animal traen consigo considerables beneficios como la disminución del colesterol sérico, efectos antibacteriales y producción de carne con bajos contenido en grasas.

Alba (2013), ratifica los efectos del uso de PNA sobre la canal; ya que se reduce tanto el engrasamiento como el rendimiento productivo del ave, puesto que la adición de PNA es un factor predisponente para la colonización de bacterias en el tracto gastrointestinal ocasionando camas húmedas por diarreas, además se observó un considerable menor rendimiento cuando se los incluyó en las dietas en comparación a pollos alimentados con alimento balanceado comercial.

En síntesis, según Bedford & Partridge (2010), los PNA pueden actuar como anti-nutrientes de las siguientes formas:

- Algunos nutrientes como el almidón y la proteína quedan atrapados dentro de las paredes celulares fibrosas insolubles, porque las aves no producen las enzimas necesarias para digerir la fibra y en consecuencia no pueden acceder a ellos.
- Las fibras solubles se disuelven en el intestino del ave, formando geles viscosos que atrapan los nutrientes y ralentizan las tasas de digestión y el paso del alimento.
- La fibra puede contener agua y atrapar nutrientes solubles en agua, creando volumen en el intestino, reduciendo la ingesta y por ende el crecimiento.

Existen dos tipos principales de PNA: solubles e insolubles.

Los polisacáridos no amiláceos solubles, pueden ser simples como los  $\beta$ -glucanos o complejos como los arabinosilanos (Miled, 2001). Según investigaciones realizadas por Choct *et al.* citado por Ramalho *et al.* (2007), los PNA solubles afectan la nutrición en mayor grado que los PNA insolubles, debido a que existe una intensa fermentación en el intestino delgado en presencia de grandes cantidades de PNA solubles, y se ralentiza el tránsito intestinal captando el agua del lumen, provocando un bajo desempeño productivo.

Jarrón y Wyatt citados por Quishpe (2006), mencionan que otro efecto observado de los PNA solubles es la hipertrofia del páncreas, que implica que gran parte de la proteína sintetizada se redirija al crecimiento y secreción de enzimas por parte de este órgano digestivo, reduciendo la disponibilidad de la proteína para la formación de tejidos. Aunque muchas de

estas actividades anti nutricionales se asignen directamente a los polisacáridos solubles, los polisacáridos insolubles también tienen efecto en la tasa de pasaje y la retención de agua (Lima & Viola citado por Ramalho *et al.*, 2007).

Los arabinoxilanos son los principales PNA de los granos de cereales, especialmente en la soya, maíz y sorgo, existen arabinoxilanos mucho más ramificados que en el trigo, pues este presenta 30 por ciento de ramificaciones frente al 70 por ciento de ramificaciones en los xilanos de maíz (Causillas *et al.*, 2017), y se localizan en las paredes celulares del endospermo, en la capa aleurona y en el pericarpio de los mismos, de igual forma pueden formar geles bajo la acción de ciertos agentes oxidantes (Morales-Ortega *et al.*, 2013).

Los  $\beta$ -glucanos son polímeros de glucosa de elevado peso molecular (Pizarro *et al.*, 2014), similares a la celulosa, exceptuando el tipo de enlace  $\beta$  (1-4) que unen las unidades de D-glucosa e intercalan al azar ramificaciones de cadenas mediante enlaces  $\beta$  (1-3) de D-glucosa (Miled, 2001). Estos son indigestibles por enzimas endógenas de aves y cerdos (López, 2000).

## **2.7. Beneficios de la utilización de enzimas exógenas en la alimentación animal**

Huisman citado por Nagashiro (2008), señala que el rendimiento de los animales de producción está directamente relacionado con la digestibilidad de nutrientes y el grado en el que estos pueden ser absorbidos, superando diferentes factores inherentes de los insumos que interfieren en su digestión, absorción y utilización.

Según Cummings citado por Rubio & Molina (2016), de entre los componentes principales presentes en la ración (proteína, grasas y carbohidratos), son los carbohidratos quienes conforman el grupo más heterogéneo, ya que está conformado por fibra dietética que incluye PNA (celulosa, pectinas y hemicelulosa) lignina y almidón, siendo este último el más estudiado por su importancia energética.

Las enzimas más usadas en la nutrición animal son las que descomponen fibra, proteína, fitatos y almidón y son utilizadas de acuerdo con la especie y a sus deficiencias digestivas inherentes (Shimada, 2003).

Enzimas como las proteasas, carbohidrasas y lipasas están siendo usadas en varias industrias manufactureras, pero en los últimos años se han desarrollado específicamente en la alimentación animal para aumentar los bajos niveles de enzimas endógenas o para añadir nuevas enzimas que no son producidas naturalmente por las aves. De las más de 3000 enzimas conocidas por los bioquímicos, sólo se usan 30-35 en la industria para hacer eficaces los piensos de las aves. Asimismo, estas enzimas exógenas deben soportar el rigor de las preparaciones alimenticias, siendo la mayor limitante la susceptibilidad al calor e inestabilidad durante el peletizado y el procesamiento de las dietas (Leeson & Summers, 2001).

Bedford & Partridge (2010) señalan que los beneficios del uso de enzimas exógenas son (1) mejorar la eficiencia y reducir el costo, mediante la descomposición de los anti nutrientes y el aumento de la digestibilidad de los PNA, permitiendo que el animal digiera los nutrientes de manera eficiente; (2) reducir el impacto ambiental, mejorando la digestión y absorción y disminuyendo la excreción de nitrógeno y fósforo; (3) reducir la variación nutricional en los ingredientes, logrando una alimentación más consistente y un desarrollo uniforme del animal; (4) ayudar a mantener la salud intestinal, ya que menos nutrientes están disponibles en el intestino para el crecimiento potencial de bacterias que causan enfermedades.

Según estudios realizados por Fialho citado por Ramalho de Lima *et al*, (2007) las enzimas se utilizaron en raciones que contenían ingredientes con alta cantidad de polisacáridos no amiláceos (PNA), como trigo, centeno, cebada y avena. Sin embargo, otros investigadores han demostrado la viabilidad de la utilización de complejos enzimáticos en raciones a base de cereales de baja viscosidad (maíz, sorgo y salvado de soja), con el objetivo de aumentar la utilización del almidón y la proteína.

Estudios adicionales indican que la cantidad de arabinosilanos presentes en el maíz es de 43 g/kg MS, pero que la mayoría de estos polisacáridos están en forma insoluble. Mientras que Choctas & Annison citado por Mendes *et al.*, (2011), señalaron que la torta de soja contiene 20 por ciento de polisacáridos no amiláceos por esto se utilizaron enzimas carbohidrasas para mejorar la digestibilidad de los insumos.

La eficacia de las enzimas exógenas utilizadas en la alimentación de monogástricos está demostrada en innumerables experimentos. Además, los datos obtenidos en estudios realizados por Olukosi *et al.* citado por Dudley-Cash (2012), demostraron un efecto aditivo sobre el crecimiento al incluir un cocktail de xilanasas, amilasas y proteasas.

## 2.8. Estudios realizados con $\beta$ - mananasas y xilanasas

Varios estudios realizados han reportado mejoramientos en la utilización de nutrientes en dietas con alto contenido de PNA cuando son suplementadas con carbohidrasas. Dentro de los PNA, se encuentran los mananos en forma de glucomananos, galactomanano y glucogalactomananos que son encontrados en algunos insumos utilizados en la alimentación avícola tales como las harinas de soya, coquito, guar y goma guar (Daskian *et al.*, 2004).

**TABLA 4:** Contenido de  $\beta$ -mananos en insumos utilizados en la avicultura.

Ingredientes	$\beta$ - mananos (%)
Harina de soya (46%)	1.61
Harina de soya (48%)	1.26
Centeno	0.69
Cebada	0.49
Trigo	0.10
Maíz	0.09
Sorgo	0.09
Salvado de trigo	0.07

Fuente: Adaptada de Dierick (1989), citado por Trejos (2015).

Los  $\beta$ -mananos afectan e interfieren además de la reducción energética metabolizable en la retención de nitrógeno y la absorción de grasas a nivel intestinal (Kratzer *et al.*, 1967). En la

investigación realizada por Jackson *et al.*, (1999) con el producto enzimático HEMICELL ( $\beta$ -mananasa) que ha demostrado mejorar la conversión alimenticia en dietas a base de maíz y soya en pollos de engorde y cerdos, por el mecanismo de acción de la  $\beta$ -mananasa que degrada los  $\beta$ -mananos, Se determinó que este producto logra también mejorar el peso de los huevos en gallinas ponedoras en dietas con reducción energética.

El estudio para evaluar el efecto de la suplementación  $\beta$ -mananasa realizado en gallinas reproductoras por Rodrigues de Quadros (2019), con tres niveles de energía (2760, 2715 y 2670 Kcal /Kg de energía metabolizable) y un cuarto tratamiento con 2670 Kcal/Kg de energía metabolizable suplementado con 400g/Tm de  $\beta$ -mananasa, demostró que la fertilidad y la incubación de huevos no se vieron afectadas por la restricción energética o suplementación enzimática, sin embargo el promedio y producción numérica de huevos fue significativamente mayor para las aves que recibieron la dieta control o con la dieta con reducción energética con suplementación enzimática.

Otro estudio realizado por Mussini *et al.*, (2011) tras la suplementación de una beta-mananasa comercial (CTCZYME) durante 19 días, en cuatro concentraciones (0%, 0.025%, 0.05% y 0.1%) y un marcador (óxido de cromo), no encontraron diferencias significativas para ganancia de peso, conversión alimenticia e ingesta de alimento. Aunque en las excretas se redujo la materia seca lo que indicaría una mejor utilización del nitrógeno por el ave.

En el estudio que realizó Sens (2009) para determinar el efecto de la  $\beta$ -mananasa en el rendimiento zootécnico de pavos a los 21 días y la morfometría intestinal a los 7 días, concluyó que la enzima  $\beta$ -mananasa promueve significativamente la altura de las vellosidades a los 7 días y la ganancia de peso de pavos a los 21 días, sin interferir con el consumo y la conversión alimenticia.

El maíz y la soya son insumos alimenticios considerados de baja densidad y alta calidad, aunque contienen PNA. Sin embargo, la suplementación enzimática puede contrarrestar los efectos anti nutricionales ocasionados por los PNA, por lo que Almeida (2015), utilizó cuatro tratamientos (T1: dieta con alta energía, T2: T1+ enzima xilanas, T3: dieta con baja energía



y T4: T3+ enzima xilanasa) en regímenes de 3040 Kcal y 2941 Kcal de energía metabolizable por Kg de ración y reportó una mejoría en el peso vivo en las raciones de menor energía.

Además, de acuerdo con el estudio realizado por Zou *et al.*, (2013) una suplementación de 0.05% de xilanasa mejoró la conversión alimentaria en pollos de engorde con dietas formuladas en base a maíz y soya, debido a una mejor utilización de energía, por lo que estos autores concluyen y recomiendan la adición de xilanasa en dietas pobres de energía.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución y duración.**

La fase experimental del presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Investigación en Nutrición y Alimentación de Aves (LINAA) del departamento de Nutrición de la facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y el periodo experimental fue de 21 días.

#### **3.2. Instalaciones, equipos y materiales.**

Los pollos BB de un día de edad fueron recibidos e instalados en dos baterías metálicas de cinco pisos divididas en dos compartimentos, adicionalmente se dividió cada compartimento en dos partes iguales, para formar 40 jaulas, en las que se distribuyeron al azar las 36 unidades experimentales, dicha división se realizó con una malla metálica galvanizada para obtener las 40 jaulas de 0.83 m de largo x 0.42 m de ancho cada una. La fuente de calor y luz fue proporcionada por una resistencia eléctrica y un foco amarillo de 50 watts presente en cada piso.

Cada unidad experimental contó con comederos lineales y bebederos tipo tongo, que fueron reemplazados por bebederos lineales después de la primera semana.

Las instalaciones fueron preparadas tres días antes de la recepción de los pollos BB, se adecuó un microclima para tener un control de temperatura, a su vez se realizó la desinfección completa del ambiente; en adición, para el monitoreo de la temperatura y humedad relativa se utilizaron termómetro; además se acondicionó dicho microclima con una campana a gas en caso de emergencias eléctricas.

Los equipos utilizados para la crianza fueron los siguientes:

- 2 baterías eléctricas metálicas de 5 pisos.
- 10 focos de 50 W.
- Cortinas tipo manta.
- Malla galvanizada.
- Una balanza digital, de tipo plato para el pesaje del alimento y para el pesaje de los pollos.
- Un termohigrómetro digital, para controlar la variación de temperatura y humedad del ambiente.
- Registros físicos, para un control de todos los parámetros a evaluar y material de escritorio.
- Cámara fotográfica.
- Materiales de limpieza.
- 36 bebederos tipo tonguitos.
- 18 comederos lineales.
- Campana a gas.
- Balón de gas.

### **3.3. Animales en evaluación y su distribución.**

Se utilizaron 288 pollitos BB machos de la línea Cobb 500 de un día de edad, adquiridos por la empresa GLISAC, estos fueron distribuidos en seis tratamientos con seis repeticiones y ocho pollos por repetición; haciendo un total de 36 unidades experimentales, con ocho pollos cada una, que se distribuyeron en dos baterías metálicas.

### **3.4. Productos evaluados**

Las enzimas comerciales evaluadas en el trabajo de investigación fueron:

HEMICELL:  $\beta$ -mannanasa de *Bacillus lentus* con una concentración (mínima) de 160 MU/kg, producida por la fermentación de bacterias de *Bacillus lentus*, cuya función es mejorar el rendimiento ya que permite una reducción de la energía alimenticia hasta 40 kcal/0,5 kg, la dosis recomendada es de 220-400 g/TM y la dosis que se utilizó fue de 400 g/TM.

CTCZYME:  $\beta$ -D-mannanasa que mejora la digestibilidad de una gran variedad de ingredientes, producida por la fermentación de una cepa seleccionada del organismo *Bacillus subtilis* WL1. La dosis recomendada y utilizada fue de 500 g/TM.

ENERXYME: Endo-1,4-beta-xilanasa (mín) 200,000 XU/g.

La dosis recomendada es de 40-50 g/TM y la dosis que se utilizó fue de 50 g/TM.

### 3.5. Dietas experimentales

Se emplearon 6 dietas experimentales considerando las especificaciones nutricionales promedio de las primeras fases de la línea Cobb 500 para formular una dieta inicial para pollos de carne y los aportes de los productos comerciales, dichas dietas se formularon utilizando el programa Mixit, tratando que contuviesen la misma concentración de nutrientes (isoproteicas e isoenergeticas), excepto el T1 (control positivo), ya que a los otros cinco tratamientos se les restó 100 Kcal/Kg del total de energía metabolizable.

**Tratamiento 1:** Dieta control.

**Tratamiento 2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal/Kg de energía menos que la dieta control.

**Tratamiento 3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**Tratamiento 4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM.

**Tratamiento 5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM.

**Tratamiento 6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

La preparación de las dietas se realizó en la Planta de Alimentos Balanceados del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria la Molina y los ingredientes mayores utilizados fueron; harina de maíz, torta de soya y aceite de soya. La presentación de las dietas fue en harina y ofrecidas ad libitum al igual que el agua y las composiciones y valores nutricionales calculados de las dietas se muestran en el Tabla 5.

**TABLA 5: Fórmula y composición nutricional calculada de las dietas experimentales evaluadas (1-21 días).**

INGREDIENTES (%)	TRATAMIENTO <sup>1</sup>					
	1	2	3	4	5	6
Maíz amarillo	60.02	62.36	62.26	62.35	62.28	62.25
Torta de soya 47	32.19	31.74	31.76	31.74	31.75	31.76
Aceite crudo de soya	3.96	2.06	2.10	2.07	2.09	2.10
Fosfato dicálcico	1.67	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Carbonato de calcio	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Sal común	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
DL- Metionina	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Lisina- HCl	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Premezcla de vitaminas y minerales	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Cloruro de colina 60%	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
L-Treonina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
MycoAD AZ*	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Zoamicost**	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antox plus***	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
CTCZYME	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
ENERXYME	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
HEMICELL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
VALOR NUTRICIONAL CALCULADO						
EM (Kcal/Kg)	3 225	3 124	3 124	3 124	3 124	3 124
Proteína Cruda (%)	19.15	19.14	19.14	19.14	19.14	19.14
Lisina digestible (%)	1.16	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Met + Cis digestible (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Treonina digestible (%)	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
Calcio (%)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Fósforo Disponible (%)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sodio (%)	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

\*MycoAD-AZ: Aglutinante de micotoxinas compuesto por aluminosilicato de calcio y sodio hidratado purificado. \*\*Zoamicost: Antimicótico compuesto por una mezcla sinérgica de ácidos grasos orgánicos de cadena corta y sales. \*\*\*Antox plus: Antioxidante en polvo.

**TABLA 6: Composición química proximal determinadas en las dietas evaluadas.**

<b>Análisis</b>	<b>TRATAMIENTO<sup>1</sup></b>					
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Proximal</b>						
Humedad (%)	12.95	13.12	13.14	13.03	13.21	13.47
Proteína Total (%)	19.16	19.28	17.17	19.25	19.16	18.66
Grasa (%)	6.19	4.29	4.63	4.35	4.12	4.25
Fibra cruda (%)	2.96	2.92	2.8	2.48	2.79	2.92
Ceniza (%)	5.01	5.10	5.02	5.03	5.02	4.97
ELN (%)	56.73	57.11	59.3	57.97	57.46	57.49

FUENTE: Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos- UNALM

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

### 3.6. Mediciones

#### 3.6.1. Peso vivo

Se realizó un pesaje individual del total de las aves (288 pollos) el día de la recepción, además de identificarlos con precintos numerados que fueron colocados en la pata derecha. El peso inicial se obtuvo el primer día, el segundo, tercero y cuarto peso se obtuvieron al final de cada semana durante los 21 días de evaluación. Con la matriz de datos se obtuvieron los pesos promedios por repetición y por tratamientos, siendo estos los datos usados para el análisis estadístico. Se utilizó una balanza eléctrica con capacidad para 6 kg y una sensibilidad de 0.5g, esta operación se repitió al finalizar cada semana hasta los 21 días, obteniéndose en este parámetro 4 datos.

#### 3.6.2. Ganancia de peso

Se determinó a partir de los controles semanales de peso, mediante la diferencia de los pesos entre semanas, y la diferencia acumulada se obtuvo entre el último pesaje y el pesaje del día de la llegada de las aves.

$$\text{Ganancia de peso (Kg/pollo/semana)} = \text{Peso final (Kg)} - \text{Peso inicial (Kg)}$$

### 3.6.3. Consumo de alimento

Se evaluó el consumo semanal, pesando los residuos del alimento contenido en los comederos y por diferencia con la sumatoria del alimento suministrado diario dentro de cada semana. El consumo acumulado semanal resulta de la diferencia entre la cantidad total de alimento suministrado y el residuo al final de la cada semana. Mientras que el consumo de alimento semanal individual es la división del consumo acumulado entre el número de pollos por unidad experimental.

$$\text{Consumo alimento (Kg/pollo/semana)} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Número de pollos}}$$

### 3.6.4. Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia semanal (C.A.S) se obtuvo en base a los datos obtenidos sobre el consumo de alimento y ganancia de peso semanal.

$$\text{C. A. S.} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (Kg)}}{\text{Ganancia de peso semanal (Kg)}}$$

La conversión acumulada (C.A.A) se obtuvo de la relación entre el consumo acumulado el peso vivo final.

$$\text{C. A. A.} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado (Kg)}}{\text{Peso final del pollo (Kg)}}$$

### 3.6.5. Mortalidad

Es el registro acumulado durante todo el experimento expresado en porcentaje.

$$\text{Mortalidad acumulada (\%)} = \frac{\text{Número de aves muertas} * 100}{\text{Número total de aves}}$$

### 3.7. Diseño estadístico

El trabajo de investigación se realizó bajo un Diseño Completamente al Azar, con seis tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Los análisis de varianza de los datos registrados se llevaron a cabo utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS, 1999) y para la comparación y evaluación de las medias de los parámetros evaluados se utilizó la prueba estadística de Tukey

El modelo aditivo lineal utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Respuesta del efecto observado correspondiente a la  $j$ -ésima repetición en la que se probó el  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  = Efecto de la media integral

$T_i$  = Efecto de  $i$ -ésimo tratamiento ( $i$ : 1, 2, 3, 4, 5, 6)

$e_{ij}$  = Efecto del error experimental del  $i$ -ésimo tratamiento de la  $j$ -ésima repetición.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del comportamiento productivo de los pollos de engorde evaluados, que fueron alimentados con dietas con menos energía y adición de diferentes enzimas exógenas durante un periodo de 21 días, se presentan a continuación:

### 4.1. Peso vivo y ganancia de peso

Los pesos vivos y ganancias de pesos semanales obtenidos por efecto de la inclusión de enzimas exógenas comerciales se presentan en la Tabla 7. No se observan diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en sus respectivos análisis de variancia entre los seis tratamientos durante las dos primeras semanas, lo que indica que por la adición enzimática en las cuatro dietas con reducción energética, se logró alcanzar la performance de la dieta control, que cuenta con un nivel de energía promedio estándar para pollos de engorde en dietas de inicio.

Tampoco se observaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) para los parámetros de peso vivo y ganancia de peso entre el tratamiento control positivo y el negativo, sin embargo, si existió una diferencia numérica. Siendo el T1 (Control positivo) el que registro valores hasta en un 4.6 por ciento superiores a los del T2 (Control negativo).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Zanella *et al.*, (1999), quienes tras suplementar un complejo enzimático (xilanasas, proteasas y amilasas) en dietas de maíz/soya con reducción energética de 100 Kcal de energía metabolizable por Kg de alimento, en las tres fases de alimentación (inicio, crecimiento y finalizador) tampoco encontraron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos para los parámetros de ganancia y peso vivo, demostrándose así, que la utilización del complejo enzimático logra mejorar la utilización de nutrientes para compensar la reducción energética.

**TABLA 7: Comportamiento productivo de pollos de carne alimentados con las dietas experimentales (1- 21 días).**

MEDICIÓN, (p<0,05)	TRATAMIENTO <sup>1</sup>					
	1	2	3	4	5	6
Peso inicial, (g)	46.01 <sup>a</sup>	45.33 <sup>a</sup>	45.97 <sup>a</sup>	45.19 <sup>a</sup>	45.64 <sup>a</sup>	45.47 <sup>a</sup>
Peso final, (g)	921.98 <sup>a</sup>	881.33 <sup>ab</sup>	849.21 <sup>b</sup>	911.06 <sup>ab</sup>	902.06 <sup>ab</sup>	877.44 <sup>ab</sup>
GP final, (g)	875.97 <sup>a</sup>	836.00 <sup>ab</sup>	803.24 <sup>b</sup>	865.88 <sup>ab</sup>	856.43 <sup>ab</sup>	831.98 <sup>ab</sup>
Consumo acumulado (g)	1185.34 <sup>a</sup>	1171.98 <sup>a</sup>	1129.21 <sup>a</sup>	1159.12 <sup>a</sup>	1146.10 <sup>a</sup>	1150.09 <sup>a</sup>
CA, (g:g)	1.35 <sup>a</sup>	1.40 <sup>a</sup>	1.41 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	1.34 <sup>a</sup>	1.38 <sup>a</sup>

<sup>ab</sup> Valores en la misma columna con distintas letras, son diferentes estadísticamente entre así (P<0.05).

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

Similares resultados fueron encontrados por Kong *et al.*, (2011) quienes realizaron un estudio para evaluar la eficacia de una  $\beta$ -mananasa comercial (CTCZYME.) en dietas de inicio y crecimiento con reducción energéticas de 100 Kcal de energía metabolizable por Kg de alimento, durante 21 días y encontraron que la interacción entre la inclusión de enzima y los niveles de energía no fue significativa para el comportamiento productivo.

Por su parte Zou *et al.*, (2006) demostraron que tras adicionar a una dieta basal la enzima comercial HEMICELL ( $\beta$ - mananasa) en diferentes concentraciones (0.025%, 0.05% y 0.075%), los tratamientos con 0.025% y 0.05% registraron pesos superiores en las primeras tres semanas en comparación a la dieta control sin enzimas. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Café *et al.*, (2002) quienes al incluir en dietas comerciales un complejo enzimático (xilanasas + proteasa + amilasas), obtuvieron pesos corporales más altos a los 16, 35 y 49 días en comparación con aves alimentadas con dietas no suplementadas.

Por el contrario, Mussini *et al.*, (2011) tras la suplementación de una  $\beta$  -mananasa comercial (CTCZYME) durante 19 días, en cuatro concentraciones (0%, 0.025%, 0.05% y 0.1%) y un marcador (óxido de cromo), no encontraron diferencias significativas para ganancia de peso, conversión alimenticia e ingesta de alimento. Aunque en las excretas se redujo la materia seca lo que indicaría una mejor utilización del nitrógeno y una mejor digestibilidad. Esta mejoría no afectaría al rendimiento productivo por el corto tiempo en el que se utilizó la enzima o podría haber un cambio en la composición de la canal, como una mayor deposición de proteína en la carcasa.

En las primeras dos semanas no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, en este período numéricamente los mejores promedios con respecto al peso vivo y ganancia de peso fueron alcanzados por los tratamientos (1 y 4). También se observó que numéricamente el T2 (control negativo sin enzimas) tiene el segundo menor peso vivo final, mientras que en el T3 (dieta control negativo con la adición de CTCZYME) registró el menor peso vivo.

Para estos parámetros, a los 21 días se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre T1 y T3, siendo el tratamiento 3 el que obtuvo una ganancia de peso y peso final inferior al resto de tratamientos evaluados. El comportamiento de los datos obtenidos en este tratamiento fue el mismo durante toda la evaluación (1-21 días), y se presume que puede ser explicado por el nivel de proteína presente en su formulación (2 por ciento por debajo de los demás tratamientos).

El comportamiento del tratamiento con menor proteína concuerda con lo encontrado por Zelaya *et al.*, (1995), quienes utilizaron dietas con diferentes niveles de proteína en dietas isocalóricas de iniciación y finalización y obtuvieron una mejor ganancia de peso y peso vivo final conforme el nivel de proteína aumentaba. Similares resultados fueron obtenidos por Cortés *et al.*, (2002) quienes reportaron que la ganancia de peso se ve influenciada de forma negativa al suministrar dietas con baja PC y EM, observándose un crecimiento 5.8 por ciento menor por efecto de las restricciones proteicas y energéticas.

Numéricamente el peso vivo individual más alto a los 21 días se observó en el T5 (dieta que cuenta con la adición de una  $\beta$ -mananasa comercial HEMICELL a razón de 50 g/TM); mientras que el promedio más alto por repetición fue alcanzado por el T1 (control positivo sin enzimas) seguido por el T4 (dieta que contiene la xilanasas comercial ENERXYME a razón de 50 g/TM).

El promedio de ganancia de peso se presenta en la Tabla 7 y de acuerdo con el análisis de varianza de este parámetro no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre todos los tratamientos en las dos primeras semanas, sin embargo; si se obtuvieron diferencias numéricas. Estos resultados coinciden con los encontrados por Fernández *et al.*, (2011), quienes mencionan la existencia de una diferencia numérica superior a favor sobre la respuesta productiva de los pollos de engorde cuyas dietas formuladas en base a maíz y soya fueron suplementadas con un complejo enzimático de carbohidrasas.

A los 21 días, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre T1 y T3 para el parámetro ganancia de peso, esta medición está directamente relacionada con el de peso vivo,

por lo que el comportamiento observado entre ambos parámetros es similar. Numéricamente el promedio más alto se registró en el T1 (dieta control), mientras que el promedio más bajo se encontró en el T3 (T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM).

Castillón (2016) encontró que, tras la inclusión de una xilanasas, a razón de 100 g/TM en dietas basadas en maíz/soya y con diferentes reducciones energéticas (50 Kcal/Kg, 70 Kcal/Kg y 100 Kcal/Kg) no hubo diferencias significativas ( $p>0.05$ ) entre los tratamientos, aunque si una ventaja numérica en la ganancia de peso para la dieta con reducción energética de 70 Kcal/Kg y suplementación enzimática, además determinó que la xilanasas empleada compensó la energía metabolizable reducida de las dietas.

Estos resultados concuerdan con los encontrados en la presente investigación, ya que tampoco se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos suplementados con las carbohidrasas comerciales tras la reducción energética. Pero no sucede lo mismo con el T3 ya que se determinó que el nivel de proteína no fue el mismo con respecto a los demás tratamientos y esto pudo influir en la respuesta productiva.

#### **4.2. Consumo de alimento**

Los resultados obtenidos durante la investigación (1-21 días) se observan en la Tabla 7. Los valores promedio del consumo de alimento analizados en las pruebas de varianza indican que este parámetro no es significativamente influenciado ( $p>0.05$ ) por ninguno de los tratamientos. Cabe recalcar que el T3 en comparación con los demás tratamientos registro durante toda la experimentación parámetros inferiores.

Por el contrario, en el estudio ejecutado por Fernandes *et al.*, (2017) quienes evaluaron el efecto de la adición de un complejo enzimático en dietas de inicio elaboradas con diferentes calidades de maíz con reducción energética de 150 Kcal ME/ Kg, encontraron que la adición enzimática condujo a una mayor ingesta de alimento, siendo esta respuesta influenciada por la calidad del maíz utilizado.

Por su parte Moftakharzadeh *et al.*, (2019), encontraron que aves alimentadas durante los primeros 21 días, con dietas en base a trigo/soya con dos niveles de energía (13.81 MJ/ Kg y 11.51 MJ/Kg) y dos niveles de inclusión enzimática ( 0 y 150 mg/Kg), consumieron significativamente más alimento ( $p < 0.05$ ) con la dieta con menor energía, que las aves con la dieta con mayor energía. Este incremento en el consumo no se ve influenciado por la utilización de enzimas sino por el contenido energético de la dieta.

Zelaya *et al.*, (1995), encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para este parámetro entre tratamientos con diferentes niveles de proteína, obteniendo menores consumos a menores niveles de proteína. Estos resultados concuerdan con lo hallado por Rodríguez *et al.*, (1994) quienes evaluaron el efecto de diferentes niveles de proteína sobre el comportamiento productivo en las etapas de iniciación y finalización, encontrando diferencias estadísticas ( $p < 0.05$ ) en ambas etapas para el consumo de alimento, evidenciando un menor consumo para las aves alimentadas con dietas con reducción de proteína, al igual que una tendencia de aumento en el consumo al incrementarse los niveles de proteína.

#### **4.3. Conversión alimenticia**

Los resultados de conversión alimenticia del presente estudio se muestran en la Tabla 7. Al análisis de variancia no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos por el efecto de la inclusión de enzimas exógenas comerciales. Mientras que en el estudio realizado por Moftakharzadeh *et al.*, (2019), se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la conversión alimenticia al adicionar un complejo multienzimático compuesto por endo-1,4- $\beta$ -glucanasa y endo-1,4- $\beta$ -xilanasas en dietas con alta y baja energía, por lo que concluyeron que la adición enzimática mejora la conversión alimenticia en las dietas con reducción energética ya que estas alcanzaron los parámetros obtenidos por el tratamiento control.

Torres *et al.*, (2003) obtuvieron los mismos resultados al utilizar un complejo multienzimático (amilasa, proteasa y xilanasas) en dietas maíz/soya a los 28 días de edad. Así mismo, en un estudio realizado por Schang *et al.*, (1997), quienes evaluaron el efecto de un complejo enzimático en pollos de engorde alimentados a base de dietas maíz/soya, maíz/soya/soya integral y maíz/soya/soya integral/salvado de trigo con diferentes densidades energéticas (al 100 y 90 por ciento de los requerimientos del NRC), obtuvieron mayores conversiones alimenticias en las dietas de baja densidad tras la suplementación enzimática. Al igual que Kalmendal (2012), quien observó una mejora en la conversión alimenticia, en la digestibilidad de la grasa y el almidón y en la EMAn por la inclusión individual de xilanasas y proteasas.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento control positivo (T1) y el negativo (T2), numéricamente la conversión del T1 es superior. En un estudio realizado por Camiruaga *et al.*, (2001), quienes emplearon complejos enzimáticos en dietas a base de maíz, no reportaron influencia de la adición enzimática sobre el comportamiento productivo de las aves a los 28 días de edad.

Númericamente las mejores CA fueron obtenidas por el T4 (control negativo con la adición de ENERXYME) y T5 (control negativo con la adición de HEMICELL), lo que se traduce en el efecto positivo y similar de las  $\beta$ -manasas y xilanasas suplementadas de forma individual en las dietas, para la liberación de energía de los PNA presentes en la formulación y así compensar la disminución energética de 100 Kcal/Kg. Se esperaba un comportamiento similar para el T3 que contenía otra  $\beta$ -mananasa comercial (CTCZYME); sin embargo, este no reportó el mismo nivel de proteína que el resto de los tratamientos.

Martín (2018), quien al evaluar el efecto de suplementar 4 proteasas en dietas con menor densidad proteica y 6 carbohidrasas en dietas con menor densidad energética, en las fases de inicio y finalización sobre la respuesta productiva a los 7, 21 y 35 días, encontró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los parámetros de conversión alimenticia y ganancia de peso a partir del día 21 para dietas suplementadas con carbohidrasas.

Mientras que Costa *et al.*, (2006) quienes evaluaron el efecto de diferentes niveles de inclusión de un complejo multienzimático (0.1% 0.2% y 0.3%) sobre el rendimiento de pollos de engorde en tres fases de alimentación (inicio, crecimiento y finalizador), en dietas con tres niveles de reducción energética y proteica, determinaron que los niveles de inclusión enzimática influyeron positivamente en la conversión alimenticia en el período inicial para el tratamiento sin reducción energética y proteica, con la adición de 0.01 por ciento del complejo multienzimático.

#### **4.4. Mortalidad**

No se registraron muertes durante el desarrollo del estudio, esto significa que la adición de las enzimas comerciales no tiene efecto en la sobrevivencia de los pollos de carne. Además, los porcentajes de mortalidad observados durante toda la fase experimental estuvieron dentro de los parámetros para la línea de pollos de engorde (<3%) en todos los tratamientos y repeticiones (Guía de manejo del pollo Cobb 500, 2013).



## **V. CONCLUSIÓN**

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente estudio, se puede establecer la siguiente conclusión:

El comportamiento productivo (peso vivo, ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia) de los pollos de carne de la línea Cobb 500 alimentados con dietas con menor energía (100 kcal/Kg) suplementadas con carbohidrasas comerciales fueron similares al grupo control (dieta con niveles de energía estándar) con excepción del T3.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Al concluir el presente trabajo se recomienda:

Utilizar las enzimas exógenas ( $\beta$ - mananasa y xilanasas) por separado, para dietas de inicio y crecimiento en dietas basadas en maíz/soya ya que se obtuvo una mejor conversión alimenticia.

Llevar la evaluación hasta los 42 días, para establecer la influencia de las carbohidrasas exógenas en las diferentes etapas fisiológicas de las aves.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acamovic, T. (2001). Commercial application of enzyme technology for poultry production. *World's Poultry Science Journal*, Vol 53, 225-242.
- Almeida, A. (2015). Suplementação com Xilanase de Regimes Alimentares à base de Milho e Soja para Frangos de Carne. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica- Produção Animal. Lisboa, Portugal.
- Alva, D.P. (2013). Efectos nutricionales de los polisacáridos no amiláceos en pollo de engorde de la línea Ross. *Ciencia y Agricultura*, Vol 10, 39-45.
- Annison, G. & Choct, M. (1991). Antinutritive activities of cereal nonstarch polysaccharides in broiler diets and strategies minimizing their effects. *World's Poultry Science Journal*, 232-242.
- Barragan, J. I. (2016). La importancia actual de los factores anti nutricionales de la soja. *NutriNews*.
- Bedford, M. R. & Partridge, G. G. (2010). *Enzymes in farm animal nutrition*, 2da edition. Cambridge: CAB International.
- Bello, L. A.; González, R. A.; Sánchez, M. M.; Gutiérrez, F. (2005). Extrusión de almidones de fuentes no convencionales para la producción de almidón resistente. *Agrociencia*.
- Bertechini, A. G. (2004). *Nutrição de monogástricos*. LAVRAS.
- Bosch, A. (1996). *Enzimas en avicultura*. *Selecciones Avícolas*, pp 212-215.

- Camiruaga, M.; García, F.; Elera, R.; Simonetti, C. (2001). Respuesta productiva de pollos broilers a la adición de enzimas exógenas a dietas basadas en maíz o triticale. *Ciencia e Investigación Agraria*, 23-36.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2007). *Biología*. Madrid: Editorial Medica Panamericana S.A.
- Carrera, J. E. (2003). Producción y aplicación de enzimas industriales. *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*.
- Castillo, F. (2005). *Biotecnología ambiental*. Madrid: Tebar, S.L.
- Castellón, D. (2016). Efecto de la inclusión de Xilanasa en dietas basadas en maíz sobre la producción de pollos de carne en la unidad experimental de Avicultura-UNALM-Lima. Tesis para optar por el título de Ingeniero Zootecnista. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Choct, M.; Kocher, A.; Waters, D. L.; Pettersson, D.; Ross, G. (2004). Acomparision of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, V.92, 53-61.
- Cáfe, M. B.; Borges, C. A.; Fritts, C. A.; Waldroup, P. W. (2002). Avizyme Improves Performance of Broilers Fed Corn-Soybean Meal- Based Diets. *Poultry Science*, 29-33.
- Cobb. (2013). Guía de manejo del pollo de engorde (consultado 2019 julio 11). <http://www.pronavicola.com/contenido/manuales/Cobb.pdf>.
- Conde, A.; Texeira, A.; Fialho, E.; Schoulten, A.; Bertechini, G. (2003). Efecto de la xilanasa y fitasa en las características de rendimiento y de los huesos de pollos de engorde alimentados con dietas que contienen salvado de arroz. *Revista Brasileña de Zootecnia* vol.32 No5.

- Cortés, A.; Águila, R.; Ávila, E. (2002). La utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda. *Redalyc*, 1-9.
- Costa, F.; Clementino, R.; Jácome, I.; Nascimento, G. & Pereira, W. (2006). Uso de un complejo multienzimático en dietas de pollo. *Brazilian Animal Science*, 5 (2), 63-71. Recuperado de <https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/326>.
- Cowieson, A. (2018). Unlocking the potential of dietary starch with exogenous  $\alpha$ -amylase. Kaiseraugst, Switzerland: DSM Nutritional Products.
- Daskiran, M.; Teeter, R.; Fodge, D.; Hsiao, H. (2004). An evaluation of Endo-  $\beta$ -D-Mannanase (Hemicell) effects on broiler performance and energy use in diets varying in  $\beta$ -mannan content. *Metabolism and nutrition. Poultry Science*. Vol. 83. Department of Animal Science, Oklahoma State University, United State. 662-668 p.
- De la Fuente García, J.; Pérez de Alaya, P.; Flores, A. (1994). Utilización de enzimas en la alimentación de aves. *Mundo Ganadero*, 22-33.
- Dudley-Cash, B. (2014). La respuesta de las aves a las enzimas NSP varían. *Selecciones Avícolas*, 16-18.
- Escarpa, A. & González, M. (1997). Tecnología del almidón resistente. *Food Science and Technology International*, 149-161.
- Fernández, I. & González, D. (2011). Polisacáridos no amiláceos y complejos multienzimáticos; cómo mejorar el valor nutricional del pienso. *Selecciones Avícolas*, 19-22.
- Fernández, J. L.; García, M. L.; Medel, P. (2011). Eficacia de Endofeed DC en pollos de engorde alimentados con dietas elaboradas a base de maíz y torta de soya. XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura 2011.

- Fernandes, J.; Contini, J. P.; Prokoski, K.; Gottardo, E., Cristo, A.; Perini, R. (2017). Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. Fonte: Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. vol.69 no.1: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-8264>.
- García, M.; Quintero, R.; Lopez-Munguia, A. (1993). Biotecnología alimentaria. LIMUSA.
- Gómez, G.; López, C.; Maldonado, C.; Ávila, E. (2010). El sistema inmune digestivo en las aves. Investigación y ciencia, 9-16.
- Guazzi, R. K. (2014). Avaliação nutricional de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. Minas Gerais.
- Jackson, M. E.; Fodge, D. E.; Hsiao, H. Y. (1999). Effects of B-Mananase in Corn-Soybean Meal Diets on Laying Hen Performance. Poultry Science 78, 1737-1741.
- Jovel, J. & Ordoñez, M. (2015). Efecto de la adición de Hemicell® en las dietas de pollos de engorde de la línea Arbor Acres Plus®. Zamorano, Honduras.
- Kaczmarek, S. A.; Rogiewicz, A.; Mogielnicka, M.; Rutkowski, A.; Jones, R. O.; Slominski, B. A. (2014). The effect of protease, amylase, and non-starch polysaccharide-degrading enzyme supplementation on nutrient utilization and growth performance of broiler chickens fed corn-soybean meal-based diet. Poultry Science, 1745-1753.
- Kratzer, F.; Rajaguru, R.; Vohra, P. (1967). The effect of polysaccharides on energy utilization, nitrogen retention and fat absorption in chickens. Journal of Poultry Science. Vol. 46. Purdue University. Hicks Repository, USA (46):6 1489-1493.

- Kong, C.; Lee, J. H.; Adeola, O. (2011). Supplementation of B-mannanase to starter and grower diets for broilers. *Canadian Journal of Animal Science*, 389-397.
- Koolman, J. & Rohm, K. H. (2004). *Bioquímica texto y atlas*. Madrid: Editorial medica Panamericana.
- Krogdahl, A. & Sell, J. (1989). Influence of Age on Lipase, Amylase, and Protease Activities in Pancreatic Tissue and Intestinal Contents of Young Turkeys. *Poultry Science*, 1561-1568.
- Leeson, S. & Summers, J. (2001). *Nutrition of the Chicken*. Ontario: UNIVERSITY BOOKS.
- Lehninger, A. L.; Nelson, D. L.; Cox, M. M. (2006). *Principios de bioquímica*. OMEGA.
- López, S. (2000). Uso de enzimas en los piensos de cerdos y aves. *Mundo Ganadero*, 36-43.
- Martín, J. (junio de 2018). Influencia de proteasas y carbohidrasas en la alimentación de pollos de engorde. Aplicación de diseño de experimentos. Proyecto para optar al título de Especialista en Estadística Aplicada. Bogotá, Colombia: Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Martínez- Alesón, R.; Korsbak. A.; Brugger, R.; Pontoppidan, K. (2010). Uso de proteasas para alimentación de pollos. *Mundo Ganadero*, 36-38.
- Martinez- Cummer, M.; Bostvironnois, C.; Naranjo, V.; Karl, P. (2013). El uso de  $\beta$ -mananasa para Controlar el Impacto de la Respuesta Inmunitaria Inducida por Alimentos (RIIA) y sus implicancias en la Avicultura Comercial. Congreso Científico de Avicultura.

- Martínez-Alesón, R. (2012). Enzimas en alimentación aviar: novedades y aplicación práctica. *Selecciones Avícolas*, 211-220.
- Marzzoco, A. & Torres, B. (2007). *Bioquímica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Mascarell, J. & Ryan, M. (1997). Technical aspects of enzyme utilization: Dry vs liq enzymes. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 161-174.
- Matté, F. (2017). Influencia de la microflora sobre la salud intestinal de las aves. VETANCO. Obtenido de VETANCO.
- Mcdonald, E. & Greenhalgh, M. (1999). *Nutrición Animal*. Zaragoza: ACRIBIA S.A.
- Miled Ouhida, I. B. (2001). Evaluación de complejos enzimáticos en la mejora del valor nutritivo de cereales y leguminosas en la alimentación de pollos en crecimiento (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra.
- Moftakharzadeh, S. A.; Janmohammadi, H.; Taghizadeh, A.; Kianfar, R.; Olyayee, M. G. (2019). Effect of enzyme addition on energy utilization and performance of broiler chickens fed wheat-based diet with different metabolizable energy levels. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 41.
- Montoya, H. (2008). *Microbiología básica para el área de la salud y afines*. 2ª edición. Medellín: imprenta universidad de Antioquia.
- Morales-Ortega, A.; Niño-Medina, G.; Carvajal-Millán, E.; Gardea-Béjar, A.; Torres-Chávez, P.; López-Franco, Y.; Rascón-Chu, A.; Lizardi-Mendoza, J. (2013). Los arabinosilanos ferulados de cereales: Una revisión de sus características fisicoquímicas y capacidad gelificante. *Rev. Fitotec. Mex* vol.36 No. 4, 439-446.



- Mussini, F. J.; Coto, C. A.; Goodgame, S. D.; Lu, C.; Karimi, A. J.; Lee, J. H.; Waldroup, P. W. (2011). Effect of  $\beta$ -Mannanase on Broiler Performance and Dry Matter Output Using Corn-Soybean Meal Based Diets. *Poultry Science*, 778-781.
- Nagashiro, C. (2008). Avances en el uso de enzimas en la Nutrición de Aves. X Congreso Nacional de Avicultura. Maracaibo.
- Nunes, J. K.; Contreira, C. L.; Tavare, A.; Lorandi, S.; Medeiros Dos Santos, C.; Araújo, T. (2013). Digestão e absorção de carboidratos pelas aves. *PUBVET*.
- Oñate, E. (2010). *Biología 1*. México, D. F.: Cengage Learning Editores.
- Park, K. H.; Robyt, J. F.; Choi, Y. D. (1996). *Enzymes for carbohydrate engineering*. Amsterdam: ELSEVIER.
- Paulino, J. (2017). *Nutrición de precisión para pollo de engorde de alto desempeño*. Ergomix.
- Quisbert, M. (2018). Evaluación del efecto de las enzimas fitasa y xilanas en la producción de pollos parrilleros de la línea Cobb 500, en la colonia San Isidro, Provincia Caranavi. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés.
- Quishpe, G. (2006). Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Proyecto especial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras: Universidad Zamorano.
- Ramalho De Lima, M.; Vilar De Silva, J.; Anchieta De Araujo, J.; Batista Lima, C.; Alves De Oliveira, E. R. (2007). Enzimas Exógenas na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasilica* v.1, n.4, 99-110.
- Ravindran, V. (2010). *Aditivos en Alimentación Animal*. XXVI Curso de especialización FEDNA. Madrid.

- Ravindran, V. (2013). Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *The journal of Applied Poultry Research*, 628-636.
- Revuelta, M. (2014). Manejo de la microflora de las gallinas ponedoras. *Selecciones Avícolas*, 11-15.
- Rodríguez, J.; Aguirre, D.; Borbón, L. (1994). Efecto de diferentes niveles de proteína en la dieta de pollos de engorde sobre su rendimiento biológico y económico. *UNICIENCIA* 11, 3-15.
- Rodrigues, D. (2016). Uso de enzimas: consideraciones prácticas y su influencia en los costos de producción del alimento en Ecuador. *Research Gate*.
- Rodrigues De Quadros, V. (2019). Desempenho de Matrizes de corte suplementadas com B-Mananase. Dissertação apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Faculdade de Agronomia.
- Rubio, L. A., & Molina, E. (2016). Las leguminosas en la alimentación animal. *ARBOR* Vol.192-779, a315.
- Salazar- Acosta, E. (2018). Almidón resistente en la nutrición de animales monogástricos I: concepto, clasificación y fuentes. *Nutrición Animal Tropical*, 55-69.
- Santagapita, P. (2010). Estabilidad de enzimas en medios de distinta movilidad molecular. Impacto de interacciones con azúcares y biopolímeros y de la encapsulación. Buenos Aires: Biblioteca Digital FCEN- UBA.
- Schang, M. J.; Azcona, O.; Arias, J. E. (1997). Effects of a soya enzyme supplement on performance of broilers fed corn/soy or corn. soy- full fat soy diets. Alltech, Inc. USA.

- Sens, R. (2009). avaliação da suplementação das enzimas xilanase e  $\beta$ -mananase em rações para perus. Dissertação apresentada ao Curso de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do Título de Mestre. Curitiba, Brasil: Universidade federal do Paraná.
- Shi-Hou, J.; Corless, A.; Sell, J. (1998). Digestive system development in post-hatch poultry. *Poultry Science*, 335-345.
- SHIMADA, A. (2003). *Nutrición animal*. México: Trillas.
- SOLOMON. (2001). *Bioquímica*. McGraw- Hill Interamericana de España S.L.
- Souza De Brito, M.; Santos De Oliveira, C. F.; Gomes Da Silva, T. R.; Barbosa De Lima, R.; Normando Moraes, S.; Vilar Da Silva, J. H. (2008). Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.2, n.4, 111-117.
- Torres, D. M.; Soares Teixeira, A.; Borges Rodrigues, P.; Bertechin, A. G.; Fonseca De Freitas, R. T.; Clementino Dos Santos, É. (2003). Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. Scielo.
- Trejos, A. (2015). Evaluación de la respuesta de la inclusión dietética de una  $\beta$ -mananasa y aceite acidulada de soya sobre el rendimiento zootécnico en ponedoras comerciales. Tesis presentada para optar el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia. Costa Rica.
- Vázquez, C. & Martínez, A. (2005). *ALIMENTACION Y NUTRICION- manual teórico practico* (2a edición). Madrid: Diaz de Santos.

- Vieira, S. L. (2002) Carboidratos: digestão e absorção. In MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 279-298.
- Villaroel, P.; Gomez, C.; Vera, C.; Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. Revista chilena de nutrición.
- Williams, P.; Geraert, P.; Uzu, G.; Annison, G. (1997). Factors affecting non-starch polysaccharide digestibility in poultry. Cahiers Options Méditerranéennes; n. 26, 125-134.
- Wolfgang, A. (2003). Enzymes in industry: Production and Applications Second Edition. Weinheim: Wiley Online Library.
- Yadav, G; Kadam, S. A.; PachpandE, A. M.; Lambate, S. B.; Lonkar, V.D.; Maini, S. & Ravikanth, K (2010). Post Hatch Histo-morphological Studies of Small Intestinal Development in Chicks Fed with Herbal Early Chick Nutritional Supplement. Poultry Science, 851-855.
- Zanella, I.; Sakomura, N. K.; Silversides, F.; Figueirido, A., & Pack, M. (1999). Effect of Enzyme Supplementation of Broiler Diets Based on Corn and Soybeans. Poultry Science, 561-568.
- Zelaya, J.; Aguirre, D. & Bordón, L. (1995). Efecto de diferentes niveles de proteína en la dieta de pollos de engorde sobre el rendimiento biológico y económico. UNICIENCIA, 3-15.
- Zou, X. T.; Qiao, X. J. & Xu, Z. R. (2006). Effect of  $\beta$ -Mannanase (Hemicell) on Growth Performance and Immunity of Broilers. Poultry Science, 2176-2179.

- Zou, J.; Zhang, P.; Zhang, K., Ding, X. & Bai, S. (2013). Effects of exogenous enzymes and dietary energy and dietary energy on performance and digestive physiology of broilers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4,1-9.

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO I: Registro de peso vivo inicial, semanal y final por tratamiento.**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
T1	1	44.66	167.51	442.88	907.13
	2	46.13	187.06	444.13	893.88
	3	46.24	180.18	452.88	919.25
	4	47.18	183.21	487.63	1003.38
	5	46.08	176.40	425.88	877.00
	6	45.80	182.55	454.00	931.25
	PROMEDIO		46.01	179.49	451.23
T2	1	43.73	170.74	425.63	917.75
	2	46.28	168.21	417.63	846.88
	3	44.14	170.00	403.13	846.88
	4	46.63	192.18	460.50	938.00
	5	46.90	191.93	457.00	862.38
	6	44.34	172.31	439.50	876.13
	PROMEDIO		45.33	177.56	433.90
T3	1	45.03	174.85	412.38	846.75
	2	44.48	171.75	391.25	801.00
	3	47.55	173.14	416.00	846.00
	4	45.59	170.69	400.00	843.25
	5	45.21	187.73	429.75	874.63
	6	47.98	191.40	447.88	883.63
	PROMEDIO		45.97	178.26	416.21

**ANEXO I: <<continuación >>.**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO 3 <sup>era</sup> SEM (G)
T4	1	43.79	182.35	448.88	862.25
	2	46.09	184.66	435.00	871.88
	3	43.85	190.68	459.50	923.88
	4	46.75	182.80	470.00	955.88
	5	45.03	172.31	453.13	938.50
	6	45.61	177.19	423.38	914.00
	PROMEDIO	45.19	181.67	448.31	911.06
T5	1	45.11	180.61	430.63	919.88
	2	44.91	169.55	408.75	869.75
	3	44.23	175.83	430.88	854.38
	4	46.78	182.56	481.50	979.25
	5	45.45	178.15	441.63	857.63
	6	47.34	185.20	458.00	931.50
	PROMEDIO	45.64	178.65	441.90	902.06
T6	1	45.11	182.21	453.88	911.25
	2	45.84	179.24	384.75	837.88
	3	45.20	169.40	405.75	859.90
	4	44.46	170.69	428.38	890.38
	5	46.99	179.68	452.75	907.88
	6	45.19	170.04	417.50	857.38
	PROMEDIO	45.47	175.21	423.83	877.44

<sup>1</sup> **T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.



**ANEXO II: Registro de ganancia de peso acumulado semanal por tratamiento.**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN N	GP 1 <sup>era</sup> SEM (G)	GP 2 <sup>da</sup> SEM (G)	GP FINAL (G)
T1	1	122.85	398.21	862.46
	2	140.94	398.00	847.75
	3	133.94	406.64	873.01
	4	136.04	440.45	956.20
	5	130.33	379.80	830.93
	6	136.75	408.20	885.45
	PROMEDIO	133.47	405.22	875.97
T2	1	127.01	381.90	874.03
	2	121.94	371.35	800.60
	3	125.86	358.99	802.74
	4	145.55	413.88	891.38
	5	145.03	410.10	815.48
	6	127.98	395.16	831.79
	PROMEDIO	132.23	388.56	836.00
T3	1	129.83	367.35	801.73
	2	127.28	346.78	756.53
	3	125.59	368.45	798.45
	4	125.10	354.41	797.66
	5	142.51	384.54	829.41
	6	143.43	399.90	835.65
	PROMEDIO	132.29	370.24	803.24

**ANEXO II: <<continuación>>**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	GP 1 <sup>era</sup> SEM (G)	GP 2 <sup>da</sup> SEM (G)	GP FINAL (G)
T4	1	138.56	405.09	818.46
	2	138.58	388.91	825.79
	3	146.83	415.65	880.03
	4	136.05	423.25	909.13
	5	127.29	408.10	893.48
	6	131.58	377.76	868.39
	PROMEDIO	136.48	403.13	865.88
T5	1	135.50	385.51	874.76
	2	124.64	363.84	824.84
	3	131.60	386.65	810.15
	4	135.79	434.73	932.48
	5	132.70	396.18	812.18
	6	137.86	410.66	884.16
	PROMEDIO	133.02	396.26	856.43
T6	1	137.10	408.76	866.14
	2	133.40	338.91	792.04
	3	124.20	360.55	814.70
	4	126.23	383.91	845.91
	5	132.69	405.76	860.89
	6	124.85	372.31	812.19
	PROMEDIO	129.74	378.37	831.98

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO III: Registro de consumo de alimento acumulado semanal por tratamiento.**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	CONSUMO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	CONSUMO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	CONSUMO FINAL (G)
T1	1	154.55	556.55	1197.74
	2	152.20	508.60	1191.95
	3	161.68	530.46	1158.91
	4	161.35	573.09	1272.35
	5	149.63	504.60	1105.83
	6	153.30	528.61	1185.25
	PROMEDIO	155.45	533.65	1185.34
T2	1	146.23	531.33	1187.31
	2	149.20	516.30	1149.79
	3	155.36	531.24	1191.45
	4	162.38	531.68	1194.37
	5	153.70	532.36	1149.68
	6	150.14	542.65	1159.28
	PROMEDIO	152.84	530.93	1171.98
T3	1	142.05	495.95	1079.25
	2	141.96	483.76	1133.26
	3	131.49	472.44	1099.52
	4	146.60	491.58	1124.70
	5	158.21	520.62	1155.94
	6	154.08	532.82	1182.58
	PROMEDIO	145.73	499.53	1129.21

**ANEXO III: <<continuación>>**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	CONSUMO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	CONSUMO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	CONSUMO FINAL (G)
T4	1	155.44	519.84	1126.80
	2	161.14	487.54	1090.35
	3	164.85	550.84	1224.66
	4	154.97	546.17	1206.79
	5	137.26	510.11	1145.85
	6	148.06	501.03	1160.28
	PROMEDIO	153.62	519.25	1159.12
T5	1	149.43	505.43	1160.31
	2	145.08	499.08	1117.66
	3	159.23	532.28	1160.45
	4	148.36	532.73	1208.20
	5	154.45	502.63	1041.56
	6	154.07	530.28	1188.43
	PROMEDIO	151.77	517.07	1146.10
T6	1	149.55	531.55	1166.26
	2	147.45	471.95	1098.48
	3	145.34	488.94	1122.48
	4	150.14	520.05	1185.49
	5	150.62	534.73	1176.79
	6	136.49	536.63	1151.06
	PROMEDIO	146.60	513.98	1150.09

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO IV: Registro de conversión alimenticia acumulada semanal por tratamiento.**

TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICIÓN	CA 1era SEM	CA 2da SEM	CA FINAL
T1	1	1.26	1.40	1.39
	2	1.08	1.28	1.41
	3	1.21	1.31	1.33
	4	1.19	1.30	1.33
	5	1.15	1.33	1.33
	6	1.12	1.30	1.34
	PROMEDIO	1.17	1.32	1.35
T2	1	1.15	1.39	1.36
	2	1.22	1.39	1.44
	3	1.23	1.48	1.48
	4	1.12	1.29	1.34
	5	1.06	1.30	1.41
	6	1.17	1.37	1.39
	PROMEDIO	1.16	1.37	1.40
T3	1	1.09	1.35	1.35
	2	1.12	1.40	1.50
	3	1.05	1.28	1.38
	4	1.17	1.39	1.41
	5	1.11	1.35	1.39
	6	1.07	1.33	1.42
	PROMEDIO	1.10	1.35	1.41

**ANEXO IV: <<continuación>>**

TRATAMIENTOS <sup>1</sup>	REPETICIÓN	CA 1 <sup>era</sup> SEM	CA 2 <sup>da</sup> SEM	CA FINAL
T4	1	1.12	1.28	1.38
	2	1.16	1.25	1.32
	3	1.12	1.33	1.39
	4	1.14	1.29	1.33
	5	1.08	1.25	1.28
	6	1.13	1.33	1.34
	PROMEDIO	1.13	1.29	1.34
T5	1	1.10	1.31	1.33
	2	1.16	1.37	1.36
	3	1.21	1.38	1.43
	4	1.09	1.23	1.30
	5	1.16	1.27	1.28
	6	1.12	1.29	1.34
	PROMEDIO	1.14	1.31	1.34
T6	1	1.09	1.30	1.35
	2	1.11	1.39	1.39
	3	1.17	1.36	1.38
	4	1.19	1.36	1.40
	5	1.14	1.32	1.37
	6	1.09	1.44	1.42
	PROMEDIO	1.13	1.36	1.38

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO V: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (1-7 días).**

TRAT <sup>1</sup>	REP	DIA 1 (G)	DIA 2 (G)	DIA 3 (G)	DIA 4 (G)	DIA 5 (G)	DIA 6 (G)	DIA 7 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO PAÑAL (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CONSUMO SEMANAL (G)
T1	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	21.90	13.10	281.10	316.10	154.50
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	22.60	10.20	301.50	334.30	152.20
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	22.10	19.20	217.30	258.60	161.70
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	19.50	35.80	205.90	261.20	161.40
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	25.20	69.50	260.30	355.00	149.60
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	19.30	37.80	268.50	325.60	153.30
T2	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	15.30	69.50	297.40	382.20	146.20
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	27.20	31.80	299.40	358.40	149.20
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	21.30	37.80	250.00	309.10	155.40
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	18.60	19.15	215.20	253.00	162.40
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	21.70	41.40	259.30	322.40	153.70
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	27.00	35.80	288.10	350.90	150.10
T3	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	30.80	75.00	309.80	415.60	142.10
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	19.00	56.70	340.60	416.30	142.00
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	17.50	70.95	411.60	500.10	131.50
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	24.10	100.00	255.10	379.20	146.60
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	18.10	19.15	249.10	286.40	158.20
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	22.20	57,75	297.20	319.40	154.10

**ANEXO V:<<continuación>>**

TRAT <sup>1</sup>	REP	DIA 1 (G)	DIA 2 (G)	DIA 3 (G)	DIA 4 (G)	DIA 5 (G)	DIA 6 (G)	DIA 7 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO PAÑAL (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CUNSUMO SEMANAL (G)
T4	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	28.80	35.40	244.30	308.50	155.40
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	27.00	13.10	222.80	262.90	161.10
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	28.30	38.00	166.90	233.20	164.90
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	14.70	34.95	262.60	312.30	155.00
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	19.90	101.20	332.80	453.90	137.30
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	23.00	64.30	280.20	367.50	148.10
T5	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	33.60	100.00	223.00	356.60	149.40
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	16.10	56.70	318.60	391.40	145.10
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	26.40	35.40	216.40	278.20	159.20
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	24.20	75.00	265.90	365.10	148.40
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	28.60	41.40	246.40	316.40	154.50
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	26.80	57.75	234.90	319.50	154.10
T6	1	120	160	176	200	240	304	352	1552	29.10	31.80	294.70	355.60	149.60
	2	120	160	176	200	240	304	352	1552	21.40	64.30	286.70	372.40	147.50
	3	120	160	176	200	240	304	352	1552	23.30	10.20	355.80	389.30	145.30
	4	120	160	176	200	240	304	352	1552	27.60	38.00	285.30	350.90	150.10
	5	120	160	176	200	240	304	352	1552	31.20	34.95	280.90	347.10	150.60
	6	120	160	176	200	240	304	352	1552	20.00	70.95	369.10	460.10	136.50

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.



**ANEXO VI: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (7-14 días).**

TRAT <sup>1</sup>	REP	DIA8 (G)	DIA9 (G)	DIA10 (G)	DIA11 (G)	DIA12 (G)	DIA13 (G)	DIA14 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CONSUMO SEMANAL (G)
T1	1	716	448	480	512	560	592	624	3932	650.90	30.00	680.90	406.40
	2	734	448	480	512	560	592	624	3950	1036.70	30.00	1066.70	360.50
	3	659	448	480	512	560	592	624	3875	853.00	30.00	883.00	374.00
	4	661	448	480	512	560	592	624	3877	498.00	30.00	528.00	418.70
	5	755	448	480	512	560	592	624	3971	1016.00	20.50	1036.50	366.80
	6	726	448	480	512	560	592	624	3942	861.00	21.00	882.00	382.50
T2	1	782	448	480	512	560	592	624	3998	812.00	20.50	832.50	395.70
	2	758	448	480	512	560	592	624	3974	958.00	20.50	978.50	374.50
	3	709	448	480	512	560	592	624	3925	838.00	21.00	859.00	383.30
	4	653	448	480	512	560	592	624	3869	860.00	16.80	876.80	374.00
	5	722	448	480	512	560	592	624	3938	826.00	20.00	846.00	386.60
	6	751	448	480	512	560	592	624	3967	734.00	30.00	764.00	400.40
T3	1	816	448	480	512	560	592	624	4032	1081.30	13.00	1094.30	367.20
	2	816	448	480	512	560	592	624	4032	1177.00	45.00	1222.00	351.30
	3	900	448	480	512	560	592	624	4116	1278.00	22.00	1300.00	352.00
	4	779	448	480	512	560	592	624	3995	1074.00	37.30	1111.30	360.50
	5	686	448	480	512	560	592	624	3902	949.00	16.80	965.80	367.10
	6	719	448	480	512	560	592	624	3935	852.00	31.25	883.30	381.50

**ANEXO VI:<<continuación>>**

TRAT <sup>1</sup>	REP	DIA8 (G)	DIA9 (G)	DIA10 (G)	DIA11 (G)	DIA12 (G)	DIA13 (G)	DIA14 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CONSUMO SEMANAL (G)
T4	1	709	448	480	512	560	592	624	3925	927.00	18.00	945.00	372.40
	2	663	448	480	512	560	592	624	3879	1197.60	30.00	1227.60	331.40
	3	633	448	480	512	560	592	624	3849	676.00	19.00	695.00	394.30
	4	712	448	480	512	560	592	624	3928	719.00	30.00	749.00	397.40
	5	854	448	480	512	560	592	624	4070	936.00	30.00	966.00	388.00
	6	768	448	480	512	560	592	624	3984	1047.00	25.50	1072.50	363.90
T5	1	757	448	480	512	560	592	624	3973	954.10	37.30	991.40	372.70
	2	791	448	480	512	560	592	624	4007	1057.30	45.00	1102.30	363.10
	3	678	448	480	512	560	592	624	3894	830.00	18.00	848.00	380.80
	4	765	448	480	512	560	592	624	3981	794.00	13.00	807.00	396.80
	5	716	448	480	512	560	592	624	3932	1057.00	20.00	1077.00	356.90
	6	719	448	480	512	560	592	624	3935	810.00	31.25	841.30	386.80
T6	1	756	448	480	512	560	592	624	3972	834.20	20.50	854.70	389.60
	2	772	448	480	512	560	592	624	3988	1281.60	25.50	1307.10	335.20
	3	789	448	480	512	560	592	624	4005	1193.00	30.00	1223.00	347.80
	4	751	448	480	512	560	592	624	3967	923.00	19.00	942.00	378.10
	5	747	448	480	512	560	592	624	3963	794.00	30.00	824.00	392.40
	6	860	448	480	512	560	592	624	4076	754.00	30.00	784.00	411.50

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO VII: Registro de alimento ofrecido por tratamiento (14-21 días).**

TRAT	REP	DIA 15 (G)	DIA 16 (G)	DIA 17 (G)	DIA 18 (G)	DIA 19 (G)	DIA 20 (G)	DIA 21 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CONSUMO SEMANAL (G)
T1	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	544.20	86.30	630.50	641.20
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	241.40	51.80	293.20	683.40
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	644.00	88.40	732.40	628.50
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	129.00	36.90	165.90	699.30
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	842.00	108.20	950.20	601.20
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	439.00	67.90	506.90	656.60
T2	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	438.00	74.20	512.20	656.00
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	599.50	92.60	692.10	633.50
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	413.00	65.30	478.30	660.20
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	395.00	63.50	458.50	662.70
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	725.00	96.50	821.50	617.30
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	730.00	97.00	827.00	616.60
T3	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	960.00	133.40	1093.40	583.30
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	484.50	79.50	564.00	649.50
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	654.00	89.40	743.40	627.10
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	610.00	85.00	695.00	633.10
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	594.00	83.40	677.40	635.30
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	489.00	72.90	561.90	649.80

**ANEXO VII:<<continuación>>**

TRAT	REP	DIA 15 (G)	DIA 16 (G)	DIA 17 (G)	DIA 18 (G)	DIA 19 (G)	DIA 20 (G)	DIA 21 (G)	TOTAL (G)	RESIDUO COMEDERO (G)	RESIDUO BANDEJA (G)	RESIDUO TOTAL (G)	CONSUMO SEMANAL (G)
T4	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	790.00	114.30	904.30	607.00
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	819.80	117.70	937.50	602.80
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	314.00	55.40	369.40	673.80
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	410.00	65.00	475.00	660.60
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	591.00	83.10	674.10	635.70
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	420.00	66.00	486.00	659.30
T5	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	445.90	75.10	521.00	654.90
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	706.60	104.80	811.40	618.60
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	646.00	88.60	734.60	628.20
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	302.00	54.20	356.20	675.50
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	1295.00	153.50	1448.50	538.90
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	428.00	66.80	494.80	658.20
T6	1	656	704	768	832	880	928	992	5760	590.70	91.60	682.30	634.70
	2	656	704	768	832	880	928	992	5760	649.50	98.30	747.80	626.50
	3	656	704	768	832	880	928	992	5760	607.00	84.70	691.70	633.50
	4	656	704	768	832	880	928	992	5760	375.00	61.50	436.50	665.40
	5	656	704	768	832	880	928	992	5760	545.00	78.50	623.50	642.10
	6	656	704	768	832	880	928	992	5760	746.00	98.60	844.60	614.40

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO VIII: Registro de peso individual semanal por tratamiento y repetición.**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N.º	PESO	PESO 1 <sup>era</sup>	PESO 2 <sup>da</sup>	PESO
			AVE	INICIAL (G)	SEM (G)	SEM (G)	FINAL (G)
1	1	1	1	46.10	170.20	431.00	868.00
			2	42.50	168.60	454.00	950.00
			3	44.60	172.20	464.00	955.00
			4	50.30	216.40	532.00	990.00
			5	43.20	172.70	448.00	911.00
			6	39.10	137.60	395.00	839.00
			7	48.50	145.50	414.00	914.00
			8	43.00	156.90	405.00	830.00
2	3	6	9	45.50	164.80	373.00	768.00
			10	51.50	206.90	464.00	905.00
			11	47.30	183.80	441.00	916.00
			12	48.00	192.60	437.00	833.00
			13	48.30	202.50	467.00	883.00
			14	48.50	200.30	487.00	987.00
			15	46.90	185.70	451.00	928.00
			16	47.80	194.60	463.00	849.00
3	2	6	17	44.20	182.70	437.00	838.00
			18	38.70	135.80	367.00	765.00
			19	43.70	164.50	433.00	919.00
			20	46.60	197.10	495.00	855.00
			21	49.60	192.00	514.00	963.00
			22	43.50	137.50	356.00	773.00
			23	41.70	160.70	388.00	838.00
			24	46.70	208.20	526.00	1058.00
4	4	4	25	49.80	156.30	405.00	873.00
			26	39.90	177.10	483.00	1006.00
			27	48.70	184.40	469.00	958.00
			28	49.60	190.50	482.00	1041.00
			29	43.50	199.70	494.00	982.00
			30	44.20	166.40	386.00	734.00
			31	46.70	197.00	518.00	1005.00
			32	51.60	191.00	523.00	1048.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
5	4	2	33	50.10	198.80	456.00	875.00
			34	42.60	162.10	397.00	813.00
			35	48.40	166.90	403.00	815.00
			36	44.50	201.70	464.00	903.00
			37	46.50	193.80	467.00	958.00
			38	47.60	186.60	412.00	842.00
			39	45.80	195.50	455.00	915.00
			40	43.20	171.90	426.00	854.00
6	5	6	41	43.70	180.30	463.00	1001.00
			42	45.00	155.80	436.00	968.00
			43	52.50	201.20	497.00	923.00
			44	43.90	180.90	420.00	776.00
			45	46.70	182.40	484.00	1003.00
			46	52.40	197.90	470.00	909.00
			47	49.70	178.10	412.00	867.00
			48	44.80	205.00	482.00	1005.00
7	1	4	49	41.10	180.30	444.00	954.00
			50	48.80	192.50	547.00	1098.00
			51	49.10	169.90	470.00	999.00
			52	41.60	193.80	526.00	1032.00
			53	47.20	180.30	453.00	936.00
			54	48.10	185.10	477.00	955.00
			55	45.40	180.70	519.00	1101.00
			56	56.10	183.10	465.00	952.00
8	6	5	57	45.40	148.00	466.00	1048.00
			58	53.70	170.20	412.00	811.00
			59	44.60	178.70	401.00	759.00
			60	44.20	161.40	397.00	718.00
			61	43.20	187.20	489.00	1002.00
			62	46.10	190.40	442.00	893.00
			63	44.70	186.90	486.00	1012.00
			64	54.00	214.60	529.00	1020.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
9	6	1	65	41.60	167.00	421.00	874.00
			66	44.90	184.40	486.00	980.00
			67	44.40	188.10	454.00	794.00
			68	41.80	174.90	465.00	992.00
			69	45.70	197.60	470.00	901.00
			70	50.30	181.20	431.00	865.00
			71	48.60	196.20	511.00	1088.00
			72	43.60	168.30	393.00	796.00
10	4	5	73	46.60	150.10	434.00	868.00
			74	40.70	198.20	500.00	968.00
			75	43.30	190.00	490.00	1009.00
			76	48.50	210.50	481.00	926.00
			77	47.30	154.20	427.00	970.00
			78	42.60	174.70	490.00	1018.00
			79	45.80	143.80	384.00	864.00
			80	45.40	157.00	419.00	885.00
11	3	3	81	47.50	151.60	366.00	715.00
			82	43.50	165.60	396.00	877.00
			83	51.80	195.10	466.00	959.00
			84	49.50	184.60	422.00	833.00
			85	42.70	143.40	386.00	767.00
			86	49.50	176.50	439.00	892.00
			87	49.60	197.90	469.00	951.00
			88	46.30	170.40	384.00	774.00
12	5	4	89	50.40	187.90	498.00	1023.00
			90	46.50	184.10	473.00	938.00
			91	49.00	193.10	528.00	1106.00
			92	45.30	169.40	433.00	901.00
			93	52.60	178.90	449.00	910.00
			94	44.30	182.80	494.00	1019.00
			95	47.20	187.20	506.00	974.00
			96	38.90	177.10	471.00	963.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
			97	45.80	186.20	430.00	893.00
			98	46.30	162.10	396.00	798.00
			99	45.80	177.00	462.00	875.00
13	2	2	100	48.90	134.90	339.00	695.00
			101	47.00	173.60	429.00	853.00
			102	46.00	162.80	397.00	836.00
			103	45.40	154.30	397.00	844.00
			104	45.00	194.80	491.00	981.00
			105	51.20	185.80	477.00	989.00
			106	46.40	175.00	430.00	853.00
			107	45.80	184.70	457.00	936.00
14	1	3	108	40.60	188.60	462.00	822.00
			109	50.00	187.40	478.00	986.00
			110	47.50	165.40	460.00	972.00
			111	43.60	170.60	401.00	845.00
			112	44.80	183.90	458.00	951.00
			113	46.90	148.60	325.00	633.00
			114	41.60	200.00	499.00	1005.00
			115	46.70	192.10	481.00	963.00
15	6	6	116	40.80	156.10	416.00	882.00
			117	52.00	172.60	393.00	790.00
			118	42.20	153.90	373.00	778.00
			119	42.00	163.00	397.00	854.00
			120	49.30	174.00	456.00	954.00
			121	49.90	192.10	441.00	858.00
			122	44.10	176.00	408.00	818.00
			123	39.20	170.80	384.00	835.00
16	3	1	124	43.70	177.40	420.00	855.00
			125	49.80	190.10	468.00	927.00
			126	43.60	184.00	389.00	846.00
			127	47.70	151.50	391.00	808.00
			128	42.20	156.90	398.00	827.00



**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
			129	45.80	190.70	463.00	884.00
			130	46.20	198.60	507.00	941.00
			131	49.50	204.40	464.00	884.00
17	4	1	132	39.90	187.80	467.00	936.00
			133	44.60	182.50	414.00	810.00
			134	43.00	161.30	399.00	750.00
			135	41.10	174.50	460.00	895.00
			136	40.20	159.00	417.00	798.00
			137	48.10	176.80	409.00	779.00
			138	39.90	163.60	436.00	878.00
			139	41.90	151.80	448.00	858.00
18	5	5	140	47.00	192.50	477.00	908.00
			141	44.60	184.10	445.00	803.00
			142	44.60	191.10	454.00	865.00
			143	42.50	172.00	421.00	850.00
			144	55.00	193.30	443.00	920.00
			145	47.50	180.80	441.00	861.00
			146	39.70	158.70	390.00	831.00
			147	47.20	208.80	430.00	902.00
19	2	1	148	42.80	143.90	398.00	894.00
			149	45.80	185.60	455.00	930.00
			150	43.20	173.20	423.00	972.00
			151	40.90	180.70	454.00	974.00
			152	42.70	134.20	414.00	978.00
			153	47.40	189.70	445.00	945.00
			154	51.20	187.20	419.00	864.00
			155	41.90	146.80	364.00	832.00
20	3	4	156	48.00	195.00	449.00	958.00
			157	43.90	185.10	418.00	861.00
			158	45.80	158.80	394.00	828.00
			159	45.80	162.20	380.00	791.00
			160	40.70	140.70	331.00	667.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
			161	48.70	165.60	413.00	893.00
			162	40.70	148.10	373.00	712.00
			163	41.10	170.10	443.00	940.00
21	6	4	164	42.30	151.20	399.00	852.00
			165	41.50	176.50	444.00	907.00
			166	51.20	189.80	441.00	876.00
			167	43.60	191.90	484.00	993.00
			168	46.60	172.30	430.00	950.00
			169	44.60	175.60	428.00	819.00
			170	42.90	153.50	387.00	822.00
			171	48.70	190.70	460.00	870.00
22	5	3	172	46.50	185.10	458.00	915.00
			173	45.20	173.70	449.00	842.00
			174	44.50	161.60	412.00	832.00
			175	40.50	189.10	397.00	808.00
			176	40.90	177.30	456.00	927.00
			177	48.50	193.50	501.00	984.00
			178	48.40	206.60	484.00	901.00
			179	45.50	176.50	444.00	871.00
23	2	5	180	48.90	207.40	445.00	840.00
			181	49.00	200.20	479.00	813.00
			182	48.20	208.30	473.00	891.00
			183	42.60	151.50	378.00	729.00
			184	44.10	191.40	452.00	870.00
			185	40.60	132.90	354.00	762.00
			186	49.60	179.60	464.00	920.00
			187	45.20	190.90	430.00	889.00
24	1	5	188	44.90	176.80	442.00	906.00
			189	46.60	182.00	444.00	946.00
			190	47.40	176.80	418.00	857.00
			191	44.80	185.50	427.00	820.00
			192	49.50	186.70	428.00	916.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
25	5	1	193	48.30	193.40	418.00	860.00
			194	48.10	185.20	453.00	996.00
			195	44.00	176.80	452.00	895.00
			196	48.60	182.40	446.00	992.00
			197	43.80	183.40	422.00	955.00
			198	39.10	163.80	397.00	825.00
			199	44.10	188.60	447.00	971.00
			200	44.90	171.30	410.00	865.00
26	4	3	201	46.40	201.30	438.00	826.00
			202	47.90	194.20	520.00	1028.00
			203	39.60	187.70	425.00	882.00
			204	43.00	195.20	452.00	919.00
			205	40.20	168.40	437.00	893.00
			206	45.40	215.60	513.00	1058.00
			207	45.70	183.60	451.00	898.00
			208	42.60	179.40	440.00	887.00
27	3	5	209	44.20	191.70	445.00	908.00
			210	46.40	189.10	467.00	969.00
			211	37.60	163.70	361.00	730.00
			212	48.40	213.00	448.00	973.00
			213	42.90	167.30	390.00	779.00
			214	49.30	191.40	436.00	899.00
			215	41.50	170.10	396.00	738.00
			216	51.40	215.50	495.00	1001.00
28	1	2	217	43.30	183.90	437.00	918.00
			218	47.30	179.50	470.00	977.00
			219	44.60	180.70	419.00	935.00
			220	46.60	181.10	414.00	949.00
			221	47.90	183.90	480.00	808.00
			222	43.10	183.90	413.00	797.00
			223	47.50	192.60	473.00	916.00
			224	48.70	210.90	447.00	851.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO INICIAL (G)	PESO 1 <sup>era</sup> SEM (G)	PESO 2 <sup>da</sup> SEM (G)	PESO FINAL (G)
			225	46.50	175.80	415.00	843.00
			226	47.60	166.40	397.00	860.00
			227	40.60	144.30	353.00	839.00
29	5	2	228	49.20	216.20	478.00	1040.00
			229	43.90	169.50	387.00	777.00
			230	44.70	165.30	414.00	870.00
			231	41.90	147.20	396.00	904.00
			232	44.90	171.70	430.00	825.00
			233	48.90	199.20	390.00	880.00
			234	42.40	145.50	338.00	810.00
			235	46.30	196.00	438.00	924.00
30	6	2	236	48.10	184.30	394.00	837.00
			237	43.50	172.20	362.00	767.00
			238	48.10	177.80	372.00	889.00
			239	44.40	181.50	389.00	789.00
			240	45.00	177.40	395.00	807.00
			241	44.90	164.00	384.00	849.00
			242	43.30	160.00	394.00	753.00
			243	44.00	171.90	421.00	849.00
31	2	3	244	48.40	190.20	338.00	685.00
			245	40.80	181.10	432.00	960.00
			246	44.50	176.90	489.00	1060.00
			247	47.60	143.30	343.00	729.00
			248	39.60	172.60	424.00	890.00
			249	40.40	174.40	426.00	881.00
			250	47.70	178.30	466.00	1000.00
			251	43.60	205.00	511.00	1071.00
32	2	4	252	44.30	203.50	445.00	848.00
			253	48.10	159.40	375.00	703.00
			254	49.70	220.50	461.00	913.00
			255	47.50	183.80	479.00	1047.00
			256	51.70	212.50	521.00	1041.00

**ANEXO VIII: <<continuación>>**

N° JAULA	TRATAMIENTO <sup>1</sup>	REPETICION	N° AVE	PESO	PESO 1 <sup>era</sup>	PESO 2 <sup>da</sup>	PESO
				INICIAL (G)	SEM (G)	SEM (G)	FINAL (G)
33	6	3	257	46.70	187.10	445.00	914.00
			258	42.50	166.30	406.00	876.00
			259	53.60	160.30	382.00	844.00
			260	42.90	176.40	403.00	806.00
			261	42.70	154.70	356.00	795.00
			262	44.10	169.80	417.00	884.00
			263	43.40	154.40	405.00	883.00
			264	45.70	186.20	432.00	877.00
34	3	2	265	45.10	181.30	423.00	821.00
			266	39.70	164.40	392.00	800.00
			267	46.90	184.80	439.00	948.00
			268	43.40	159.20	327.00	684.00
			269	41.60	156.10	363.00	700.00
			270	49.20	175.40	397.00	875.00
			271	46.20	192.70	418.00	829.00
			272	43.70	160.10	371.00	751.00
35	4	6	273	43.40	184.20	457.00	954.00
			274	42.30	154.80	345.00	743.00
			275	52.20	174.70	477.00	1009.00
			276	47.90	191.50	443.00	932.00
			277	43.90	194.60	465.00	1028.00
			278	43.20	160.40	379.00	888.00
			279	46.00	182.60	394.00	787.00
			280	46.00	174.70	427.00	971.00
36	1	6	281	42.90	169.90	421.00	876.00
			282	48.80	182.60	452.00	1001.00
			283	46.00	173.80	404.00	747.00
			284	45.10	190.50	462.00	979.00
			285	43.70	174.60	447.00	901.00
			286	48.20	174.70	480.00	970.00
			287	47.40	210.90	503.00	1001.00
			288	44.30	183.40	463.00	975.00

<sup>1</sup>**T1:** Dieta control formulada según especificaciones nutricionales para pollos de carne de la línea Cobb 500; **T2:** Dieta control negativa, reformulada para lograr 100Kcal de energía menos que la dieta control; **T3:** T2 + CTCZYME a razón de 500 g/TM; **T4:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM; **T5:** T2 + HEMICELL a razón de 400 g/TM; **T6:** T2 + ENERXYME a razón de 50 g/TM y CTCZYME a razón de 500 g/TM.

**ANEXO IX: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo inicial por tratamiento.**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	3.4215	0.6843	0.49	0.778	n.s.
<b>Error</b>	30	41.6249	1.3875			
<b>Total corregido</b>	35	45.0464				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	PV0 Media
0.075956	2.5831	1.1779	45.600

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	3.4215	0.6843	0.49	0.778

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para peso vivo inicial.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	46.0130	6	T1
A	45.9710	6	T3
A	45.6350	6	T5
A	45.4650	6	T6
A	45.3330	6	T2
A	45.1850	6	T4

**ANEXO X: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo por tratamiento (1-7 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	136.6766	27.3353	0.46	0.8043	n.s.
<b>Error</b>	30	1791.1392	59.7046			
<b>Total corregido</b>	35	1927.8159				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pv07 Media
0.070897	4.3295	7.7269	178.4712

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	136.6766	27.3353	0.46	0.8043

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para peso vivo (1-7 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	181.6650	6	T4
A	179.4850	6	T1
A	178.6500	6	T5
A	178.2580	6	T3
A	177.5600	6	T2
A	175.2080	6	T6

**ANEXO XI: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo por tratamiento (1-14 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel sig.
Modelo	5	5774.31771	1154.8635	2.31	0.0686	n.s.
Error	30	14984.6979	499.4899			
Total corregido	35	20759.0156				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pv14 Media
0.2782	5.1272	22.3493	435.8958

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	5774.3177	1154.8635	2.31	0.0686

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para Peso vivo (1-14 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	451.2300	6	T1
A	448.3100	6	T4
A	441.9000	6	T5
A	433.9000	6	T2
A	423.8300	6	T6
A	416.2100	6	T3

**ANEXO XII: Análisis de varianza y prueba tukey para peso vivo final por tratamiento.**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	21041.9643	4208.3929	2.80	0.0342	*
<b>Error</b>	30	45056.3724	1501.8791			
<b>Total corregido</b>	35	66098.3367				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	pv21 Media
0.3183	4.3519	38.7541	890.5146

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	21041.9643	4208.3929	2.80	0.0342

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para peso vivo final.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
	A	921.9800	6 T1
B	A	911.0600	6 T4
B	A	902.0600	6 T5
B	A	881.3300	6 T2
B	A	877.4400	6 T6
B		849.2100	6 T3

**ANEXO XIII: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso por tratamiento (1-7 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	143.6195	28.7239	0.55	0.7360	n.s.
<b>Error</b>	30	1562.6308	52.0877			
<b>Total corregido</b>	35	1706.2503				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	gp07 Media
0.0842	5.4317	7.2172	132.8708

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	143.6195	28.7240	0.55	0.7360



**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para ganancia de peso (1-7 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	136.4790	6	T4
A	133.4730	6	T1
A	133.0150	6	T5
A	132.2880	6	T3
A	132.2270	6	T2
A	129.7440	6	T6

**ANEXO XIV: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso por tratamiento (1-14 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig
Modelo	5	5822.6700	1164.5340	2.45	0.0563	n.s.
Error	30	14257.4770	475.2492			
Total corregido	35	20080.1469				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	gpa14 Media
0.2900	5.5856	21.8002	390.2955

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	5822.6700	1164.5340	2.45	0.0563

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para ganancia de peso (1-14 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	405.2200	6	T1
A	403.1300	6	T4
A	396.2600	6	T5
A	388.5600	6	T2
A	378.3700	6	T6
A	370.2400	6	T3

**ANEXO XV: Análisis de varianza y prueba tukey para ganancia de peso final por tratamiento.**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
Modelo	5	21120.1435	4224.0287	2.88	0.0306	*
Error	30	43990.7475	1466.3583			
Total corregido	35	65110.8910				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	gpa21 Media
0.3244	4.5322	38.2931	844.9142

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	21120.1435	4224.0287	2.88	0.0306

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para ganancia de peso final.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	875.9700	6	T1
B	865.8800	6	T4
B	856.4300	6	T5
B	836.0000	6	T2
B	831.9800	6	T6
B	803.2400	6	T3

**ANEXO XVI: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento por tratamiento (1-7 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
Modelo	5	466.6339	93.3268	1.87	0.1301	n.s.
Error	30	1500.3031	50.0101			
Total corregido	35	1966.9370				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	Aa7 Media
0.2372	4.6833	7.0718	151.0007

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	466.6339	93.3268	1.87	0.1301

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para consumo de alimento (1-7 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	155.4500	6	T1
A	153.6210	6	T4
A	152.8350	6	T2
A	151.7690	6	T5
A	146.5980	6	T6
A	145.7310	6	T3

**ANEXO XVII: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento por tratamiento (1-14 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
Modelo	5	4590.7341	918.1468	1.87	0.1286	n.s.
Error	30	14697.5040	489.9168			
Total corregido	35	19288.2381				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	aa14 Media
0.2380	4.2642	22.1341	519.0673

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	4590.7341	918.1468	1.87	0.1286

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para consumo de alimento (1-14 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	533.6500	6	T1
A	530.9300	6	T2
A	519.2500	6	T4
A	517.0700	6	T5
A	513.9800	6	T6
A	499.5300	6	T3

**ANEXO XVIII: Análisis de varianza y prueba tukey para consumo de alimento acumulado final por tratamiento.**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	11824.2419	2364.8484	1.18	0.3410	n.s.
<b>Error</b>	30	60000.7317	2000.0244			
<b>Total corregido</b>	35	71824.9736				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	aa21 Media
0.1646	3.8654	44.7216	1156.9730

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	11824.2419	2364.8484	1.18	0.3410

**Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para Consumo de alimento acumulado final.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	trat
A	1185.3400	6	T1
A	1171.9800	6	T2
A	1159.1200	6	T4
A	1150.0900	6	T6
A	1146.1000	6	T5
A	1129.2100	6	T3

**ANEXO XIX: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimenticia por tratamiento (1-7 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
<b>Modelo</b>	5	0.0169	0.0034	1.37	0.2623	n.s.
<b>Error</b>	30	0.0738	0.0025			
<b>Total corregido</b>	35	0.0906				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	ca07 Media
0.1862	4.3585	0.0496	1.1377

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Trat</b>	5	0.0169	0.0034	1.37	0.2623

**Prueba del rango estudentizado de tukey (HSD) para conversión alimenticia (1-7 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	1.1667	6	T1
A	1.1597	6	T2
A	1.1418	6	T5
A	1.1307	6	T6
A	1.1250	6	T4
A	1.1022	6	T3

**ANEXO XX: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimenticia por tratamiento (1-14 días).**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
Modelo	5	0.03170800	0.00634160	2.42	0.0591	n.s.
Error	30	0.07872657	0.00262422			
Total corregido	35	0.11043457				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	ca14 Media
0.287120	3.845327	0.051227	1.332192

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	0.03170800	0.00634160	2.42	0.0591

**Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para conversión alimenticia (1-14 días).**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	1.3696	6	T2
A	1.3605	6	T6
A	1.3501	6	T3
A	1.3175	6	T1
A	1.3075	6	T5
A	1.2881	6	T4

**ANEXO XXI: Análisis de varianza y prueba tukey para conversión alimentaria acumulada final por tratamiento.**

Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	Nivel Sig.
Modelo	5	0.0288	0.0058	2.98	0.0269	*
Error	30	0.0581	0.0019			
Total corregido	35	0.0869				

(n.s.): No significativo

(\*): Significativo

(\*\*): Altamente significativo

R-cuadrado	Coef Var	Raíz MSE	CA21 Media
0.3315	3.2102	0.0440	1.3709

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	5	0.0288	0.0058	2.98	0.0269

**Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para conversión alimenticia final.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	1.4067	6	T3
A	1.4037	6	T2
A	1.3828	6	T6
A	1.3537	6	T1
A	1.3393	6	T5
A	1.3391	6	T4

## ANEXO XXII: Ficha técnica de HEMICELL

### *Hemicell® (Endo-1,4-β-mannanase)*

#### *β-Mannans: the problem component in soybean meal*

β-Mannans (beta-galactomannans) are antinutritive fibers found in common feed ingredients, including soybean meal and other leguminous feeds.<sup>1</sup> β-Mannans have a molecular pattern similar to some pathogens, which triggers a Feed-Induced Immune Response (FIIR) in poultry.<sup>2-4</sup> This unnecessary innate immune system stimulation consumes energy and other valuable nutrients.

#### **Hemicell® (β-mannanase) is a nutrient-sparing enzyme that breaks down β-mannans**

Most enzyme products are energy-releasing enzymes—they “open up” feed components the animal is unable to access on its own. Hemicell is different—it’s a unique and patented energy-sparing enzyme. By breaking down β-mannans in soybean meal,<sup>5,6</sup> Hemicell minimizes the metabolizable energy (ME) loss caused by the FIIR from β-mannans, allowing more energy to be available for growth and performance.<sup>4</sup>

#### *Important Safety Information*

The labels contain complete use information, including cautions and warnings. Always read, understand, and follow the labels and use directions.

#### *Directions for Use*

Hemicell is a unique and patented enzyme produced by fermentation of the bacteria, *Bacillus lentus*. The active ingredient is β-Mannanase.

**Recommended use program:** Use Hemicell in diets containing 12% SBM or higher.

**Energy reduction (for high-energy diets):** Improved performance allows for a reduction of dietary energy up to 40 kcal/lb.

**Species:** Broilers, Layers, Turkeys

**Dosage:**

Product form	Dosage per ton of complete feed
Hemicell (liquid)	100 ml enzyme with 0.90 L water
Hemicell HT (dry)	0.40-0.80 lbs./ton
Hemicell HT (liquid)	50-100 ml enzyme

## ANEXO XXIII: Ficha técnica de ENERXYME

# ENERXYME

## FICHA TÉCNICA



### COMPOSIÇÃO

Atividade de xilanase (mín.) 200,000 XU/g\*

\*\* A xilanase é expressa em unidades de xilanase XU. Uma XU de atividade de endo-1,4- $\beta$ -xylanase é definida como a quantidade de atividade de enzima que libera 1 nanomole de açúcar reduzido (equivalentes a xilose) em um segundo a 50°C, pH 6.0.

### INDICAÇÕES DE USO

ENERXYME® é indicado para aves e suínos para melhorar a eficiência alimentar, ganho de peso diário e produção de ovos pela melhor utilização dos ingredientes.

### MODO DE USAR

A dose recomendada é de 40-50 g de produto por tonelada de alimento final para aves e suínos.

### MODO DE USAR

A dose recomendada é de 40-50 g de produto por tonelada de alimento final para aves e suínos.

### PERÍODO DE CARÊNCIA

Não há período de carência.

### APRESENTAÇÃO

Sacaria de 10 e 20 kg.

### PRECAUÇÕES ESPECIAIS DE USO E ARMAZENAGEM

- Armazenar em local fresco (até 30°C) e seco, fora do alcance das crianças. Após aberta a embalagem deve ser enrolada firmemente.

ENERXYME é um produto Distribuído exclusivamente por:  
ILENDER DO BRASIL LABORATÓRIOS LTDA.  
Rua Conexão I, 169 - Bairro Santa Terezinha - Paulínia - SP  
CNPJ: 745.161.96/0001-08  
Tel.: 19 3246-1010 / 3246-3380  
ilenderbrasil@ilendercorp.com

www.ilendercorp.com  
Todos os direitos reservados  
Brasil: Reg. N° SP - 07385 30029

Bolívia - Brasil - Chile - Colômbia - Costa Rica - El Salvador - Guatemala - Honduras - México  
Nicarágua - Panamá - Paraguai - Peru - Venezuela



## ANEXO XIV: Ficha técnica de CTCZYME

# CTCZYME

## FICHA TÉCNICA



**COMPOSIÇÃO**  
Atividade de  $\beta$ -D-Mananase (mín) 800 U/g\*

\*Uma unidade de  $\beta$ -D-mananase é definida como a quantidade de enzima que libera um micromol de açúcar reduzido equivalente a D-manose por minuto a 50° C, pH 6,0.

**INDICAÇÕES DE USO**  
CTCZYME é indicado para aves e suínos no objetivo de melhorar a eficiência alimentar, o ganho de peso e a produção de ovos através do melhor aproveitamento dos ingredientes da dieta.

**MODO DE USAR**  
Frangos de corte: 500 gramas/tonelada de ração  
Suínos: 500 gramas/tonelada de ração  
Poedeiras: 400 gramas/tonelada de ração

**PERÍODO DE CARÊNCIA**  
Não há período de carência.

**APRESENTAÇÃO**  
Sacaria de 20 kg

---

CTCZYME é um produto fabricado por:  
CTOBIO Inc.

www.ilendercorp.com  
Todos os direitos reservados  
Brasil: Reg. N° BP - 07385 30025

Distribuído exclusivamente por:  
ILENDER DO BRASIL LTDA.  
Rua Dário Freire Melles, 541 - Campos dos Amarais  
Campinas - SP  
Tel.: (19) 3246 1010  
ilenderdobrasil@ilender.com.br

Bolívia - Brasil - Chile - Colômbia - Costa Rica - El Salvador - Guatemala - Honduras - México  
Nicarágua - Panamá - Paraguai - Peru - Venezuela