

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE ZOOTECNIA



SUPLEMENTACIÓN CON UN COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS
BALANCEADAS DE CRECIMIENTO EN CUYES MEJORADOS (*Cavia
porcellus*)

Presentada por:

CINDY FERGGIE BERNAOLA RODRIGUEZ

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

SUPLEMENTACIÓN CON UN COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS
BALANCEADAS DE CRECIMIENTO EN CUYES MEJORADOS (*Cavia*
porcellus)

Presentada por:

CINDY FERGGIE BERNAOLA RODRIGUEZ

Tesis para optar el título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado:

Dra. María Elena Villanueva Espinoza

Presidente

Ing. Víctor Vergara Rubín

Patrocinador

Dr. Juan Chávez Cossío

Miembro

Ing. Alejandrina Sotelo Méndez

Miembro

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia por su amor y comprensión; y a una persona especial por ser mi mejor amigo, mi superhéroe, mi primer amor, mi ángel del guarda, por enseñarme a afrontar la vida y no rendirme ante nada, pero más que todo por ser el mejor padre del mundo.

AGRADECIMIENTO

Al Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A mi patrocinador el Ing. Víctor Vergara Rubín por su invaluable apoyo, asesoramiento y corrección de la presente investigación.

Al Programa Nacional de Investigación de Cuyes del Instituto Nacional de Innovación de Agraria, por los animales utilizados en la presente investigación.

A la Ing. Lilia Chauca Francia Coordinadora de Programa Nacional de Investigación de Cuyes, por la confianza y oportunidad brindada, por su invaluable consejo, apoyo y enseñanzas compartidas durante el desarrollo de la presente investigación.

Al Ing. Jorge Calderón Velásquez por su colaboración en el análisis estadístico de la presente investigación

A la M.V.Z. Carla Paola Bustios Mendoza por su apoyo y consejo durante el desarrollo de la presente investigación.

A la M.V.Z. Alessandra Montes Portugal e Ingeniero Zootecnista Max Reynaga por su apoyo y colaboración en la toma de muestras de la presente investigación.

Al personal del Programa Nacional de Investigación de Cuyes en el Instituto Nacional de Innovación de Agraria, en especial al Sr. Cuper, por la ayuda brindada durante el desarrollo de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
	2.1. Aspectos generales.....	3
	2.2. Fisiología y anatomía digestiva del cuy.....	4
	2.3. Requerimientos nutricionales	6
	2.4. Agua.....	8
	2.5. Alimentación con exclusión de forraje	8
	2.6. Aditivos alimentarios.....	9
	2.6.1. Enzimas digestivas exógenas.....	10
III.	MATERIALES Y METODOS	20
	3.1. Materiales.....	20
	3.1.1. Lugar y fecha de ejecución	20
	3.1.2. Animales experimentales.....	20
	3.1.3. Instalaciones	20
	3.1.4. Tratamientos	21
	3.1.5. Dietas experimentales	21
	3.1.6. Producto evaluado	23
	3.2. Metodología.....	23
	3.2.1. Manejo de los animales	23
	3.2.2. Alimentación de los animales.....	24
	3.2.3. Controles y parámetros	24
	3.2.4. Sanidad	26
	3.2.5. Diseño experimental	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
	4.2. Consumo de alimento	29
	4.3. Conversión alimenticia	30
	4.4. Rendimiento de carcasa	30
	4.5. Retribución económica del alimento	31
V.	CONCLUSIONES	32
VI.	RECOMENDACIONES	33
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
VIII.	ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Requerimientos nutricionales según Vergara (2008)	6
Cuadro 2: Tipo de enzimas alimentarias, sustrato y materia prima.....	12
Cuadro 3: Composición porcentual de la fórmula utilizada en el valor nutritivo calculado	22
Cuadro 4: Análisis químico proximal porcentual de la dieta utilizada.....	24
Cuadro 5: Efecto de las dietas experimentales sobre los parámetros productivos	29
Cuadro 6: Análisis económico para peso vivo	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pozas utilizadas durante toda la investigación	60
Figura 2: Baldes utilizados para contener el alimento de los animales	60
Figura 3: Balanza digital utilizada en la investigación.	61
Figura 4: Jabas utilizada para transportar a los animales	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Temperaturas máximas y mínimas del Galpón 4.....	42
Anexo 2: Tablas de pesos en gramos al destete, con los que se inició la investigación.....	43
Anexo 3: Pesos promedio semanales por poza (gramos)	44
Anexo 4: Incremento de pesos acumulativo (gramos)	45
Anexo 5: Incremento de Pesos Semanales (gramos).....	46
Anexo 6: Incremento de Pesos Diarios (gramos)	47
Anexo 7: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para ganancia de peso por poza.....	48
Anexo 8: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para peso final por poza	49
Anexo 9: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para peso inicial por poza.....	50
Anexo 10: Consumo de alimento tal como ofrecido semanal/ poza y consumo total en materia seca (gramos)	51
Anexo 11: Consumo de materia seca semanal/cuy (gramos)	52
Anexo 12: Consumo de materia seca diaria /cuy (gramos)	53
Anexo 13: Análisis de variancia y Prueba de Duncan del consumo de alimento acumulado en MS por poza y tratamiento	54
Anexo 14: Conversión alimenticia semanal	55
Anexo 15: Conversión alimenticia acumulada	56
Anexo 16: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para conversión alimenticia	57
Anexo 17: Rendimiento de Carcasa (%)	58
Anexo 18: Análisis de varianza y prueba de Duncan para rendimiento de carcasa	59
Anexo 19: Figuras	60

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la suplementación con un complejo enzimático en dietas integrales para cuyes en etapa de recría, en busca de mejorar sus parámetros de crecimiento. La investigación se realizó en las instalaciones del Programa Nacional de Investigación de Cuyes del Instituto Nacional de Innovación Agraria. Se contó con 54 cuyes machos; sometidos a una dieta libre del complejo enzimático (T1), una dieta de al 0.1 por ciento de complejo enzimático (T2) y una dieta al 0.2 por ciento de complejo enzimático (T3), durante 7 semanas; conteniendo la dieta basal 2.8 ED Mcal/Kg, 18 por ciento de proteína y 8 por ciento de fibra; siendo el alimento y el agua provisto *ad libitum*. Los resultados no indicaron diferencias significativas ($P>0.05$) en consumo de alimento con 2146.41 g. (T1), 2120.12 g. (T2) y 2154.77 g. (T3); al igual que los de pesos finales de 1017.9 g. (T1), 993.6 g. (T2) y 1007.8 g. (T3); y de ganancia de peso 743.9 g. (T1), 698.1 g. (T2) y 719.6 g. (T3). Lo mismo ocurrió con la conversión alimenticia 2.9 (T1), 3.00 (T2), 3.00 (T3) y el rendimiento de carcasa 68.95 por ciento (T1), 66.86 por ciento (T2) y 69.58 (T3). La mejor retribución económica se logró en el T1, de S/ 12.30 en comparación con los T2 y T3, que obtuvieron 11.18 y 10.73 soles, respectivamente.

Palabras claves: cuyes, complejo enzimático.

I. INTRODUCCIÓN

El cuy es un mamífero monogástrico, herbívoro del orden rodentia, originario de países andinos, cuya crianza es fundamentalmente para la obtención de carne. Por su condición de vivíparo, mamífero y herbívoro, su crianza es versátil pudiendo criarse bajo diferentes sistemas de alimentación (integral o mixta) y productivas. La mejora de su crecimiento, por efecto de la alimentación, es rápida e indispensable realizarla, porque juega un papel muy importante, representando el 60 por ciento de los costos totales de producción. Mediante estudios se busca mejorar los parámetros productivos, pero siempre contemplando tanto el factor económico como el de bienestar animal.

En los últimos años el Perú ha experimentado un incremento en la demanda de carne de cuy, debido a su calidad y palatabilidad, pero sobre todo por el hábito de consumo del poblador actual del área urbana. En busca de satisfacer al mercado, los productores utilizan animales cada vez más precoces que exigen alimentos de calidad; aumentando así la demanda por alimentos más eficientes que buscan reducir los costos de producción y mejorar el uso de los nutrientes; dando lugar a investigación sobre el uso de diferentes aditivos en la dieta, que al ser adicionados al alimento buscan tener un efecto positivo en la mejora de la digestibilidad de los nutrientes.

Se ha comprobado que los polisacáridos no amiláceos (PNA) aumentan la viscosidad del contenido intestinal; reduciendo la digestibilidad y la absorción de los nutrientes, efecto que es reducido mediante la adición de enzimas (celulasa, xilanasas y enzimas asociadas, fitasas, proteasas, lipasas y galactosidasas), por ruptura de pared celular. El complejo enzimático Allzyme Vegpro®; evaluado en aves y porcinos, mejora la digestibilidad de las proteínas de origen vegetal, como la torta de soya, harina integral de soya y torta de girasol.

También reduce el efecto de los factores anti nutricionales presentes en la torta de soya por mala cocción, mejora la salud intestinal, tasa de crecimiento, conversión alimenticia y disminución del contenido de humedad en las heces, por lo que reduce la concentración de amoniaco en los galpones. Sin embargo no ha sido evaluado en alimento de cuyes y por lo tanto desconoce su efecto.

El objetivo del presente trabajo es determinar el efecto de la inclusión de complejo enzimático Allzyme Vegpro® en la dieta de cuyes en crecimiento criados bajo un sistema de alimentación integral, a través de los de los parámetros productivos de ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa y retribución económica del alimento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Aspectos generales

El cuy (*Cavia porcellus*) es un animal doméstico que se encuentra, en diferentes países latinoamericanos, desde la época de la conquista, ha constituido una fuente alimenticia y económica muy importante para el poblador andino (Cajas, 2008). Su carne es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo; y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos (MINAGRI, 2008; citado por Vallejos, 2015). Se estima una población latinoamericana de 35 millones, siendo el Perú el primer productor con 22 millones (INIA, 2007).

El cuy es un mamífero roedor originario de los andes de América del Sur. Está calificado zoológicamente dentro del reino animal, subreino metazoos, tipo vertebrados, clase mamíferos, subclase placentarios, orden roedores, suborden hystricomorfos, familia Caviidae, género cavia, especie *Cavia porcellus* (Imba y Tallana, 2011). Fue domesticado hace 2500 a 3600 años y posee ventajas de crianza que incluyen su calidad como especie herbívora, ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y alimentación versátil que utiliza ingredientes no competitivos con la alimentación de otros monogástricos (Chauca, 1997).

En el país actualmente se conocen tres genotipos diferentes de cuyes: el nativo, el mestizo o cruzado y el mejorado. El nativo, denominado también criollo, es un animal pequeño adaptado a su ecosistema de origen y se desarrolla bien bajo condiciones adversas de clima y alimentación. El mestizo es el nativo cruzado con líneas precoces. El mejorado es el cuy sometido a procesos de mejoramiento genético que en algunos casos ha dado origen a razas; son precoces o prolíficos por efecto de la selección artificial. En territorio nacional existe predominancia de cuyes mestizos debido a la introducción de cuyes genéticamente mejorados al interior del país, no obstante, se mantienen animales nativos en zonas alto

andinas (Chauca, 2015).

El año 2007 se reportó una producción de 17000 TM de carne de cuy al año, destinadas principalmente al autoconsumo a nivel nacional (INIA, 2007). El consumo de carne de cuy en lima metropolitana se incrementó de manera importante en los últimos años, sin embargo el consumo frecuente de carne de cuy (17.7%) no es un valor comparado con el consumo de otras carnes, como pollo (97.5%), res (65%) y pescado (62.3%). La carne de cuy está entre las de menor consumo como la de cerdo (20.9%) (Céspedes, 2012).

2.2. Fisiología y anatomía digestiva del cuy

El cuy es una especie herbívora monogástrica tiene dos tipos de digestión una enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y otra microbial, a nivel del ciego, por tal motivo; es clasificado como un fermentador post-gástrico (Hiyagon, 2014). El cuy nace con el ciego con todas sus estructuras ya presentes, y en el transcurso de horas o días; completa su rotación y luego aumenta su tamaño (Jara, 2014). En la boca se encuentran piezas dentarias capaces de cortar y triturar la materia vegetal, masticación que reduce el tamaño de las partículas de la ingesta, a tal magnitud, que al mezclarse con la saliva facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo alimenticio, el cual luego pasa al estómago a través del esófago (Hiyagon, 2014).

El estómago tiene funciones motoras como lo es almacenar grandes cantidades de alimento hasta que puedan vaciarse en el duodeno, mezclar este alimento con las secreciones gástricas hasta que se forme una mezcla semifluida que se llama quimo y el lento vaciamiento hacia el intestino delgado a una velocidad adecuada para la digestión y absorción correcta por parte del intestino delgado (Guyton y Hall, 2001). El ácido clorhídrico secretado en el estómago destruye las bacterias que son ingeridas con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo. Algunas proteínas y carbohidratos se hidrolizan sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa y las grasas no sufren modificaciones. La secreción de pepsinógeno, al ser activada por el ácido clorhídrico; se convierte en pepsina que degrada las proteínas convirtiéndolas en poli péptidos, además segrega la gastrina que regula en parte la motilidad, y el factor intrínseco sustancia esencial en la absorción de la vitamina B12 a nivel del intestino

delgado (Richardson, 2002; citado por Sandoval, 2013).

Cabe señalar que en el estómago no hay absorción. En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno; el quimo se transforma en quilo, por la acción de enzimas provenientes del páncreas y por sales biliares del hígado que llegan con la bilis; las moléculas de carbohidratos, proteínas y grasas son convertidas en monosacáridos, aminoácidos y ácidos grasos capaces de cruzar las células epiteliales del intestino y ser introducidas al torrente sanguíneo y a los vasos linfáticos. También son absorbidos el cloruro de sodio, la mayor parte del agua, las vitaminas y otros micros elementos (Richardson, 2002; citado por Sandoval, 2013).

Los alimentos no digeridos, el agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso, en el cual no hay digestión enzimática; sin embargo, en el cuy, especie que tiene un ciego desarrollado, existe digestión microbiana. Comparando con el intestino delgado la absorción es muy limitada; sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidos a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido ni absorbido llega al recto y es eliminado a través del ano (INIA, 1995; citado por Sandoval, 2013).

En el cuy el intestino grueso es un órgano bien desarrollado, comprende el ciego, colon ascendente, colon transversal, colon descendente, recto y ano; presenta muchas modificaciones macro y microscópicas para así descomponer las grandes cantidades de alimento rico en celulosa (Jara, 2014). El ciego del cuy puede presentar hasta el 15 por ciento del peso del animal y contiene bacterias, en su mayoría son negativas que sintetizan ácidos grasos volátiles, proteína microbiana y vitamina B (Chauca, 1997). Otras características comunes a todos los segmentos del intestino grueso son las glándulas intestinales intramurales, estas son más rectas, largas, compactas y poseen alta presencia de células caliciformes. Además posee mayor número de folículos linfoides y ausencia de las células de paneth (Jara, 2014).

2.3. Requerimientos nutricionales

Los primeros requerimientos de nutrientes para cuyes son determinados por el National Reserch Council, organización que publica las necesidades nutricionales, por varios criterios, en diversas especies a través de los años. En el cuy los niveles de Energía Digestible se encuentran en 3 Mcal/Kg, la proteína en 18 por ciento y la fibra en 15 por ciento, la lisina y los aminoácidos azufrados en 0.8 por ciento y 0.6 por ciento, respectivamente. Los minerales como el calcio, fosforo y sodio en niveles de 0.8 por ciento, 04 por ciento, y 0.2 por ciento, respectivamente y la vitamina C en 20 mg/100gr (Condori, 2013).

En la actualidad los requerimientos nutricionales que se definen para los cuyes son presentados como especie (Sarria y Solórzano, 2014). Se cuenta con otros estándares nutricionales (Cuadro 1) obtenidos por investigaciones peruanas, ajustados genéricamente, presentados por Vergara (2008), en la XXXI reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal.

Cuadro 1: Requerimientos nutricionales según Vergara (2008)

Nutrientes	Etapas			
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Gestación lactación
Energía Digestible (Mcal /Kg)	3	2.8	2.7	2.9
Proteínas %	20	18	17	19
Fibra %	6	8	10	12
Lisina %	0.9	0.8	0.8	0.9
Metionina %	0.4	0.4	0.3	0.4
Metionina + Cisteína %	0.8	0.7	0.7	0.8
Arginina %	1.3	1.2	1.1	1.2
Treonina %	0.7	0.6	0.6	0.6
Triptófano %	0.2	0.2	0.2	0.2
Calcio %	0.8	0.8	0.8	0.8
Fosforo %	0.4	0.4	0.4	0.4
Sodio %	0.2	0.2	0.2	0.2
Vitamina C mg/100gr	30	20	20	20

FUENTE: Vergara (2008)

Torres (2006) reportó, ganancias totales de 695 y 646 g/animal con dietas mixtas que contenían 2.8 y 3.0 Mcal de ED/kg respectivamente; siendo que el consumo es regulado por el contenido de energía en la dieta, el mayor consumo se dio con la dieta con menor nivel energético. Asimismo Inga (2008) reporta, para dietas con 3.0 Mcal de ED/kg ganancias totales de 811 y 787 gr con 10 por ciento y 8 por ciento de fibra cruda en la dieta respectivamente, mientras que para dietas con 2.8 Mcal de ED/kg reportó, ganancia total de 800 y 741 g con 8 y 10 por ciento de fibra cruda respectivamente.

Se ha observado que dietas voluminosas, ricas en fibra, producen un cese en el consumo de alimento más la distensión que causa a nivel del tracto digestivo, obligando al animal a no ingerir alimento (Condori, 2013). Sin embargo, la fibra es componente importante en las raciones de cuyes no solo por la capacidad que tienen de digerirla; sino porque su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el paso del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Aliaga *et al.*, 2009).

Inga (2008), utilizando niveles de energía de 2.8 a 3 Mcal/Kg de ED y porcentajes de fibra de 8 a 10 por ciento% concluyó que los niveles de energía digestible y fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje verde en cuyes no afectan sus parámetros de ganancia de peso y consumo de alimento. Condori (2013) reporta, en la etapa de crecimiento, ganancias de peso de 478, 444, 443 y 502 gr con porcentajes de fibra de 6, 8, 10 y 6 más forraje verde respectivamente, no presentando diferencia significativa.

El cuy, al igual que el ser humano, no produce la L-gulonolactona oxidasa, por lo tanto no puede sintetizar la vitamina C a partir de la glucosa, siendo necesaria su adición en el alimento, ya sea de forma sintética en el balanceado o natural en el forraje fresco. Los valores recomendados para la etapa de crecimiento son de 0.4 a 2.0 mg de ácido ascórbico / día en cuyes de 250 a 350 gr de peso; indicándose también un requerimiento mínimo, sin margen de seguridad, de 200 mg de ácido ascórbico por kg de dieta (NRC, 1995; citado por Inga 2008). Asimismo, Vergara (2008) recomienda 20 mg/ 100 gr de alimento en la etapa de crecimiento. Por otro lado, Benito (2008) recomienda la suplementación de 39 mg/100g. de alimento de vitamina C, encontrando mejores conversiones alimenticias y observando menor deposición de grasa.

2.4. Agua

El agua es un factor importante en la crianza de animales tradicionales y no tradicionales, debido a su relación con los requerimientos nutricionales de cada especie. La ingesta de agua está influenciada por una serie de factores dependientes del animal (tasa metabólica, calor producido, raza, sexo, estado fisiológico y variación individual), de la dieta (porcentaje de materia seca de la ración, tipo de alimento, disponibilidad, temperatura y sales del agua de bebida) y del ambiente (temperatura, vientos y humedad) (Fernández *et al.*, 2010).

Investigaciones reportadas en INIA – CIID (1994) han determinado que la ingesta de agua en cuyes varía entre 8 a 15ml por 100 g de PV; sin embargo, la necesidad de agua en los cuyes, de acuerdo a su requerimiento, debe ser cubierta con agua de bebida, agua incluida en alimento y si es necesario con agua metabólica, razón por la que el suministro de agua de bebida está supeditada al sistema de alimentación que reciben. En Colombia, Caycedo (1992) recomienda que, si se suministra un forraje succulento en altas cantidades, las necesidades de agua son cubiertas por el contenido de dicho forraje, asimismo está supeditada a condiciones ambientales y el clima, en estaciones cálidos el cuy requiere mayor cantidad de agua.

Según Sarria y Solórzano (2014) el agua de bebida es restringida en la crianza de cuyes, esto debido a falta de tecnología o por costumbre (el cuy no toma agua), ya que eran alimentados con pastos succulentos; con lo que satisfacen sus necesidades hídricas. Bajo ciertas condiciones de alimentación no es imprescindible el suministro de agua; sin embargo, si se recomienda trabajar con un sistema mixto es necesario suministrar forraje y agua.

2.5. Alimentación con exclusión de forraje

Considerando el creciente interés por alternativas y estrategias alimenticias que permitan más altos niveles productivos, la alimentación con forraje y residuos de cosecha no es suficientes para optimizar la productividad de la crianza (Lozada, 2008). Así mismo en la actualidad los criadores de cuyes a nivel comercial están afrontando el problema de reducción de áreas de producción de forraje verde recurriendo a la adopción de la

alimentación integral (Ccahuana, 2008).

Como se ha referido, el cuy no sintetiza vitamina C o ácido ascórbico (vitamina muy frágil que se pierde con facilidad) necesitando diariamente de fuentes naturales externas, siendo la mejor los pastos y forrajes verdes. A falta o escasez de forraje se recurre a dietas integrales compuestas de alimento concentrado balanceado más vitamina C y suministro de agua de bebida (Sarria y Solórzano, 2014).

Según Zara (2016) la adición de 45 mg de Vitamina C, protegida por cada / 100 g de alimento balanceado, con exclusión de forraje verde en la dieta, mejora el incremento de peso final. Observándose síntomas clínicos de deficiencia de vitamina C durante la evaluación. Asimismo, Benito (2008), observó, en la etapa de crecimiento, diferencias altamente significativas para el consumo de alimento en materia seca, siendo mayor para el grupo testigo que incluyó el consumo de forraje; sin embargo, las dietas suplementadas con vitamina C mostraron mejor conversión alimenticia, en comparación al grupo testigo. Inga (2008) evaluando diferentes niveles de energía y porcentajes de fibra, no obtuvo diferencia significativa en rendimiento de carcasa, sin embargo, obtuvo una leve ventaja con dietas de 3 Mcal de ED/kg con exclusión de forraje, lo que le permitió deducir que los cuyes responden eficientemente a dietas con alta energía.

2.6. Aditivos alimentarios

Los aditivos alimentarios son sustancias que se adicionan intencionalmente a los alimentos para que cumplan una o varias funciones específicas. El término puede incluir todos los compuestos químicos inertes o activos, naturales o sintéticos, nutritivos o no, que son directamente agregados a los alimentos. Los tipos de aditivos estudiados en la alimentación de especies domésticas han sido fundamentalmente antibióticos, pro bióticos, enzimas, nutrientes, preservantes, antioxidantes atractantes y estimuladores del apetito (Carrillo *et al.*, 2000).

2.6.1. Enzimas digestivas exógenas

Las enzimas son compuestos orgánicos de estructuras tridimensionales que actúan como catalizadores biológicos de los procesos digestivos y metabólicos (McDonald *et al.*, 1999). Son producto de organismos vivos tales como bacterias, levaduras, hongos y tejidos vegetales; teniendo la mayor parte de los complejos enzimáticos comerciales un origen bacteriano o fúngico (Ferket, 1993; citado por Remigio, 2001). Se clasifican en seis diferentes grupos, dependiendo del tipo de reacción catalizada; oxidoreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas y ligasas. Cada clasificación es luego subdividida hasta que las enzimas son identificadas por un código de seis dígitos (Sears *et al.*, 1997; citados por Opalinski *et al.*, 2011).

Las enzimas son el motor que mueve la actividad de todas las células del organismo, controlando así todas las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de los animales (Carlón, 2007). Las enzimas se caracterizan por su marcada especificidad para cada tipo de sustrato. En nutrición actúan en la digestibilidad de algún nutriente en particular, sin afectar al resto, logrando una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción del nutriente (Leiva, 2011).

Según Brufao (2014), en los 80 inicio el uso de enzimas exógenas en la alimentación animal, siendo los primeros en probar su uso los países escandinavos, Gran Bretaña, Canadá y de forma muy particular España; Las enzimas pueden ser extraídas de tejido animal o vegetal; sin embargo también pueden ser producidas por fermentación mediante cultivos industriales de microorganismos; su proceso de producción requiere de los siguientes pasos:

- a. Selección de enzima: se considera especificidad, afinidad por sustrato, velocidad de reacción, pH y temperatura óptima y el efecto de los distintos inhibidores.
- b. Selección de cepa productora: Debe tener certificado de GRAS (Generally Regarded As Safe o Generalmente Considerada como Segura). Los microorganismos deben ser capaces de producir grandes cantidades de enzima en poco tiempo.

- c. Construcción de una cepa productora por ingeniería genética: a través de la Ingeniería enzimática proteica, se puede alterar los microorganismos con el fin de aumentar la eficiencia de producción. Aumentando así la cantidad de enzima específica que va a ser producida, reduciendo o eliminación la presencia de otras actividades enzimáticas no buscadas, además de la disminución del tiempo empleado por los microorganismos para crecer en un medio de cultivo (cultivo enriquecido fermentativo) relativamente fácil y barato de mantener.
- d. Optimización del medio de cultivo: Los microorganismos se mantienen para su crecimiento y desarrollo en grandes recipientes de acero inoxidable, utilizando como nutrientes principales el almidón y las melazas. Se debe definir con precisión los nutrientes que necesita el microorganismo seleccionado, además de la concentración óptima/económica de los mismos, las condiciones del proceso de desarrollo y la producción. También debe ser definido como optimizar el proceso en su totalidad.
- e. Optimización de los procesos de recuperación y purificación: La fermentación es producida por la enzima específica, siempre y cuando el proceso sea el correcto; luego se extrae mediante un proceso de filtrado sofisticado, asegurando que ninguno de los microorganismos productores de enzima acaba en el producto final, contaminándolo. La enzima queda bien separada de la biomasa.
- f. Formulación de un producto final estable: El producto resultante es de naturaleza líquida, incluso se podría ya utilizar como preparado enzimático; sin embargo, se somete a purificación y aislamiento. La enzima se estabiliza y se puede por desecación elaborar en forma seca, antes de su almacenaje final.

Las enzimas exógenas son utilizadas en la alimentación animal con dos objetivos bien definidos: complementar las enzimas que son producidas por el propio animal y proporcionar a los animales enzimas que no consiguen sintetizar (Fisher *et al.*, 2002; citado por Opalinski *et al.*, 2011). El valor nutritivo potencial de las materias primas no suele hacerse realidad en la práctica debido a las limitaciones impuestas por presencia de una serie de factores anti nutritivos y la falta de enzimas digestivas que rompan enlaces químicos y permitan la liberación de los nutrientes (Ravindran, 2010).

La utilización eficiente de los nutrientes es la razón principal para el uso de enzimas orientadas a diferentes sustratos en la nutrición animal, el objetivo del uso de enzimas para la alimentación animal es reducir el efecto anti nutricional de los sustratos de destino y la mejorar la utilización global de nutrientes; siendo el fin último mejorar el rendimiento de los animales (Ravindran, 2010). El Cuadro 2 muestra los tipos de enzimas más usadas en alimentación.

Cuadro 2: Tipo de enzimas alimentarias, sustrato y materia prima

Enzima	Sustrato	Materia Prima
β – glucanasas	β – glucanos	Cebada , Avena y Centeno
Xilanasas	Arabinosilanos	Trigo, Centeno, Triticale, Cebada, Fibra Vegetal
α - galactocidasas	Oligosacáridos	Harina de Soja y Leguminosas de Grano
Fitasas	Ácido Fítico	Todos los Alimentos de Origen Vegetal
Proteasas	Proteínas	Todas las Fuentes de Proteína Vegetal
Amilasas	Almidón	Grano de cereales y leguminosas de grano
Lipasas	Lípidos	Suplemento lipídicos y lípidos de los alimentos
Manosinas, celulasas, hemicelulasas, pectinasas	Pared celular (compuestos fibrosos)	Materia prima de origen vegetal

FUENTE: Ravindran (2010)

a. Proteasas

Son enzimas proteolíticas, que rompen enlaces peptídicos, mediante la adición de una molécula de agua, las mismas que pueden ser sintetizadas y encontradas de forma natural en los seres vivos. La proteólisis juega un rol importante en muchos procesos biológicos tales como la digestión, el recambio de proteínas y la defensa de patógenos (Runeberg-Roos *et al.*, 1994), la intervención de las proteasas en la digestión de proteínas facilita su degradación, absorción y metabolismo (Errasti, 2013). La

Enzyme Commission (EC) del Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology (NC-IUBMB, 1992) recomienda el término general peptidasas para todas las enzimas que hidrolizan enlaces peptídicos.

Barrett *et al.* (1998) clasifica de diferente modo las peptidasas, basado en su estructura primaria, que se divide en familias y clanes; donde una familia reúne a las peptidasas que muestran una relación estadísticamente significativa entre sus secuencias de aminoácidos por parte de la molécula responsable de la actividad proteolítica y un clan es un grupo de familias cuyos miembros han evolucionado a partir de la misma proteína ancestral pero que han divergido lo suficiente como para que sus estructuras primarias no sean comparables; además, agrupan las peptidasas en tipos catalíticos de acuerdo a la naturaleza de los grupos responsables de la catálisis; en ese sentido, se reconocen cinco clases: serínicas, treonínicas, cisteínicas, aspárticas y metalopeptidasas. Cada familia de peptidasas es nombrada con una letra que denota el tipo catalítico (S, T, C, A y M) seguida de un número arbitrario; las peptidasas cuyo mecanismo catalítico se desconoce se agrupan en la familia U.

La digestión de las proteínas se inicia en el estómago por la acción del ácido clorhídrico y la pepsina. Cuando el pH del contenido estomacal se hace menor a 6 se inicia la transformación del pepsinógeno en pepsina y que esta enzima alcanza su mayor eficiencia cuando dicho pH está entre 1 y 3. La acción de la pepsina sobre los enlaces peptídicos de las proteínas, genera péptidos que pasan al duodeno en donde, por acción de las enzimas pancreáticas e intestinales, se liberan aminoácidos que son absorbidos por el epitelio intestinal alcanzando el torrente sanguíneo, vía porta, para llegar al hígado, en donde serán utilizados como sustrato para la síntesis proteica (Errasti, 2013).

La digestión proteica en el intestino delgado ocurre por la acción de endopeptidasas y exopeptidasas; las primeras reciben este nombre porque actúan sobre los enlaces peptídicos de la parte interna de las cadenas de aminoácidos de los péptidos que pasan del estómago al duodeno, mientras que las segundas lo hacen sobre las porciones terminales de dichas cadenas. Las endopeptidasas pancreáticas son: la tripsina, la quimotripsina y la elastasa; todas ellas derivan de precursores inactivos. El primer

paso en su activación ocurre cuando la enzima entorocinasa cataliza la transformación del tripsinógeno en tripsina. A continuación, la tripsina se encarga de activar los precursores de la quimotripsina, la elastasa y también de las endo y exopeptidasas. Las exopeptidasas que actúan sobre las terminales amínicas son de origen pancreático y reciben el nombre de aminopeptidasas, mientras que las que actúan sobre los terminales carboxílicos reciben el nombre de carboxipeptidasas y son de origen intestinal (Errasti, 2013).

b. Celulasas

Especializada en descomponer celulosa, transformándola en múltiples monómeros de glucosa, son un grupo de enzimas producidas por hongos y bacterias que hidrolizan el puente glicosídico entre dos o más carbohidratos. Estos complejos enzimáticos están compuestos por varios tipos de enzimas, entre las cuales se incluyen las hidrolasas, que son enzimas hidrolíticas complejas especializadas en el rompimiento y descomposición del enlace glicosídico β -1,4 de la celulosa transformándola en glucosa con el fin de metabolizarla y cumplir así con funciones vitales. La configuración β , le permite a la celulosa formar cadenas largas y lineales, las cuales se presentan unidas entre sí por medio de enlaces de puentes de hidrógeno dando lugar a la formación de microfibrillas. Estas regiones, conocidas como regiones cristalinas, son altamente ordenadas y le dan las características de insolubilidad, rigidez y resistencia al ataque enzimático (Alcarraz *et al.*, 2010).

Según Alcarraz *et al.* (2010) las celulasas se clasifican en:

- Exoglucanasas o exo- β -1,4-D-glucanasas (E.C.3.2.1.91). También llamadas cellobiohidrolasas. Trabajan consecutivamente en cada extremo de la celulosa. Producen glucosa o celobiosa.
- Endoglucanasas o endo- β -1,4-D-glucanasa (E.C.3.2.1.4) Cortan la celulosa en sitios al azar y producen cadenas de oligosacáridos de diferentes longitudes.
- β -1,4-Glucosidasas (E.C.3.2.1.21). Cortan la celobiosa y otros oligosacáridos para producir glucosa.

En la naturaleza podemos encontrar microorganismos capaces de hidrolizar la celulosa, y en consecuencia producir celulasas, así numerosos hongos y bacterias utilizan sustratos celulósicos como fuente de carbono y energía; su capacidad para aprovechar estos sustratos se traduce en crecimiento celular y aparición de distintos productos metabólicos como dióxido de carbono y metano. Las bacterias celulolíticas pueden estar en las gram-positivas como en las negativas, pero muy pocas producen enzimas extracelulares, siendo estas de interés industrial (*Clostridium*, *Cellulomonas* y *Thermoactinomyces*). La capacidad de aprovechar celulosa es por el estrecho contacto que tienen al crecer junto al sustrato posibilitando de esta manera la biotransformación de la celulosa mediante su propio crecimiento en compuestos con alto contenido en proteína que pueden ser utilizados como pienso (Blanco, 1990).

En la naturaleza varios hongos son capaces de producir enzimas celulolíticas; unos producen enzimas que solo hidrolizan derivados solubles de la celulosa (carboximetilcelulosa o hidroximetilcelulosa), mientras que otros producen bajos niveles de celulasas, que son incapaces de crecer sobre celulosa insoluble. Dentro de los hongos filamentosos se encuentran los géneros que mejor aprovechan la celulosa: *Trichoderma*, *Penicilium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Phanerochaete*, *Polyporus*, *Mirothecium*, *Pellicularia* y *Eupenicilium*; y solo uno de los mencionados es capaz, bajo condiciones específicas, de producir enzimas con actividad suficiente como para degradar “in vitro” la celulosa insoluble a azúcares (Blanco, 1990).

c. Organismos para la obtención de celulasas y proteasas

- ***Aspergillus niger***

El *Aspergillus niger* es constantemente encontrado como contaminante de medios de cultivo, esto debido a que es parte de la microflora del aire. Es un hongo negro conocido como moho negro. Esta especie filamentosa es utilizada para la producción de una gran variedad de glucanasas, que puede degradar completamente la celulosa de interés industrial, siendo así de gran interés industrial. Este hongo tiene una buena producción, buenas propiedades para cultivo, además sus productos son considerados como GRAS (Generally Regarded as Safe), lo que permite su aplicación en la industria de alimentos tanto

para el hombre y animales. Las esporas que contiene este hongo son considerados estructuras durmientes, sin embargo muchas de sus esporas contienen enzimas que permiten expresar un amplio rango de actividades. Estas esporas poseen la ventaja de ser estables, además pueden ser transportadas y luego utilizadas como un conveniente catalizador biológico, por lo que son de interés comercial (Alcarraz *et al.*, 2010).

- ***Trichoderma longibrachiatum***

El *Trichoderma longibrachiatum* se encuentra distribuido en la naturaleza, está clasificado como un hongo filamentoso; se utiliza en biotecnología como fuente de enzimas y antibióticos (Rodríguez *et al.*, 2013). Además puede ser fuente de carbono tanto glucosa como disacáridos e incluso celulosa, que para su aprovechamiento son necesarias las celulasas. Los factores que la producción de enzimas está relacionada con la capacidad de aprovechamiento de glucosa. La glucosa posee un potente efecto inhibitor sobre la síntesis enzimática, lo que puede probarse al suministrar una cantidad puntual de glucosa, y así paralizar la producción de enzimas hasta que se consuma la glucosa en su totalidad; mientras tanto la actividad enzimática permanece constante (Blanco, 1990).

- ***Bacillus subtilis***

Es una bacteria Gram positiva que produce una gran cantidad de lipopeptidos, metabolitos primarios o secundarios, con amplio espectro antibiótico (Ariza y Sánchez, 2012). Tienen forma de Bastoncillo y están agrupadas en cadenas, son motiles y poseen flagelación peritrica; esta bacteria forma endosporas que son anaerobias estrictas. Son bacterias productoras de sustancias antimicrobianas, así como enzimas hidrolasas, que ayudan a mejorar la utilización de los alimentos; dentro de estas se encuentran las proteasas, amilasas y las glicosidasas, que descomponen las complejas moléculas de los alimentos y las transforman en nutrientes más simples. Estos compuestos, más simples, son absorbidos por el animal de forma más eficiente; también pueden ser utilizados por otras bacterias beneficiosas para el establecimiento de la microflora intestinal balanceada (Milian *et al.*, 2008).

Según Rodríguez (2016), el reto para el nutricionista moderno es decidir cuál o cuáles productos usar. La oferta de productos existentes en nuestro mercado puede dividirse en tres tipos:

a. Enzimas únicas

Originalmente obtenidas a partir de métodos de inmersión y nombradas de acuerdo al tipo de sustrato que ayudan a hidrolizar (desdoblar). Las más conocidas y de mayor uso en el mundo pecuario son las fitasas, enzimas desarrolladas generalmente por cultivos de bacterias hongos GMO, que permiten la liberación de fosforo Fítico de los compuestos vegetales (Rodríguez, 2016).

b. Cocteles enzimáticos

Integrado por varias enzimas distintas (provistas por diferentes fabricantes inclusive) y sintetizadas por diferentes organismos. Estos productos deben siempre considerar la compatibilidad de los componentes (pH, temperatura óptima, etc.) para evitar daños entre los mismos (una proteasa que pueda desdoblar a una fitasa u otro componente del coctel) (Rodríguez, 2016).

Las enzimas únicas y los cocteles enzimáticos son derivados en su mayoría de métodos de inmersión (los microorganismos desarrollan dentro de un medio liquido), una vez terminado el proceso, este medio es purificado, normalizado y controlado. Pueden comercializarse en forma líquida (sistema de aplicación post pellet) o solida (previa pulverización) (Rodríguez, 2016).

c. Complejos enzimáticos

Desarrollados en base a la fermentación con un solo organismo, que genera diversas enzimas totalmente compatibles entre sí, eliminando los riesgos del coctel. Este tipo de productos se acerca más al requerimiento de del nutricionista actual, ya que suelen incluirse sustratos específicos durante el proceso de fermentación que inducen la formación de las enzimas que interesan al productor. Dependiendo de la cepa, la inclusión de almidón induce la formación de amilasas y la presencia de caseína o albumina por ejemplo, la formación de proteasas (Rodríguez, 2016).

Los complejos enzimáticos pueden ser preparados por sistemas de inmersión o emersión indistintamente. En el caso de sistema de fermentación en estado sólido (SSF), una vez finalizada la fermentación, el medio solido es homogenizado, ajustado a una humedad entre 10% y 12% y pulverizado. En este sistema, el medio no puede ser separado de las enzimas, por lo que ambos productos son envasados juntos. La fermentación en estado sólido presenta la ventaja de poder desarrollar complejos enzimáticos sobre medios de cultivos muy similares al alimento balanceado y a temperaturas muy cercanas a la corporal de los animales de corral (Rodríguez, 2016).

2.7. Uso de complejo enzimático en la alimentación animal

Alltech (2010) reporta que el complejo enzimático ayuda a los porcinos y aves en la digestión de la proteína vegetal, contenida en ingredientes alimenticios como la soya y otras provenientes de leguminosas. Remigio (2001) utilizó el complejo enzimático en la dieta de codornices en postura obteniendo un resultado positivo al mejorar los parámetros del número de huevos, porcentaje de postura, masa de huevos y conversión alimenticia. La adición de complejo enzimático también mejoro la retribución económica por kilogramo de alimento.

Kitchen (1999) utilizó el complejo enzimático en dietas de porcinos, obteniendo como resultado un aumento en el consumo, el alimento consumido fue convertido de manera más eficiente en comparación con la dieta control. También se reportó el aumento de peso diario de 60 g. más alto que el control, además de porcinos más limpios y con menos problemas digestivos. Kanchanawee y Molee (1999) observaron que con 0.05% de complejo enzimático en dietas de inicio en porcinos se obtuvo mejores ganancias de peso y aumento en el consumo de alimento, en comparación con la dieta control y el complejo enzimático al 0.1% en la dieta, mientras que en las dietas de crecimiento y acabado, al 0% (control), al 0.05% y 0.10% de complejo enzimático, no presentaron diferencia estadística. Esto probablemente se deba a la menor capacidad de la enzima digestiva del cerdo joven. También es posible que la reducción de la viscosidad debida a la suplementación enzimática produzca menos enzimas digestivas, necesarias para lograr la misma tasa de digestión que cuando las digestas son más viscosas.

Forat (2005), evaluó la respuesta de porcinos al complejo enzimático en las raciones formulado con ajustes a la matriz de nutrientes en términos de rendimiento y costos de alimentación, reportando que en fases de crecimiento, desarrollo y finalización, la ganancia promedio de peso corporal en las primerizas alimentadas con la dieta formulada con Vegpro superó la ganancia promedio de peso corporal de las primerizas alimentadas con la dieta control en 2,78, 1,91 y 0,45%, respectivamente; mientras que en la ganancia promedio de peso vivo para los machos castrados alimentados con la dieta formulada con Vegpro fue menor que la de los machos castrados alimentados con dieta control. En las fases de crecimiento y desarrollo las raciones formuladas con la matriz de nutrientes Vegpro ofrecieron ahorros en los costos de la dieta basal de 4.38% y 5.11%, respectivamente.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Lugar y fecha de ejecución

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Programa Nacional de Investigación de Cuyes del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INÍA), ubicado en el distrito de La Molina, departamento de Lima. La preparación de las dietas experimentales se realizó en la planta de Alimentos del Programa de Investigación y Proyección Social en Alimentos, Facultad de Zootecnia de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y los análisis químicos de las dietas se realizaron en el laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la UNALM. La parte experimental tuvo una duración de 8 semanas y se desarrolló entre noviembre del 2016 y enero del 2017, la temperatura durante esos meses osciló entre 25.4°C y 27.7 °C en promedio, como se observa en el Anexo 1.

3.1.2. Animales experimentales

Se utilizaron 54 cuyes machos destetados (14 ± 3 días, con un peso promedio de 286 g) de la línea Sintética (5/8 de la Raza Perú) procedentes del INIA; el tamaño de muestra se escogió basado en trabajos anteriores y por disponibilidad de animales. Los animales fueron distribuidos en 18 pozas (unidad experimental), obteniendo así seis repeticiones por tratamiento.

3.1.3. Instalaciones

Durante el desarrollo del experimento los animales estuvieron en un galpón de 40 x 14 x 4 metros, con paredes externas de material noble de un metro de alto y ventanas laterales de

1.80 m, para una adecuada ventilación, recubiertas con malla metálica de 1/2', para evitar el ingreso de predadores o aves silvestres. Se utilizaron nueve pozas de cemento que fueron divididas en dos (18 pozas de 112 x 75 x 43 cm), las cuales albergaron tres machos en etapa de recría (Anexo 19).

Para el suministro del concentrado y el agua se utilizaron 36 pocillos de arcilla enlosada interiormente con una capacidad 400 g. Se utilizaron baldes de 3 litros para la separación del concentrado para la semana, suministrando el alimento ad libitum, según el consumo de los animales (siempre tuvieron alimento disponible). El alimento contenido en los baldes era calculado para el consumo de los animales experimentales durante una semana (Anexo 19).

Los controles de pesos, de los animales, del alimento balanceado y de rendimientos de carcasa, se realizaron en una balanza digital de 5 kg, con sensibilidad de 2 g. Para el pesado del alimento se utilizó una bandeja de acero y una hoja de papel bulky, cuyo peso se taraba para no afectar el peso del residuo (Anexo 19). Para las labores de transporte de los animales y la realización de sus respectivos controles de peso, el destete y limpieza de las pozas se utilizaron cajas plásticas con medidas de 34 x 52 x 30 cm (Anexo 19).

3.1.4. Tratamientos

De acuerdo el objetivo planteado, los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Dieta Integral sin complejo enzimático.

T2: Dieta Integral con 0.1 % de complejo enzimático.

T3: Dieta Integral con 0.2 % de complejo enzimático.

3.1.5. Dietas experimentales

Para la investigación se preparó una sola dieta experimental, que sería utilizada durante toda la investigación en la etapa de recría, a esta dieta basal se le adicionaron dos niveles del complejo enzimático. La composición porcentual de la fórmula se presenta en el Cuadro 4, el complejo *Allzyme Vegpro®* fue añadido a las fórmulas del Tratamiento 2 y 3, ya que el Tratamiento 1 fue considerado como el tratamiento control por lo que no contenía el

complejo enzimático.

Cuadro 3: Composición porcentual de la fórmula utilizada en el valor nutritivo calculado

Composición Porcentual de la Formula			
Ingredientes	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Subproducto de Trigo	49	49	49
Torta de Soya 47	28	28	28
Maíz Amarillo	20	20	20
Secuestrante	0.2	0.2	0.2
Carbonato de calcio	2.17	2.17	2.17
Sal	0.15	0.15	0.15
Premezcla de Vitaminas	0.12	0.12	0.12
Cloruro de Colina 60%	0.12	0.12	0.12
Inhibidor de Hongos	0.1	0.1	0.1
DL Metionina	0.07	0.07	0.07
Ácido Ascórbico	0.07	0.07	0.07
Complejo Enzimático	0	0.1	0.2
Total	100	100	100
Contenido Nutricional			
Energía Digestible (Mcal/Kg)	2.8	2.8	2.8
Proteína Cruda %	18.00	18.00	18.00
Fibra Cruda %	8.00	8.00	8.00
Lisina %	0.84	0.84	0.84
Metionina + Cistina %	0.60	0.60	0.60
Arginina %	1.20	1.20	1.20
Treonina %	0.60	0.60	0.60
Triptofano %	0.18	0.18	0.18
Ácido Ascórbico (mg/100g)	20.00	20.00	20.00

3.1.6. Producto evaluado

El producto Allzyme Vegpro ®, es un complejo enzimático utilizado en aves y porcinos. Su aplicación puede realizarse en post peletizado y alimentos en harina. Se usa para aumentar la digestibilidad de productos y subproductos de semillas oleaginosas, como Soya, Girasol entre otros; además reduce el costo de los alimentos sin pérdida de productividad.

Este complejo enzimático contiene Proteasas (mínima) 3750 HUT (unidad HUT es la cantidad de enzima que produce un hidrolizado con la misma absorbancia a 275 nm igual a una solución que contenga 1.10 µg/ml de tirosina en 0.006N HCl)/g y Cellulasa (mínima) 22.5 CMCU (unidad de actividad de carboximetil celulosa libera 1 micromol de azúcar reductor (expresado como equivalentes de glucosa) en un minuto bajo las condiciones del ensayo)/g; Siendo sus ingredientes el carbonato de calcio, el extracto seco de la fermentación de *Asperrgillus niger*, el extracto seco de la fermentación de *Trichoderma Longibrachiatum* y el extracto seco de la fermentación de *Bacillus subtilis*.

3.2. Metodología

3.2.1. Manejo de los animales

Los animales destetados (14±3 días) fueron trasladados al galpón de recría, donde fueron distribuidos, aleatoria y homogéneamente, en las 18 unidades experimentales. Se registró un peso promedio al destete de 286 gramos (considerado como peso inicial), cada grupo experimental fue conformado por tres animales. En el anexo 2 se presentan los pesos iniciales. El peso de los animales fue controlado semanalmente; para esto se retiraba el alimento, se trasladaba en jabas a los animales a la zona de pesaje, y luego eran devueltos a su poza. Las jabas y la zona de pesaje eran desinfectadas luego del pesaje de los animales de cada poza con el fin de minimizar riesgos sanitarios. Concluido el registro de pesos se restablecía la alimentación.

3.2.2. Alimentación de los animales

La alimentación fue *ad libitum* con alimento integral. Este fue distribuido en pocillos los cuales eran llenados con el concentrado correspondiente. Una vez a la semana el residuo de alimento de cada pocillo era pesado para registrar el consumo de alimento semanal. Los pocillos eran revisados dos veces al día para evitar la falta de alimento. Se realizó el Análisis Químico Proximal del concentrado utilizada en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimento (LENA), Facultad de Zootecnia, UNALM. Los resultados se muestran en el Cuadro 4. El suministro de agua se realizó en pocillos de manera *ad libitum*, renovándola diariamente con agua fresca y limpia.

Cuadro 4: Análisis químico proximal porcentual de la dieta utilizada

Análisis Proximal %	
Humedad	9,33
Proteína Total	18,27
Grasa	4,96
Fibra Cruda	5,52
Ceniza	5,62
ELN	56,30

FUENTE: LENA, UNALM (2016)

3.2.3. Controles y parámetros

Los controles permitieron recolectar la data y de esta forma poder analizar los resultados respecto a los parámetros conocidos:

- **Consumo de alimento**

El control del alimento ofrecido y consumido se realizó semanalmente, generando registros por tratamiento y repetición que se digitalizaban para poder realizar los análisis correspondientes.

- **Ganancia de peso**

Se determinó por diferencia de peso semanal, registrando en un formato de control

de pesos. Cada unidad experimental de tres animales contó con una hoja de registro.

- **Conversión Alimenticia**

Se obtuvo del dividendo el consumo de alimento, sobre la ganancia de peso. Valor que se determinó semanalmente, para evaluar la eficiencia del animal ante el consumo del alimento ofrecido. Con la información generada, se determinó la Conversión Alimenticia Acumulada.

Fórmulas utilizadas para la obtención de las conversiones:

– **Conversión Alimenticia Animal (C.A)** =
$$\frac{\text{Consumo Semanal de MS alimento (gr)}}{\text{Ganancia de peso semanal (gr)}}$$

– **Conversión Alimenticia Acumulada** =
$$\frac{\text{Consumo MS Acumulado (gr)}}{\text{Ganancia de Peso Acumulada (gr)}}$$

- **Rendimiento de Carcasa**

Concluida la evaluación de crecimiento (9 semanas de edad) se benefició a los cuyes para determinar sus rendimientos de carcasa. Se evaluaron dos cuyes por tratamiento haciendo un total 6 animales. Los animales fueron puestos en ayuno durante 24 horas, se pesaron antes del ayuno y luego del ayuno. El faenado se hizo por corte yugular, luego fueron sumergidos en agua a una temperatura 70 °C para luego ser pelados y eviscerados, como determina la norma peruana de carne de cuy, NTP 201.058. El ciego e intestino delgado (viseras blancas) fueron sometidos a cortes histológicos.

El rendimiento de carcasa fue determinado mediante la fórmula:

$$\text{RC (\%)} = \frac{\text{Peso Carcasa con viseras rojas y apéndices}}{\text{Peso vivo del animal en ayuno}} \times 100$$

3.2.4. Sanidad

Antes de comenzar el experimento las pozas utilizadas fueron desinfectadas y sometidas a vacío sanitario por un mes. Los pocillos de alimento fueron lavados y desinfectados semanalmente con lejía, y los de agua fueron lavados a diario. Cada poza mantuvo sus implementos hasta el final del experimento. Los animales fueron observados a diario para poder detectar cualquier problema de manejo, sanidad o alimentación que se presentara. Se realizó la aspersión de cipermetrina dos veces a la semana con el fin de controlar la presencia de moscas y otros insectos. Las pozas fueron limpiadas una vez durante toda la investigación para evitar la acumulación de heces de los animales, para esto los animales fueron retirados en jvas y las camas se limpiaron, se flamearon y desinfectaron antes de regresar a los animales.

3.2.5. Diseño experimental

En el presente estudio se aplicó el análisis de variancia (ANVA) para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos evaluados ($\alpha=0.05$), con tres tratamientos, tres bloques y dos repeticiones por bloque. El bloqueó se realizó por que las repeticiones ingresaron de manera escalonada de dos en dos con diferencia de una semana, la unidad experimental fue formada por tres animales. El análisis de medias de los tratamientos para los parámetros en estudio se realizó la prueba estadística de Duncan.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij} = Observación de la i-ésima dieta en el j-ésimo bloque;

μ = Media Poblacional;

T_i = efecto de la i-ésima dieta experimental;

B_j = Efecto del j-ésimo bloque;

e_{ij} = Error Experimental.

Para la estabilización de la variancia, los valores expresados en porcentaje como rendimiento de carcasa, se transformaron a valores angulares, mediante siguiente formula:

$$\text{Arcoseno } (\text{valor}/100)^{0.5}$$

Con los valores transformados se realizaron las pruebas estadísticas para determinadas para el presente trabajo. Todos los cálculos estadísticos se realizaron usando el software SAS SYSTEM, versión 9.4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso y ganancia de peso

Los pesos iniciales y finales, así como la ganancia de peso total, semanal y diario por tratamiento, se presentan en el Cuadro 5, Anexos 3, 4, 5 y 6. De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 7, 8 y 9) no se observan diferencias ($P>0.05$) entre tratamientos, lo que indica que la inclusión del complejo enzimático en los niveles evaluados no mejora el peso ni la ganancia de peso.

El peso final más alto reportado en la presente investigación fue de 1018 g, para la dieta sin complejo enzimático. De la misma forma, entre las dietas con complejo enzimático, el peso más alto fue de 1008 g para la dieta con 0.02 por ciento de complejo enzimático; similar a lo reportados por Guerra (2015), quien no encontró diferencia estadística entre el uso de dietas con enzima digestiva (Endo-1,3-(4) *beta-Glucanasa*, *Xilanasa*) y sin enzima en un sistema de alimentación mixto; y, superiores a los hallados por Canchignia (2012) quien utilizó también alimentación mixta, con la adición de enzimas SSF (proteasa, celulasa, hemicelulasas, amilasas, beta-glucanasa, pectinasa, fitasas) a 0.02 por ciento, la diferencia entre Cachignia, Guerra y la presente investigación es que se utilizaron bases genéticas diferentes, además de encontrarse en zonas geográficas distintas.

La ganancia de peso más alta fue de 744 g, para las dietas sin el complejo enzimático; sin embargo, entre las dietas con complejo enzimático (0.2%) la ganancia de peso más alta fue de 720 g; similar a la reportada por Inga (2008), quien utilizó la misma base genética del INIA, temperaturas ambientales similares (24.23 °C) y el mismo sistema de alimentación con el mismo nivel energético sin uso de enzimas; y, por su parte Ccahuana (2008) bajo las mismas condiciones que Inga y la presente investigación (exceptuando la temperatura ambiental), reportó ganancias de peso mayores, lo cual puede deberse a las menores temperaturas ambientales que registraba.

Cuadro 5: Efecto de las dietas experimentales sobre los parámetros productivos

Parámetros	Niveles de <i>Allzyme Vegpro</i> ® %		
	TI	TII	TIII
	0	0.1	0.2
Acumulado (destete - 63 días)			
Peso Final (g)	1018 ^a	994 ^a	1008 ^a
Ganancia Total (g)	744 ^a	698 ^a	720 ^a
Ganancia Diaria (g)	15.20 ^a	14.20 ^a	14.70 ^a
Consumo Total de MS por Cuy (g)	2146 ^a	2120 ^a	2155 ^a
Consumo Diario de MS por Cuy (g)	44 ^a	43 ^a	44 ^a
Conversión Alimenticia	2.9 ^a	3 ^a	3 ^a
Rendimiento de Carcasa *(%)	69.11 ^a	66.78 ^a	69.43 ^a

MS: Materia Seca

* Rendimiento de Carcasa con Ayuno

a,b letras que indican diferencia significativa (P<0.05)

4.2. Consumo de alimento

El consumo de alimento total, semanal y diario, se presenta en el Cuadro 5 y Anexos 10, 11 y 12. De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 13) no se observa efecto de los tratamientos (P>0.05) sobre el consumo de alimento; lo que indica que la inclusión del complejo enzimático en los niveles evaluados no lo afecta.

El consumo más alto fue de 2155 g, para la dieta con 0.2 por ciento de complejo enzimático; siendo la dieta con 0.1 por ciento la que menor consumo reportó. Asimismo, el consumo diario más alto por animal fue de 44 g para la dieta de 0.2 por ciento de complejo enzimático y de 43 g para la dieta de 0.1 por ciento, siendo éste el valor más bajo hallado y a lo reportado por Inga (2008), lo que puede atribuirse al tamaño de camada, variable que no fue tomada en cuenta en la presente investigación, y existen reportes que indican que el tamaño de camada influye en el consumo; por el contrario, Vidaurre (2009) quien utilizó el mismo sistema de alimentación con 2.9 Mcal de ED/kg y el mismo nivel de fibra, sin la inclusión de enzimas, logró consumos diarios más altos. Respuesta que se puede explicar por la época de ejecución de la investigación. Vidaurre, realizó su investigación en la estación de invierno, e Inga y la presente se realizaron en primavera-Verano; además, Vidaurre utilizó una genética diferente a la de Inga y la presente investigación. Lo que nos permite confirmar

que los niveles de energía y la estación afectan el consumo de los animales, pero el complejo enzimático no tuvo mayor efecto.

4.3. Conversión alimenticia

Las conversiones alimenticias, semanales y acumuladas por tratamiento, se muestran en el Cuadro 5, y anexos 14 y 15. De acuerdo al análisis de varianza (Anexo 16) no se observa efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia, lo que indica que la inclusión del complejo enzimático en los niveles evaluados no la afecta.

La conversión alimenticia más eficiente 2.90 corresponde a la dieta sin complejo enzimático (0%); valor menor al reportado por Ccahuana (2008), pero similar a la obtenida por Inga (2008). Por otro lado, Guerra (2015), con 0.05% de enzima (Endo-1,3-(4) beta-Glucanase, Xylanase, NC) en la dieta, encontró una mayor conversión, de 3.94; mientras que Sopla (2017), utilizando una dieta mixta con complejo enzimático (fitasa y endosilanasas), reportó una mejor conversión (2.73) que Guerra y la presente investigación. Ambos autores no encontraron respuesta al uso de enzimas en la etapa de crecimiento en cuyes, como sucedió también en la presente investigación.

4.4. Rendimiento de carcasa

El efecto de los diferentes niveles de complejo enzimático sobre los rendimientos de carcasa evaluados, se presenta en el Cuadro 5; y los datos correspondientes se muestran en el anexo 17. No se encontraron diferencias ($P>0.05$) para el rendimiento de carcasa entre tratamientos, como se observa en el anexo 18; sin embargo; sí una leve diferencia numérica a favor del T3 el cual contiene un 0.2 por ciento de complejo enzimático.

El valor más alto de rendimiento de carcasa fue de 69.43%, con la dieta con 0.2% de complejo enzimático; siendo la dieta con 0.1% la que obtuvo el rendimiento de carcasa más bajo de 66.78, similares a los obtenidos por Ccahuana (2008), pero ligeramente inferiores a los hallados por Inga (2008), con diferentes niveles de energía digestible y fibra. Además, cabe mencionar que el mejor resultado de Inga se halló en el grupo control, el cual no excluía

el forraje de la dieta, no siendo así en el caso del presente trabajo, ya que ningún tratamiento contó con forraje. También se puede observar que la merma por ayuno fue de 9 a 10 por ciento alta en comparación con análisis realizados los últimos años en INIA, donde la merma por ayuno se encuentra entre 6 y 7 por ciento (Chauca y Muscari, 2016)

4.5. Retribución económica del alimento

Los costos de la presente investigación, se refieren al gasto por animal macho en etapa de recría, obtenido únicamente por efecto de consumo de alimento. El Cuadro 6 muestra el análisis económico para peso vivo y los costos de alimentación por tratamiento y por animal. Se aprecia que la dieta sin complejo enzimático tuvo una mejor retribución económica, de S/ 12.30 por kg de carne de cuy, en comparación con las con las demás (0.1% y 0.2% de complejo enzimático) que logran 11.18 y 10.73 soles por animal, respectivamente.

Cuadro 6: Análisis económico para peso vivo

Tratamientos	T1	T2	T3
Costo de producción por cuy Destetado S/	5.72	5.72	5.72
COSTO DE ALIMENTACION			
Cons concentrado (Kg.)	2.15	2.12	2.16
Costos /Kg concentrado (S/.)	1.7	1.91	2.12
Costo alimentacion balanceada	3.66	4.05	4.58
Alimentacion + Mano de Obra	5.38	5.96	6.74
Costo de Recria	5.72	5.72	5.72
COSTO FINAL DE RECRÍA	11.1	11.68	12.46
Peso Final del cuy	1017	0.994	1007.8
Peso de Carcasa	0.703	0.664	0.700
Rendimiento de carcasa %	69.11	66.78	69.43
Precio Kg PV Cuy (S/)	23	23	23
Ingreso Bruto/Kg PV Cuy (S/)	23.39	22.85	23.18
RETRIBUCION ECONOMICA	12.3	11.18	10.73

Considerando la alimentación al 68% del costo total de producción

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente estudio, se puede llegar a las siguientes conclusiones.

1. La inclusión del complejo enzimático en la alimentación integral de cuyes en etapa de crecimiento de dos a nueve semanas de edad, no mejoró los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.
2. La mejor retribución económica fue de S/ 12.09 por kg de carne de cuy con la dieta sin el complejo enzimático.

VI. RECOMENDACIONES

Las condiciones en que se desarrolló la presente investigación, han permitido llegar a las siguientes recomendaciones.

1. Evaluar los mismos niveles de complejo enzimático, que los probados en el presente estudio, en dietas con exclusión de forraje para cuyes en crecimiento, pero con menor densidad de nutrientes.
2. Para próximas evaluaciones tomar en cuenta el tamaño de camada como fuente de variación.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCARRAZ, M.; FLORES, A.; GODOY, J. 2010. Producción de celulasas por Inmovilización Celular para el tratamiento de efluentes Industriales Lignocelulósicos. Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográfica. Vol 13 (Nº 26): 5-6.
- ALIAGA, R.L.; MONCAYO, G.R.; RICO, N.E.; CAYCEDO, V.A. 2009. Producción de cuyes. 2009. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima, Perú. 307 p.
- ALLTECH. 2010. Allzyme Vegpro (en línea). Lima, Perú. Consultado 11 jun. 2017. Disponible en <http://alltech.perulactea.com/2010/05/31/allzyme-vegpro/>
- ARIZA Y.; SÁNCHEZ, L. 2012. Determinación de Metabolitos Secundarios A Partir de *Bacillus subtilis* con Efecto Biocontrolador sobre *Fusarium Sp.* NOVA 10(18). Bogotá, Colombia. p. 149-155.
- BARRETT, A.J.; RAWLINGS, N.D.; WOESSNER, J.F. 1998. Handbook of Proteolytic Enzymes. Journal of Structural Biology. United Kingdom. p. 95-102.
- BENITO, L.D. 2008. Evaluación de la suplementación de vitamina C estabilizada en dietas peletizadas de inicio y crecimiento en cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis Mg. Scientiae. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. p. 40-67.

- BLANCO, M.A. 1990. Producción de celulasas a partir de dos cepas hiperproductoras de *Trichoderma Longibrachiatum*. Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológica. Madrid, España. p. 10-12.
- BRUFAO, J. 2014. Introducción al uso de enzimas en la alimentación animal un proceso de innovación. Lima, Perú. NutriNews. Vol 1. 17- 21.
- CANCHIGNIA, T. 2012. Probiótico Lactina (Abg2210138) Más Enzimas (Ssf) en dietas a Base de Palmiste en Crecimiento Engorde de Cuyes Mejorados. Tesis de Grado Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. p. 28-70.
- CAJAS, A.J. 2008. Efecto de la utilización de chocho (*Lupinus mutabilis sweet*) como antiparasitario gastrointestinal en cuyes bajo diferentes tiempos de maceración y cocción. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. p. 29-30.
- CARLÓN, G. 2007. El uso de enzimas en la alimentación de aves. Tesis Médico Veterinario. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Michoacán, México. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. p. 8-18.
- CARRILLO, O.; VEGA-VILLASANTE, F.; NOLASCO, H.; GALLARDO, N. 2000. Aditivos alimentarios como estimuladores del crecimiento de camarón. In Simposio Internacional de Nutrición Acuícola, 5. Yucatán, México, (En Línea). La Habana, Cuba. Consultado 26 mar. 2017. Disponible en <http://www.aquatech.com.ve/pdf/nolasco.pdf>
- CAYCEDO, A. 1992. Investigaciones en cuyes. Curso latinoamericano de producción de cuyes 3. Lima, Perú. 85 p.

- CCAHUANA, L. 2008. Evaluación del bagazo de marigold en dietas peletizadas con exclusión de forraje verde para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. Tesis Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 43-52.
- CÉSPEDES, L. 2012. Factores determinantes en la demanda de la carne de cuy (*Cavia Porcellus*) en Lima Metropolitana. Tesis para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú. p. 19-25.
- CHAUCA, L. 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Producción y Sanidad animal 138. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) (en línea) Lima, Perú. Consultado 26 mar 2017. http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/produccion_cuyes.pdf
- CHAUCA, L. 2015. Crianza de cuyes de una actividad domestica a una productiva. En La Ganadería en América Latina y el Caribe: Alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. Crianza de Cuyes de una Actividad Domestica a una Productiva. 1ed. Lima, Perú. p. 527-556.
- CHAUCA, L. MUSCARI, J. 2016. Evaluación del Crecimiento de Cuyes (*Cavia porcellus*) de raza Perú y sus tres grados de cruzamiento. Revista Agro Enfoque (204): 46-49. Lima, Perú.
- CONDORI, A.R. 2013. Evaluación de tres niveles de fibra en dietas de inicio y crecimiento de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 27-42.
- ERRASTI, E. 2013. Estudio de Posibles Aplicaciones Farmacológicas de Extractos de Especies de Bromeliáceas y su Comparación con Bromelina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de la Plata. La Plata, Argentina. p. 45-48.

- FERNÁNDEZ, N.; PÉREZ, A.; VOLPEDO, A. 2010. Calidad de agua para la producción de especies animales tradicionales y no tradicionales en Argentina. Buenos Aires, Argentina. Revista AUGMDOMUS. Vol. 1. 45-66.
- FORAT, M. 2005. Effect of Supplementation with Allzyme ®Vegpro on Swine Performance and Feed Cost. Institute International de Investigation Animal. In Annual Symposium on Nutritional Biotechnologies in the feed and food industries 21. 2005. Kentucky, USA. México.
- GUERRA, J, 2015. Evaluación del uso de dietas con tres niveles de enzimas digestivas en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y finalización. Título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. p. 24-34.
- GUYTON, A.; HALL, J. 2001. Tratado de Fisiología Médica. 10 ed. McGrawHill. Interamericana de España. Madrid. España. p. 889-890.
- HIYAGON, A, 2014. Estudio Morfométrico del Estómago del Cobayo (*Cavia Porcellus*) Lactante. Tesis para Título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. p. 7-24.
- IMBA E.G. y L.M. TALLANA, 2011. Aceptabilidad de bagazo de caño, rastrojo de maíz y tamo de cebada en bloques nutricionales como reemplazo del maíz en cobayos de engorde (*Cavia porcellus*) en la granja La Pradera-Chaltura. Tesis para Ingeniero Agropecuario (en línea). Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. Consultado 5 feb. 2017. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/778/1/03%20AGP%20130%20ART%C3%8DCULO%20CIENT%C3%8DFICO.pdf>

- INGA, V.A. 2008. Evolución de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 29-31.
- INIA. 2007. Animales Menores Resumen Ejecutivo (en línea). Lima, Perú. Consultado 28 feb. 2017. Disponible en <http://www.inia.gob.pe/files/crianzas/animalesmenores.pdf>
- INIA–CIID.1994. Investigaciones en cuyes. Informes Técnico N°. 6. Lima, Perú. 197 p.
- JARA, E. 2014. Contribución al estudio anatómico e histológico del ciego del cuy (*Cavia porcellus*) raza Perú. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú. p. 10-23.
- KANCHANAWEE, S.; MOLEE, W. 1999. Effects of Vegpro™ on performance of pigs fed corn soy diets. School of Animal Production Technology, Suranaree. University of technology. Alltech. Nakhon Ratchasima, Thailand. 11 p.
- KITCHEN, D.I. 1999. Commercial performance response to vegpro™: Farm trials in the UK. In Annual Symposium Biotechnology in the feed industry 15, 1999, Kentucky, USA. Lancashire, UK.
- LEIVA, G. 2011. Importancia del uso de enzimas en avicultura (en línea). Lima, Perú. Consultado 28 feb. 2017. Disponible en <http://www.actualidadporcina.com/battilana/articulos/importancia-del-uso-de-enzimas-en-avicultura.html>
- LOZADA, P. 2008. Efecto de incluir cebada en grano y/o semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento óptimo económico de beneficio de cobayos

en el Valle del Mantaro. Revista de Investigación Veterinaria del Perú 2013; 24 (1):25-31.

- MC DONALD, P.; EDWARD, R.; GREENHALGH, J.; MORGAN, C. 1999. Nutrición Animal. 5 ed. Editorial Acribia S.A. España. p. 128-141.
- MILIAN, G.; PEREZ, M.; BOCOURT, R. 2008. Empleo de pro biótico basado en *Bacillus sp* y de sus endosporas en la producción de avícola. La Habana, Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. Vol. 42 (2). 117-12.
- NC-IUBMB. 1992. Enzyme Nomenclature 1992. Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology on the Nomenclature and Classification of Enzymes. Academic Press (en línea). Orlando. Florida, USA. Consultado 29 feb. 2017. Disponible en <https://febs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1432-1033.1992.tb16598.x>
- OPALINSKI, M.; DA ROCHA, C.; MAIORKA, C.; DALHKE, F.; FISHER, A.; APARECIDO, S. 2011. Impacto de Enzimas e da granulometria sobre a digestibilidade da soja desativada para frangos de corte. Paraná, Argentina Archives of veterinary Science. Vol. 16 (2). 84-90.
- RAVINDRAN, V. 2010. Aditivos en la alimentación animal presente y futuro. Concurso de Alimentación FEDNA 26, (en línea). Consultado 18 abr 2017. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_promotores_crecimiento/44-10CAP_I.pdf
- REMIGIO, E. 2001. Evaluación de enzimas digestivas en dietas con diferentes niveles de energía metabolizable para codornices en postura. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 50-68 p.

- RODRÍGUEZ, D. 2016. Uso de Enzimas: Consideraciones prácticas y su influencia en los costos de producción del alimento en Ecuador. 20 p.
- RODRÍGUEZ, L.I.; REYES, M.A.; GARCÍA, M.J.; PÉREZ DE LA CRUZ, A.J. 2013. Endocarditis por *Trichoderma Longibrachiatum* en paciente con nutrición parenteral domiciliaria. unidad de cuidados intensivos. In Nutrition Hospital aria Vol.28 (3). Granada. España. p. 961-964.
- RONEBERG-ROOS, P., KERVINEN, J., KOVALEVA, V., RAIKHE NV & GAL, S. 1994. The aspartic proteinase of barley is a vacuolar enzyme that processes probarley lectin in vitro. Plant Physiol. 105: 321-329.
- SANDOVAL, A. 2013. Evaluación de diferentes tipos de dietas en cobayos en crecimiento. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. p. 13.
- SARRIA, J.; SOLORZANO, J. 2014. Crianza, Producción y Comercialización de Cuyes. Ed. Arestigui Baca C. Lima, Perú. Editora Macro E.I.R.L. p. 88-89.
- SOPLA, H, 2017. Utilización de Gallinaza y de un Complejo Enzimático en la Alimentación de Cuyes Raza Perú (*Cavia Porcellus L.*) en Etapa de Recria. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú. p. 57-73.
- TORRES, A. 2006. Evaluación de dos niveles de energía y proteína en concentrado de crecimiento para cuyes machos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 28-42.
- VALLEJOS, P.D. 2015. Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (*Cavia Porcellus*) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades

intestinales y criptas de Lieberkühn. Lima, Perú. Revista de Investigación Veterinaria 26(3). 395-40.

- VERGARA, V. 2008. Simposio avances sobre producción de cuyes en el Perú. En Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA) 31 (en línea). Lima, Perú. Consultado 20 nov. 2017. Disponible en www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040408/040814E.pdf.
- VIDAURRE, M. 2009. Evaluación de tres niveles de cebada en reemplazo de maíz en dietas peletizadas para cuyes en crecimiento con exclusión de forraje. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 37-49 p.
- ZARA, L. 2016. Vitamina C protegida en concentrado de *Cavia porcellus* “cuy” en etapa de crecimiento-engorde, con exclusión de forraje. Lima, Perú. Scientia Agropecuaria 7 (3). 259 – 263.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Temperaturas máximas y mínimas del Galpón 4

MES	Temperatura Mínima del Mes °C	Temperatura Máxima del Mes °C	Promedio de Temperatura del Mes °C
Noviembre 2016	13.9	28.8	24.1
Diciembre 2016	17.1	31.4	25.4
Enero 2017	22.1	34.1	27.7

Temperaturas tomadas en el INIA cede Central la Molina (galpón 4)

*Se usaron termómetros ambientales digitales, los cuales están instalados en los galpones.

Anexo 2: Tablas de pesos en gramos al destete, con los que se inició la investigación

Repetición	Peso Destete/Animal /Repetición /tratamiento g		
	T 1	T 2	T 3
R 1	345	402	327
R 1	353	390	376
R 1	330	430	310
R 2	230	306	292
R 2	218	288	256
R 2	222	200	324
R 3	296	262	362
R 3	306	226	312
R 3	338	228	212
R 4	268	270	238
R 4	246	250	214
R 4	236	216	336
R 5	212	236	290
R 5	232	206	254
R 5	234	298	256
R 6	314	398	320
R 6	290	320	246
R 6	262	392	262
Promedio Peso /Trat	274.00	295.44	288.17

Anexo 3: Pesos promedio semanales por poza (gramos)

B	T	R	Peso Inicial	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	342.7	476.0	603.3	712.7	833.3	952.7	994.7	1117.3
	I	2	223.3	332.7	435.3	543.3	680.3	821.3	939.3	1040.7
II	I	3	313.3	384.0	474.7	577.3	695.3	806.7	896.0	986.0
	I	4	250.0	381.3	474.7	612.0	724.0	858.7	988.7	1128.7
III	I	5	226.0	311.3	363.7	442.0	530.7	620.0	709.3	779.3
	I	6	288.7	366.7	496.0	604.7	768.0	854.0	988.7	1055.3
Promedio			274.0	375.3	474.6	582.0	705.3	818.9	919.4	1017.9
I	II	1	407.3	484.7	569.3	668.0	795.3	926.7	989.3	1044.7
	II	2	264.7	352.0	474.7	574.7	682.0	755.3	854.0	940.7
II	II	3	238.7	324.7	418.0	535.3	655.3	760.0	840.7	918.0
	II	4	245.3	337.3	392.7	528.7	582.7	684.0	780.7	933.3
III	II	5	246.7	296.0	368.0	469.3	583.3	698.7	776.7	882.7
	II	6	370.0	474.0	605.3	700.0	816.7	928.7	1097.3	1242.0
Promedio			295.4	378.1	471.3	579.3	685.9	792.2	889.8	993.6
I	III	1	337.7	436.7	510.7	598.7	732.3	876.7	992.0	1110.0
	III	2	290.7	362.7	451.3	548.0	642.3	765.3	852.7	942.7
II	III	3	295.3	400.7	522.7	651.3	791.3	864.7	956.0	1055.3
	III	4	262.7	358.7	456.7	564.0	682.7	820.0	948.7	1051.3
III	III	5	266.7	331.3	422.7	536.7	640.0	760.0	859.3	932.0
	III	6	276.0	354.0	454.7	553.3	640.7	731.3	840.0	955.3
Promedio			288.2	374.0	469.8	575.3	688.2	803.0	908.1	1007.8

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 4: Incremento de pesos acumulativo (gramos)

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	133.33	260.67	370.00	490.67	610.00	652.00	774.67
	I	2	109.33	212.00	320.00	457.00	598.00	716.00	817.33
II	I	3	70.67	161.33	264.00	382.00	493.33	582.67	672.67
	I	4	131.33	224.67	362.00	474.00	608.67	738.67	878.67
III	I	5	85.33	137.67	216.00	304.67	394.00	483.33	553.33
	I	6	78.00	207.33	316.00	479.33	565.33	700.00	766.67
Promedio			101.33	200.61	308.00	431.28	544.89	645.44	743.89
I	II	1	77.33	162.00	260.67	388.00	519.33	582.00	637.33
	II	2	87.33	210.00	310.00	417.33	490.67	589.33	676.00
II	II	3	86.00	179.33	296.67	416.67	521.33	602.00	679.33
	II	4	92.00	147.33	283.33	337.33	438.67	535.33	688.00
III	II	5	49.33	121.33	222.67	336.67	452.00	530.00	636.00
	II	6	104.00	235.33	330.00	446.67	558.67	727.33	872.00
Promedio			82.67	175.89	283.89	390.44	496.78	594.33	698.11
I	III	1	99.00	173.00	261.00	394.67	539.00	654.33	772.33
	III	2	72.00	160.67	257.33	351.67	474.67	562.00	652.00
II	III	3	105.33	227.33	356.00	496.00	569.33	660.67	760.00
	III	4	96.00	194.00	301.33	420.00	557.33	686.00	788.67
III	III	5	64.67	156.00	270.00	373.33	493.33	592.67	665.33
	III	6	78.00	178.67	277.33	364.67	455.33	564.00	679.33
Promedio			85.83	181.61	287.17	400.06	514.83	619.94	719.61

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 5: Incremento de Pesos Semanales (gramos)

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	133.3	127.3	109.3	120.7	119.3	42.0	122.7
	I	2	109.3	102.7	108.0	137.0	141.0	118.0	101.3
II	I	3	70.7	90.7	102.7	118.0	111.3	89.3	90.0
	I	4	131.3	93.3	137.3	112.0	134.7	130.0	140.0
III	I	5	85.3	52.3	78.3	88.7	89.3	89.3	70.0
	I	6	78.0	129.3	108.7	163.3	86.0	134.7	66.7
Promedio			101.3	99.3	107.4	123.3	113.6	100.6	98.4
I	II	1	77.3	84.7	98.7	127.3	131.3	62.7	55.3
	II	2	87.3	122.7	100.0	107.3	73.3	98.7	86.7
II	II	3	86.0	93.3	117.3	120.0	104.7	80.7	77.3
	II	4	92.0	55.3	136.0	54.0	101.3	96.7	152.7
III	II	5	49.3	72.0	101.3	114.0	115.3	78.0	106.0
	II	6	104.0	131.3	94.7	116.7	112.0	168.7	144.7
Promedio			82.7	93.2	108.0	106.6	106.3	97.6	103.8
I	III	1	99.0	74.0	88.0	133.7	144.3	115.3	118.0
	III	2	72.0	88.7	96.7	94.3	123.0	87.3	90.0
II	III	3	105.3	122.0	128.7	140.0	73.3	91.3	99.3
	III	4	96.0	98.0	107.3	118.7	137.3	128.7	102.7
III	III	5	64.7	91.3	114.0	103.3	120.0	99.3	72.7
	III	6	78.0	100.7	98.7	87.3	90.7	108.7	115.3
Promedio			85.8	95.8	105.6	112.9	114.8	105.1	99.7

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 6: Incremento de Pesos Diarios (gramos)

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	19.0	18.2	15.6	17.2	17.0	6.0	17.5
	I	2	15.6	14.7	15.4	19.6	20.1	16.9	14.5
II	I	3	10.1	13.0	14.7	16.9	15.9	12.8	12.9
	I	4	18.8	13.3	19.6	16.0	19.2	18.6	20.0
III	I	5	12.2	7.5	11.2	12.7	12.8	12.8	10.0
	I	6	11.1	18.5	15.5	23.3	12.3	19.2	9.5
Promedio			14.5	14.2	15.3	17.6	16.2	14.4	14.1
I	II	1	11.0	12.1	14.1	18.2	18.8	9.0	7.9
	II	2	12.5	17.5	14.3	15.3	10.5	14.1	12.4
II	II	3	12.3	13.3	16.8	17.1	15.0	11.5	11.0
	II	4	13.1	7.9	19.4	7.7	14.5	13.8	21.8
III	II	5	7.0	10.3	14.5	16.3	16.5	11.1	15.1
	II	6	14.9	18.8	13.5	16.7	16.0	24.1	20.7
Promedio			11.8	13.3	15.4	15.2	15.2	13.9	14.8
I	III	1	14.1	10.6	12.6	19.1	20.6	16.5	16.9
	III	2	10.3	12.7	13.8	13.5	17.6	12.5	12.9
II	III	3	15.0	17.4	18.4	20.0	10.5	13.0	14.2
	III	4	13.7	14.0	15.3	17.0	19.6	18.4	14.7
III	III	5	9.2	13.0	16.3	14.8	17.1	14.2	10.4
	III	6	11.1	14.4	14.1	12.5	13.0	15.5	16.5
Promedio			12.3	13.7	15.1	16.1	16.4	15.0	14.2

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 7: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para ganancia de peso por poza

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	56650.7778	28325.3889	0.45	n.s.
BLOQUE	2	65214.7778	32607.3889	0.52	n.s.
REP(BLOQUE)	3	413114.8333	137704.9444	2.18	n.s.
Error	10	632821.889	63282.189		
Corrected Total	17	1167802.278			

(n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.458109$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupación	Promedio	Trat
A	2231.7	T1
A	2158.8	T3
A	2094.3	T2

Anexo 8: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para peso final por poza

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	2765.7778	1382.8889	0.02	n.s.
BLOQUE	2	120199.1111	60099.5556	0.86	n.s.
REP(BLOQUE)	3	943394.6667	314464.8889	4.52	
Error	10	695946.222	69594.622		
Corrected Total	17	1762305.778			

(n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.60509$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupación	Promedio	Trat
A	3053.7	T1
A	3039.7	T2
A	3023.3	T3

Anexo 9: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para peso inicial por poza

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	1428.14778	714.07389	0.54	n.s.
BLOQUE	2	6104.77444	3052.38722	2.33	n.s.
REP(BLOQUE)	3	23599.59667	7866.53222	6	
Error	10	13120.47222	1312.04722		
Corrected Total	17	44252.99111			

n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.703512$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupación	Promedio	Trat
A	295.45	T2
A	288.18	T3
A	274	T1

Anexo 10: Consumo de alimento tal como ofrecido semanal/ poza y consumo total en materia seca (gramos)

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem	TCO	MS
I	I	1	716	894	1057	1170	1220	1200	1524	7781	7055.03
	I	2	660	697	840	1068	1170	1255	1294	6984	6332.39
II	I	3	520	482	909	1238	1126	1184	1212	6671	6048.60
	I	4	570	731	986	1062	1672	1720	1800	8541	7744.12
III	I	5	495	483	665	790	996	1038	1070	5537	5020.40
	I	6	508	845	964	1058	1166	1280	1276	7097	6434.85
Promedio			578.2	688.7	903.5	1064.3	1225.0	1279.5	1362.7	7101.8	6439.2
I	II	1	674	840	950	1095	1234	1239	1218	7250	6573.58
	II	2	519	788	918	1160	1200	1254	1280	7119	6454.80
II	II	3	532	745	984	1054	1188	1410	1328	7241	6565.41
	II	4	513	619	818	900	1034	1130	1150	6164	5588.90
III	II	5	458	508	760	941	1056	1286	1300	6309	5720.37
	II	6	662	970	1022	1166	1240	1466	1480	8006	7259.04
Promedio			559.7	745.0	908.7	1052.7	1158.7	1297.5	1292.7	7014.8	6360.3
I	III	1	610	798	864	1177	1319	1400	1690	7858	7124.85
	III	2	555	734	882	987	1180	1268	1270	6876	6234.47
II	III	3	600	874	1117	1222	1218	1380	1368	7779	7053.22
	III	4	472	745	884	1052	1224	1554	1304	7235	6559.97
III	III	5	504	559	816	918	1112	1118	1500	6527	5918.03
	III	6	488	694	1014	898	1010	1136	1262	6502	5895.36
Promedio			538.2	734.0	929.5	1042.3	1177.2	1309.3	1399.0	7129.5	6464.3

B: Bloque

Sem: Semana

T: Tratamiento

TCO: Tal como ofrecido

R: Repetición

MS: Materia seca

Anexo 11: Consumo de materia seca semanal/cuy (gramos)

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	216.4	270.2	319.5	353.6	368.7	362.7	460.6
	I	2	199.5	210.7	253.9	322.8	353.6	379.3	391.1
II	I	3	157.2	145.7	274.7	374.2	340.3	357.8	366.3
	I	4	172.3	220.9	298.0	321.0	505.3	519.8	544.0
III	I	5	149.6	146.0	201.0	238.8	301.0	313.7	323.4
	I	6	153.5	255.4	291.4	319.8	352.4	386.9	385.6
Promedio			174.7	208.1	273.1	321.7	370.2	386.7	411.8
I	II	1	203.7	253.9	287.1	330.9	373.0	374.5	368.1
	II	2	156.9	238.2	277.5	350.6	362.7	379.0	386.9
II	II	3	160.8	225.2	297.4	318.6	359.1	426.1	401.4
	II	4	155.0	187.1	247.2	272.0	312.5	341.5	347.6
III	II	5	138.4	153.5	229.7	284.4	319.2	388.7	392.9
	II	6	200.1	293.2	308.9	352.4	374.8	443.1	447.3
Promedio			169.1	225.2	274.6	318.2	350.2	392.1	390.7
I	III	1	184.4	241.2	261.1	355.7	398.6	423.1	510.8
	III	2	167.7	221.8	266.6	298.3	356.6	383.2	383.8
II	III	3	181.3	264.2	337.6	369.3	368.1	417.1	413.5
	III	4	142.7	225.2	267.2	317.9	369.9	469.7	394.1
III	III	5	152.3	168.9	246.6	277.5	336.1	337.9	453.4
	III	6	147.5	209.7	306.5	271.4	305.3	343.3	381.4
Promedio			162.7	221.8	280.9	315.0	355.8	395.7	422.8

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 12: Consumo de materia seca diaria /cuy (gramos)

Consumo de Materia Seca Diario/Cuy (gr.)							
BLOQUE	TRAT	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	30.9	38.6	45.6	50.5	52.7	51.8
	I	28.5	30.1	36.3	46.1	50.5	54.2
II	I	22.5	20.8	39.2	53.5	48.6	51.1
	I	24.6	31.6	42.6	45.9	72.2	74.3
III	I	21.4	20.9	28.7	34.1	43.0	44.8
	I	21.9	36.5	41.6	45.7	50.3	55.3
Promedio		25.0	29.7	39.0	46.0	52.9	55.2
I	II	29.1	36.3	41.0	47.3	53.3	53.5
	II	22.4	34.0	39.6	50.1	51.8	54.1
II	II	23.0	32.2	42.5	45.5	51.3	60.9
	II	22.1	26.7	35.3	38.9	44.6	48.8
III	II	19.8	21.9	32.8	40.6	45.6	55.5
	II	28.6	41.9	44.1	50.3	53.5	63.3
Promedio		24.2	32.2	39.2	45.5	50.0	56.0
I	III	26.3	34.5	37.3	50.8	56.9	60.4
	III	24.0	31.7	38.1	42.6	50.9	54.7
II	III	25.9	37.7	48.2	52.8	52.6	59.6
	III	20.4	32.2	38.2	45.4	52.8	67.1
III	III	21.8	24.1	35.2	39.6	48.0	48.3
	III	21.1	30.0	43.8	38.8	43.6	49.0
Promedio		23.2	31.7	40.1	45.0	50.8	56.5

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 13: Análisis de variancia y Prueba de Duncan del consumo de alimento acumulado en MS por poza y tratamiento

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	232627.774	116313.887	0.27	n.s.
BLOQUE	2	1767754.271	883877.136	2.03	n.s.
REP(BLOQUE)	3	1894008.193	631336.064	1.45	
Error	10	4347307.992	434730.799		
Corrected Total	17	8241698.231			

(n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.472523$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupacion	Promedio	Trat
A	6631.1	T3
A	6439.2	T1
A	6360.4	T2

Anexo 14: Conversión alimenticia semanal

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	1.62	2.12	2.92	2.93	3.09	8.64	3.75
	I	2	1.82	2.05	2.35	2.36	2.51	3.21	3.86
II	I	3	2.22	1.61	2.68	3.17	3.06	4.01	4.07
	I	4	1.31	2.37	2.17	2.87	3.75	4.00	3.89
III	I	5	1.75	2.79	2.57	2.69	3.37	3.51	4.62
	I	6	1.97	1.97	2.68	1.96	4.10	2.87	5.78
Promedio			1.78	2.15	2.56	2.66	3.31	4.37	4.33
I	II	1	2.63	3.00	2.91	2.60	2.84	5.98	6.65
	II	2	1.80	1.94	2.77	3.27	4.95	3.84	4.46
II	II	3	1.87	2.41	2.53	2.65	3.43	5.28	5.19
	II	4	1.69	3.38	1.82	5.04	3.08	3.53	2.28
III	II	5	2.81	2.13	2.27	2.49	2.77	4.98	3.71
	II	6	1.92	2.23	3.26	3.02	3.35	2.63	3.09
Promedio			2.12	2.52	2.59	3.18	3.40	4.37	4.23
I	III	1	1.86	3.26	2.97	2.66	2.76	3.67	4.33
	III	2	2.33	2.50	2.76	3.16	2.90	4.39	4.26
II	III	3	1.72	2.17	2.62	2.64	5.02	4.57	4.16
	III	4	1.49	2.30	2.49	2.68	2.69	3.65	3.84
III	III	5	2.36	1.85	2.16	2.69	2.80	3.40	6.24
	III	6	1.89	2.08	3.11	3.11	3.37	3.16	3.31
Promedio			1.94	2.36	2.68	2.82	3.26	3.81	4.36

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 15: Conversión alimenticia acumulada

B	T	R	1 sem	2 sem	3 sem	4 sem	5 sem	6 sem	7 sem
I	I	1	1.62	1.87	2.18	2.36	2.51	2.90	3.04
	I	2	1.82	1.93	2.08	2.16	2.24	2.40	2.58
II	I	3	2.22	1.88	2.19	2.49	2.62	2.83	3.00
	I	4	1.31	1.75	1.91	2.14	2.49	2.76	2.94
III	I	5	1.75	2.15	2.30	2.41	2.63	2.79	3.02
	I	6	1.97	1.97	2.22	2.13	2.43	2.51	2.80
Promedio			1.78	1.92	2.14	2.28	2.49	2.70	2.90
I	II	1	2.63	2.82	2.86	2.77	2.79	3.13	3.44
	II	2	1.80	1.88	2.17	2.45	2.82	2.99	3.18
II	II	3	1.87	2.15	2.30	2.40	2.61	2.97	3.22
	II	4	1.69	2.32	2.08	2.55	2.68	2.83	2.71
III	II	5	2.81	2.41	2.34	2.39	2.49	2.86	3.00
	II	6	1.92	2.10	2.43	2.58	2.74	2.71	2.77
Promedio			2.12	2.28	2.36	2.53	2.69	2.92	3.05
I	III	1	1.86	2.46	2.63	2.64	2.67	2.85	3.08
	III	2	2.33	2.42	2.55	2.71	2.76	3.01	3.19
II	III	3	1.72	1.96	2.20	2.32	2.67	2.93	3.09
	III	4	1.49	1.90	2.11	2.27	2.37	2.61	2.77
III	III	5	2.36	2.06	2.10	2.26	2.39	2.56	2.96
	III	6	1.89	2.00	2.39	2.56	2.72	2.81	2.89
Promedio			1.94	2.13	2.33	2.46	2.60	2.80	3.00

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Sem: Semana

Anexo 16: Análisis de varianza y Prueba de Duncan para conversión alimenticia

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	0.05096233	0.02548117	0.33	n.s.
BLOQUE	2	0.138396	0.069198	0.89	n.s.
REP(BLOQUE)	3	0.03512983	0.01170994	0.15	
Error	10	0.77789233	0.07778923		
Corrected Total	17	1.0023805			

(n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.223955$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupación	Promedio	Trat
A	3.079	T3
A	3.05383	T2
A	2.95567	T1

Anexo 17: Rendimiento de Carcasa (%)

BLOQUE	TRAT	REP	PESO VIVO		CARCASA	
			SIN AYUNO	CON AYUNO- 24 h.	PESO	%
I	I	1	846	798	530	66.42
II	I	4	1140	962	686	71.31
III	I	6	852	778	538	69.15
	PROMEDIO		946.00	846.00	584.67	69.11
I	II	1	852	740	506	68.38
II	II	4	916	816	535	65.56
III	II	6	1274	1192	794	66.61
	PROMEDIO		1014.00	916.00	611.67	66.78
I	III	1	840	810	574	70.86
II	III	4	960	864	628	72.69
III	III	6	1104	930	606	65.16
	PROMEDIO		968.00	868.00	602.67	69.43

B: Bloque

T: Tratamiento

R: Repetición

Anexo 18: Análisis de varianza y prueba de Duncan para rendimiento de carcasa

FV	GL	SC	CM	Fcal	Nivel Sig
TRATA	2	9.64286667	4.82143333	2.99	n.s.
BLOQUE	2	1.04846667	0.52423333	0.32	n.s.
Error	4	6.45326667	1.61331667		
Corrected Total	8	17.1446			

(n.s.): no significativo

(*): Significativo

(**): Altamente significativo

$$R^2 = 0.623598$$

Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$)

Agrupación	Promedio	Trat
A	57.73	T3
A	56.147	T1
A	55.223	T3

Anexo 19: Figuras



Figura 1: Pozas utilizadas durante toda la investigación



Figura 2: Baldes utilizados para contener el alimento de los animales



Figura 3: Balanza digital utilizada en la investigación.



Figura 4: Jabas utilizada para transportar a los animales