

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“EVALUACIÓN DE TRES ENZIMAS (6-fitasa, endoxilanasas y xilanasas -  $\alpha$  amilasa), SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE DEL CUY (*Cavia porcellus*) EN LA GRANJA PIEDRA BLANCA, TACNA - 2019”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. Sheyla Liliana Arce Villavicencio**

**Para optar el Título Profesional de:**

**MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**TACNA – PERÚ**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**“EVALUACIÓN DE TRES ENZIMAS (6-fitasa, endoxilanasas y xilanasas -  $\alpha$  amilasa), SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE DEL CUY (*Cavia porcellus*) EN LA GRANJA PIEDRA BLANCA, TACNA - 2019”**

PRESIDENTE:  MSc. Cesario Sebastián Cruz Anchapuri

SECRETARIO:  MSc. Luis Alberto Barrios Moquillaza

VOCAL:  MSc. Luis Ramos Mamani

ASESOR:  MSc. Teodora Julia Condori Silvestre

## DEDICATORIA

A Dios por bendecirme tanto, y estar conmigo en cada paso.

A mi mamita Liliana, Vannery y Valery por su amor infinito e incondicional apoyo, por su ejemplo de perseverancia y de lucha.

A Miguel y Pamela por estar conmigo en cada proceso de este proyecto brindándome ayuda, fuerza y fortaleza.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme salud, fortaleza y vida para seguir adelante día a día alcanzando mis anhelos y metas.

A mi familia por apoyarme y respaldarme durante toda la vida y en especial en esta etapa tan anhelada.

Agradecer al Dr. Hugo Flores por ayudarme en mi proyecto de tesis, al igual que los docentes y jurado calificador de mi escuela profesional por las enseñanzas brindadas durante mi tiempo de vida universitaria.

A mi asesora MSc. Teodora Julia Condori Silvestre por ayudarme, guiarme en mi trabajo de investigación.

Al Sr. Wilber dueño de la “Granja Piedra Blanca”, por brindarme y facilitarme cordialmente el uso de sus instalaciones para llevar a cabo mi proyecto de tesis. Al Ing. Edwin Palza por apoyarme en el área estadística y sus palabras de motivación.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I:PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema .....	3
1.2. Justificación.....	5
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo General .....	6
1.3.2. Objetivos específicos .....	6
1.4. Hipótesis.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8

2.1. Antecedentes.....	8
2.1.1. A nivel internacional .....	8
2.1.2. A nivel nacional .....	10
2.2. Base teórica.....	11
2.2.1. Anatomía y fisiología del cuy:.....	11
2.2.2. Necesidades nutritivas del cuy .....	12
2.2.3. Sistemas de alimentación del cuy .....	16
2.2.4. Enzimas .....	18
2.3. Base conceptual .....	23
2.3.1. Enzimas comerciales utilizadas.....	23
2.3.2. Parámetros productivos .....	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	27
3.1. Material.....	27
3.1.1. Ubicación geográfica.....	27
3.1.2. Población y muestra.....	27
3.1.3. Recursos materiales.....	28
3.2. Método .....	29
3.2.1. Tipo de investigación.....	29

3.2.2. Modalidad de la investigación .....	30
3.2.3. Diseño experimental.....	30
3.3. Tratamientos.....	31
3.2.4. Análisis estadístico.....	32
3.3. Diseño procedimental de la investigación.....	32
3.4. Parámetros evaluados en la investigación .....	34
3.4.1. Determinación sensorial organoléptica .....	34
3.4.2. Determinación del rendimiento de carcasa (R.C).....	36
3.4.3. Determinación de conversión alimenticia (C.A).....	36
3.4.4. Determinación del costo de alimentación .....	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	39
4.1. Contrastación de hipótesis .....	46
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSIONES .....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	53
ANEXOS.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Necesidades nutricionales de cuyes en la región de Tacna.....	13
Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las diferentes etapas ..	16
Tabla 3. Principales enzimas utilizadas y su modo de acción .....	21
Tabla 4. Tratamientos evaluados en el estudio experimental.....	31
Tabla 5. Escalas de evaluación sensorial organoléptica .....	36
Tabla 6. Evaluación sensorial organoléptica de cuyes suplementados con enzimas, Cuy Crudo - Cuy Frito.....	38
Tabla 7. Rendimiento de Carcasa de Cuyes suplementados con enzimas exógenas en etapa de crecimiento y engorde .....	39
Tabla 8. Conversión alimenticia de cuyes suplementado con enzimas exógenas.....	41
Tabla 9. Costo de alimentación de cuy suplementado con enzimas...	43
Tabla 10. Costo de alimentación del cuy suplementado con enzimas en etapa de engorde .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Valores porcentuales (%) de rendimiento de carcasa en cuyes machos suplementados con enzimas exógenas. T0 = Testigo (sin añadidos de enzima), T1 = Testigo + Enzima 6-fitasa; T2 = Testigo + Enzima endoxilanasas, T3 = Testigo + Enzima xilanasas -  $\alpha$  Amilasa ..... 40
- Figura 2. Valores porcentuales (%) de conversión alimenticia de cuyes machos suplementados con enzimas exógenas. T0 = Testigo (sin añadidos de enzima), T1 = Testigo + enzima 6-fitasa; T2 = Testigo + enzima endoxilanasas, T3 = Testigo + Enzima xilanasas -  $\alpha$  amilasa ..... 42

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Peso semanal del tratamiento testigo en la etapa de crecimiento en cuyes (g) .....	58
Anexo 2. Peso semanal del tratamiento enzima 6-Fitasa en la etapa de crecimiento en cuyes (g).....	59
Anexo 3. Peso semanal del tratamiento enzima endoxilanasas en la etapa de crecimiento en cuyes (g).....	60
Anexo 4. Peso semanal del tratamiento enzima Xilanasas - $\alpha$ Amilasa en la etapa de crecimiento en cuyes .....	61
Anexo 5. Peso semanal del tratamiento testigo en la etapa de engorde en cuyes (g).....	62
Anexo 6. Peso semanal del tratamiento 6- fitasa en la etapa de engorde en cuyes (g).....	63
Anexo 7. Peso semanal del tratamiento endoxilanasas en la etapa de engorde en cuyes (g).....	64
Anexo 8. Peso semanal del tratamiento xilanasas $\alpha$ - amilasa en la etapa de engorde en cuyes (g).....	65
Anexo 9. Consumo de alimento semanal concentrado en base seca en la etapa de crecimiento (g) .....	66

Anexo 10. Consumo de alimento semanal de concentrado en base seca en la etapa de engorde (g).....	66
Anexo 11. Rendimiento de carcasa (%) del cuy en etapa de crecimiento y engorde .....	67
Anexo 12. Análisis de varianza del rendimiento de carcasa .....	67
Anexo 13. Agrupación de información utilizando el método de Tukey del rendimiento de carcasa.....	68
Anexo 14. Análisis de varianza de la conversión alimenticia .....	68
Anexo 15. Agrupación de información utilizando el método de Tukey conversión alimenticia .....	68
Anexo 16. Consumo total de alfalfa en materia seca (g) .....	69
Anexo 17. Consumo total de concentrado en materia seca (g) .....	69

## RESUMEN

El trabajo experimental se desarrolló en el distrito de Calana, departamento de Tacna, en la Granja “Piedra Blanca”, durante los meses de mayo a junio del año 2019, con el objetivo de evaluar tres enzimas (6–fitasa, endoxilanasas y xilanasas -  $\alpha$  amilasa), sobre el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*) en las etapas de crecimiento y engorde. Se emplearon un total de 60 cuyes machos destetados de la línea Perú, con 12 días de edad y un peso medio de 240g, los cuales fueron distribuidos en 4 tratamientos con 15 animales cada uno: tratamiento testigo (T0) = dieta + sin añadido de enzimas; tratamiento 1 (T1) = dieta + enzima 6-fitasa (0,2%); tratamiento 2 (T2) = dieta + enzima endoxilanasas (0,2%); tratamiento 3 (T3) = dieta + enzima xilanasas –  $\alpha$  amilasa (0,2%). Se evaluó, rendimiento de carcasa, conversión alimenticia, costo de alimentación y las características sensoriales organolépticas de cuy crudo y cuy frito. Se utilizó un diseño completamente aleatorio, haciendo uso de la prueba estadística F y prueba de Tukey al 5% para la comparación de medias donde se obtuvieron los siguientes resultados: El rendimiento de carcasa no presentó diferencia estadística entre sus tratamientos ( $p>0,05$ ). En la conversión alimenticia los

resultados el T2 - enzima endoxilanasas (CA=3,41) mostró relación estadística ( $P < 0,05$ ) respecto a los otros tratamientos. Según el análisis del costo total de alimentación, en la etapa de crecimiento el tratamiento que destacó con el menor costo fue el T1 enzima 6 - fitasa (S/24,02) y en la etapa de engorde el T3 enzima endoxilanasas (S/23,70) respecto a los otros tratamientos. La suplementación con enzima exógena endoxilanasas en la dieta de cuyes, no altera el costo económico en la dieta del cuy, mostrando ventajas en la conversión alimenticia en su producción ( $p < 0,05$ ) y también se evaluó la característica sensorial organoléptica el T3 (xilanasas –  $\alpha$  amilasa) de cuy crudo (15 puntos) y cuy frito (16) obtuvo la mejor puntuación. Concluyendo que la adición de enzimas exógenas proporcionadas en el alimento, no obtuvieron un efecto en el desempeño productivo del cuy (*Cavia porcellus*).

Palabras claves: Enzimas, Alimentación, Digestibilidad.

## ABSTRACT

The experimental work was carried out in the district of Calana, department of Tacna, at the "Piedra Blanca" Farm, during the months of May to June of the year 2019, with the objective of evaluating three enzymes (6- Phytase, endoxylanase and xylanase -  $\alpha$  amylase), on the productive behavior of the guinea pig (*Cavia porcellus*) in the stages of growth and fattening. A total of 60 weaned male guinea pigs from the Peru line were used, with 12 days of age and an average weight of 240 g, which were distributed in 4 treatments with 15 animals each: Control Treatment (T0) = diet + without added of enzymes; treatment 1 (T1) = diet + enzyme 6-phytase (0,2%); treatment 2 (T2) = diet + endoxylanase enzyme (0,2%); treatment 3 (T3) = diet + enzyme xylanase –  $\alpha$  amylase (0,2%). Carcass yield, feed conversion, feed cost and organoleptic sensory characteristics of raw and fried guinea pig were evaluated. A completely randomized design was used, using the F statistical test and Tukey's test at 5% for the comparison of means, where the following results were obtained: The carcass yield did not present a statistical difference between its treatments ( $p>0,05$ ). In the feed conversion, the results of the T2 - endoxylanase enzyme (CA=3,41) showed a statistical relationship ( $P<0,05$ ) with respect to the other treatments. According to the analysis of the total cost of feeding, in the growth stage the treatment that stood out with the lowest cost was the T1 enzyme 6-phytase

(S/24,02) and in the fattening stage the T3 enzyme xylanase –  $\alpha$  amylase (S/23,70) compared to the other treatments. Supplementation with exogenous enzyme endoxylanase in the guinea pig diet does not alter the economic cost of the guinea pig diet, showing advantages in feed conversion in its production ( $p < 0,05$ ) and the organoleptic sensory characteristics of T3 (xylanase –  $\alpha$  amylase) from raw guinea pig (15 points) and fried guinea pig (16) obtained the best score. Concluding that the addition of exogenous enzymes provided in the food did not have an effect on the productive performance of the guinea pig (*Cavia porcellus*).

Keywords: Enzymes, Feeding, Digestibility.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cuyes en el Perú, va en gran aumento por la demanda del consumo de su carne. En el año 2016 se estimó una población de 18 millones de cuyes en el territorio nacional, con esto, pequeños y medianos productores se vieron en la necesidad de utilizar nuevas alternativas alimenticias como el uso de aditivos enzimáticos en la suplementación nutritiva del cuy (COOPREDESCUY, 2021).

La utilización de enzimas exógenas usadas en monogástricos (enzimas degradadoras de ácido fítico (fitasa), enzimas degradadoras de fibras (xilanasas) y enzimas degradadoras de almidón (amilasas), se viene llevando a cabo en producciones de porcinos y aves (Herbots,2008), optimizando la baja digestibilidad de las materias primas vegetales en el alimento que no puede ser hidrolizado, mejorando así los parámetros productivos en ganancia de peso, rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y costos de alimentación (Méndez, 2011).

En este contexto, la nutrición en cuyes, requiere mejorar simultáneamente la eficiencia en el aprovechamiento del alimento en fases de crecimiento y acabado ya que en la actualidad la demanda de la carne de cuy constituye un producto alimenticio de gran valor nutritivo por su alto contenido de proteína y baja cantidad de grasa. Asimismo, la falta de información y de estudio realizado en esta especie son escasos en nuestro país, siendo esenciales tanto para los productores como para el conocimiento y entendimiento sobre los beneficios y riesgos en las producciones. Es por ello que se realizó el presente trabajo de investigación con el objetivo de

evaluar el efecto de las enzimas (6-fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) sobre el comportamiento productivo del cuy en la etapa de crecimiento y engorde, en los meses de mayo y junio del 2019 en el distrito de Calana.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del problema

La crianza de cuyes se ha convertido en el sustento económico de muchas familias tanto de la sierra como en la costa del Perú, considerándose así de gran importancia la alimentación en cuyes de alta calidad, pero al bajo costo. En la ciudad de Tacna, la crianza de cuyes (*Cavia porcellus*) es realizada en su mayoría por explotaciones familiares y pequeños productores. Actualmente, uno de los problemas fundamentales en la crianza del cuy es el deficiente manejo alimenticio, utilizando residuos de cosecha, forrajes (chala y alfalfa) según disponibilidad de la estación del año, ausencia de suplementos en la dieta y otros, repercutiendo en el crecimiento y engorde del cuy, obteniendo así una desnutrición en la venta final y retrasando la economía del productor. La alfalfa sigue siendo el forraje con mayor porcentaje en la alimentación y en la crianza del cuy 39,1%, seguido por la combinación del forraje alfalfa y chala 17,3%, en la región (Chambilla, 2013). Diferentes estudios señalan que la alimentación tradicional a base de leguminosa no llega a cubrir los requerimientos nutricionales del cuy (Amon,2006). Los factores anti-nutricionales como los polisacáridos no amiláceos en la materia vegetal disminuyen la absorción de nutrientes proteicos al aumentar la viscosidad del contenido intestinal, generando un bajo aprovechamiento del alimento (AMEVEA, 2008).

Es por eso que se hace necesario incluir aditivos enzimáticos en las raciones para aprovechar la mayor absorción de nutrientes y en consecuencia una mayor precocidad en cuanto su ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa. En la actualidad el uso de enzimas exógenas, se viene utilizando en monogástricos, principalmente en cerdos y aves con resultados positivos, siendo utilizadas para complementar la acción de las enzimas endógenas (proteasas, amilasas e fitasas), o de forma aditiva, para suplementar las enzimas necesarias para el organismo de los animales ( $\beta$ -glucanasas, pentosanas,  $\alpha$ -galactosidasas) (Campestrini et al., 2005).

El empleo de enzimas exógenas representará una mejora en el valor nutricional de los alimentos, lo que permitirá potenciar el uso de las materias primas vegetales en la digestibilidad del cuy ofreciendo mayores ganancias al productor por el incremento en los índices productivos.

## **1.2. Justificación de la Investigación**

Debido a que la alimentación integral o mixta proporcionada por pequeños y medianos productores, no atienden los requerimientos nutricionales del cuy para expresar todo su potencial genético en las fases de crecimiento y engorde, se tiene la necesidad de implementar alternativas de solución para el aprovechamiento total de las materias primas. En tal sentido, el uso de enzimas exógenas aparece como una posibilidad de suplir estos requerimientos, permitiendo mejorar la digestibilidad de los alimentos como los nutrientes proteicos y energéticos, los cuales son poco aprovechados para la crianza y comercialización del cuy (*Cavia porcellus*).

Este trabajo de investigación tiene como finalidad aportar conocimiento científico para generar nuevas estrategias alimenticias con el añadido de enzimas exógenas (6- fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) en el manejo zootécnico del cuy, contribuyendo con una mejora en el comportamiento productivo y por consecuencia mayores retribuciones económicas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Evaluar tres enzimas (6- fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) sobre el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento y engorde, en la granja “Piedra Blanca” en la ciudad de Tacna.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el rendimiento de carcasa del cuy en etapa de crecimiento y engorde.
- Evaluar la conversión alimenticia del cuy en etapa de crecimiento y engorde.
- Evaluar el costo de alimentación del cuy en etapa de crecimiento y engorde.
- Conocer las características sensoriales organolépticas de la carcasa del cuy alimentado con raciones de enzimas exógenas en la etapa de crecimiento y engorde.

#### **1.4. Hipótesis**

La adición de enzimas exógenas (6- fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) en la alimentación de los cuyes mejora el comportamiento productivo en la etapa de crecimiento y engorde.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. A Nivel Internacional**

En Ecuador, en la “Hacienda Urkuagro” (Imbabura), se evaluó la adición de enzimas digestivas (Endo- 1,3-(4) beta-Glucanasa, Xilanasa) sobre la conversión alimenticia en fases de crecimiento y acabado del cuy (*Cavia porcellus*). Se emplearon 40 cuyes machos con un peso promedio de 330g, estudiando 4 tratamientos: Tratamiento testigo: Forraje + balanceado sin enzimas digestivas; Tratamiento 1: forraje + balanceado con 0,05% de enzimas digestivas; Tratamiento 2: forraje + balanceado con 0,1% de enzimas digestivas; Tratamiento 3: forraje + balanceado con 0,15% de enzimas digestivas. Los resultados fueron los siguientes: Conversión alimenticia en fase de acabado, T0 3,73; T1 3,76; T2 3,83; T3 3,7 demostrando que el T1 y T3 alcanzaron mejores valores; el menor costo de alimentación lo obtuvo el T1 con 6,85\$ en comparación con el T2 17, 84\$ y T3 32, 98\$.

El consumo de alimento obtuvo como resultado el menor precio T1 con 6,85\$. El autor concluye que no hubo diferencias significativas ( $p>0,05$ ) y que la utilización de enzimas en la dieta proporcionada no brinda beneficio para su crecimiento y acabado (Guerra,2015).

Un trabajo realizado en Cuyes, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en Riobamba (Ecuador); evaluó la fase de crecimiento y engorde del cuy con diferentes porcentajes de palmiste: 0%, 3%, 6%, 9% y 12% con la adición de probiótico lactina y 0,02 g de enzimas (Alzyme SFF) en todos los porcentajes. Para el estudio se utilizó 80 cuyes de 21 días de nacido con un peso promedio de 0,346g. Se observó que el rendimiento de carcasa en cuyes machos fue 76,45% y el 3% de palmiste + complejo enzimático (Alzyme SFF) obtuvieron un mejor resultado conversión alimenticia con 6,90. Determinando que no existió diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos, evidenciando que la adición de probiótico lactina y enzimas Alzyme SFF no afectó los parámetros productivos (Canchignia,2012).

### 2.1.2. A Nivel Nacional

Un trabajo realizado en el distrito de Pachacamac, en la ciudad de Lima, en la Granja de cuyes Agropecuaria “Allin Perú SAC”, tuvo como objetivo evaluar tres productos enzimáticos: T1 Testigo; T2 Nutrase®; T3 Natuzyme® y T4 Avizyme® sobre la conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en las etapas de crecimiento y engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Para el estudio se emplearon 60 cuyes machos de 14 días de nacido, los cuales fueron alimentados con concentrado al cual fue agregado el producto enzimático a razón de 0,030g por 100kg de balanceado y rastrojo de brócoli como forraje. Los resultados para conversión alimenticia fueron; T1 3,12; T2 3,32; T3 3,18 y T4 3,27, y en rendimiento en carcasa fue: 71,77; 70,31; 70,54 y 72, 54% ( $P \geq 0,119$ ). El autor concluye que el uso de producto enzimático en la dieta del cuy no tienen diferencias significativas (Abad, 2014).

En “La Granja Cuy de Oro” (Calca), departamento de Cuzco, se empleó 80 cuyes machos de 14 días de edad, con el objetivo de evaluar la adición de Fitasa Bacteriana en la alimentación de cuyes. Con el fin de evaluar los parámetros productivos, se dividió en 4 tratamientos: T1 dieta + sin fitasa bacteriana; T2 (100 g/t de fitasa bacteriana, 500 FTU), T3 (150 g/t de fitasa bacteriana, 750 FTU) y T4 (200 g/t de fitasa bacteriana, 1 000 FTU). El autor indica diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el rendimiento de carcasa: T4 (200 g/t1000 FTU) con 76,86% respecto a los otros tratamientos.

En lo que respecta a la conversión alimenticia no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ). El autor concluye que no se encuentran efectos sobre la dieta de los cuyes (Romero, 2021)

Una investigación hecha en la Granja “Santa Mónica” en la ciudad del Cuzco, evaluó el efecto de dos niveles (T1 0%, T2 0,030% y T3 0,035%) de complejos enzimáticos (Natuzyne: Alfa - amilasa, beta - glucanasa, fitasa, celulasa, xilanas, proteasa) sobre los parámetros productivos en 45 cuyes (*Cavia porcellus*) machos en las etapas de crecimiento y finalización. De acuerdo a los resultados, el autor concluye que no existió diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en la conversión alimenticia y rendimiento de carcasa entre los tratamientos que se adicionaron el complejo enzimático; cabe mencionar que hubo diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en ganancia de peso y peso final en el tratamiento 3 con 0,035% de complejo enzimático (Valdez, 2016).

## **2.2. Base teórica**

### **2.2.1. Anatomía y fisiología del cuy**

Anatómicamente el cuy es un animal monogástrico por excelencia, el cual cumple la función de digestión enzimática, y es un fermentador post-gástrico por poseer microorganismo a nivel del ciego cumpliendo la función de la fermentación bacteriana, y cuando el alimento se transporta del estómago al intestino delgado se queda aproximadamente 2 horas, luego para ser transportado al ciego se queda 48 horas, donde la flora

bacteriana aprovecha de la fibra (Gómez,1993). La celulosa en el alimento retarda los movimientos intestinales así brindando aprovechamiento de los nutrientes donde se produce la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas (Gómez,1993). Las bacterias gram positivas en su mayoría contribuyen a la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), síntesis de proteína y complejo B, cubriendo los requerimientos nutricionales por medio de la utilización del nitrógeno (cecotrofia) (Gómez,1992).

### **2.2.2. Necesidades nutritivas del cuy**

La nutrición es un factor importante en los mamíferos y especialmente en la especie (*cavia porcellus*), los nutrientes más importantes requeridos son energía, agua, ácidos grasos, minerales y vitaminas, éstos dependen de sus características como raza, edad, genotipo, medio ambiente, estudio fisiológico (Vivas, 2013).

Tabla 1. Necesidades nutricionales de cuyes en la región de Tacna

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
Fósforo %	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

### 2.2.2.1. Requerimiento de energía

La energía producida por el animal es proveída por proteínas, lípidos y carbohidratos, siendo estos últimos, las principales fuentes (azúcares y almidón) y lípidos (aceites y grasas), según National Research Council (1978); el 3,0 Mcal/ED/Kg; es la energía mínima requerida en cuyes. No

obstante, investigaciones en Perú indican que etapas como crecimiento y engorde es 2,90 y 2,86 Mcal/ED/kg respectivamente (Airahuacho, 2017).

La escases de la misma, ocasiona adelgazamiento y posibles enfermedades en el animal y de igual manera, el exceso de energía en la dieta afectaría el desempeño de crecimiento y engorde (Palomino 2002).

#### **2.2.2.2. Requerimiento de fibra**

La fermentación del alimento en el ciego y colon cuenta con un mejor aprovechamiento cuando existe un mayor porcentaje de fibra, ya que su paso lento y prolongado por el tubo digestivo extrae la mayor cantidad de nutrientes en dichos órganos (Vargas et al.,2011).

El suministro de fibra está dado por la ingesta de forrajes. Algunos estudios reportan que cuando los animales consumen una ración mixta, el suministro de fibra de un alimento pierde su importancia. Asimismo, la recomendación del porcentaje de fibra en raciones balanceadas para cuyes es del 18% (Vargas et al.,2011).

#### **2.2.2.3. Requerimiento de minerales**

Los requerimientos minerales son importantes en las diferentes etapas de producción de cuyes, estos se pueden expresar por días o unidades.

(Underwood, 2007). Los minerales cuentan con una función importante en el crecimiento del cuy, el cual ayuda a la formación de huesos y dientes. Algunos de ellos como calcio, potasio, sodio, magnesio, cloro y fósforo son necesarios en la ración. Dentro de estos, la relación entre calcio y fósforo debe ser adecuada para evitar complicaciones de orden metabólico y que la alimentación debe ser agregada apropiadamente en las raciones (Caycedo, 2000).

#### **2.2.2.4. Requerimiento de vitaminas**

La suplementación de vitaminas en la dieta del cuy, actúan como activadores funcionales, ayudan al crecimiento rápido y proporcionan mejoría en la reproducción (Rico, 2011). Las deficiencias de estos compuestos pueden provocar alteraciones hasta ocasionar la muerte (Castro Bedriñana et al., 2018).

#### **2.2.2.5. Requerimiento de proteínas**

Los requerimientos proteicos favorecen a la mantención y formación de los tejidos corporales (Aliaga, 1993). Las raciones hipoproteicas pueden causar alteraciones metabólicas en el organismo referidas a baja ganancia de peso, retardo en el crecimiento, reducción de la fertilidad, mayor tendencia a enfermedades (Castro, 2007).

Se añade el 20% de proteína a la dieta, cumple con los requerimientos nutricionales en la alimentación del cuy (Núñez, 2008).

Tabla 2. Requerimientos nutricionales del cuy en las diferentes etapas

Nutriente	Unidad	Inicio	Crecimiento	Engorde
Energía Digestible	Mcal/kg	3,00	2,80	2,70
Fibra	%	6,00	8,00	10,00
Proteína	%	20,00	18,00	17,00
Calcio	%	0,80	0,80	0,80
Fósforo	%	0,40	0,40	0,40
Sodio	%	0,20	0,20	0,20
Vitamina C	Mg/100g	30,00	20,00	15,00

Fuente: Chauca, 2008

### **2.2.3. Sistemas de alimentación del cuy:**

#### **2.2.3.1. Alimentación con forraje**

La alimentación con forraje en la costa del Perú cuenta con alimentos como la hoja de camote (*Hypomea batata*), *Medicago sativa* (alfalfa), *Pennisetum purpureum* (pasto elefante), *Sorghum halepense* (la grama china), la hoja y tronco de plátano y en la sierra, el trébol y retama como maleza (Atuso, 2006).

### **2.2.3.2. Alimentación mixta**

El forraje verde sufre escases en tiempo de lluvia, es por ello que como nueva alternativa el uso de concentrado en la dieta del cuy (grano, afrecho de trigo, residuo seco de cervecería) es beneficioso para la producción (Chauca, 1997).

### **2.2.3.3. Alimentación a base de balanceados**

La alimentación a base de forraje y concentrado es un compuesto elaborado por varios componentes que cumplen con cubrir todos los requerimientos nutricionales del cuy, conteniendo altos niveles de materia seca (Álvarez, 2003). Los cuyes alimentados con alimento balanceado producen incrementos de peso que muestran diferencias estadísticas en comparación con aquellos que son alimentados sólo a base de forraje (FAO, 2002). Las respuestas del cuy a la alimentación en base a balanceado depende de la exposición al forraje y el medio en que éste se desarrolla, así mismo se muestra una respuesta superior cuando se adiciona como forraje una leguminosa en comparación a una gramínea.

#### **2.2.3.4. Aditivos alimentarios**

Se conoce como aditivos alimentarios a toda sustancia o agregado a la mezcla para estimular el crecimiento y mejorar la alimentación del animal, Su empleo debe justificarse por temas: Nutricionales, sanitarios, tecnológicos y sensoriales. Así mismo deben ser inocuos a través de su acción, respondiendo las exigencias que plantea el código alimentario vigente en el Perú (Padilla, 2006).

#### **Clasificación de las enzimas según su origen:**

##### **Enzimas endógenas**

Son aquellas enzimas que son producidas por el organismo del individuo, la cual se gesta a partir del consumo de alimento. Son enzimas que provienen de los mismos tejidos alimentarios (Abad, 2019).

##### **Enzimas exógenas**

Es una innovación tecnológica en la alimentación animal que es proveniente de la incorporación externa de origen animal a través de mezclas enzimáticas, que puede ser a través de cultivos de microorganismos como hongos, levaduras y bacterias mediante procesos fermentativos de los nutrientes (MINERVET, 2020).

En los últimos años, la industria alimentaria destinada para animales de abasto, ha establecido el uso de enzimas como aditivo estándar (Cortés et al., 2002). Las enzimas exógenas mejoran la digestibilidad de los nutrientes del alimento; como el incremento de la digestibilidad de los polisacáridos no

amiláceos (PNA), inactivación y/o destrucción de determinados factores anti nutricionales (FAN), y complementa las enzimas endógenas digestivas del animal (Partridge, 2001).

Las enzimas exógenas se describen en 4 grupos diferenciados:

### **Carbohidrasas**

Enzimas relacionadas a la degradación de carbohidratos y asociadas al aprovechamiento energético de la ración, como así también la degradación de componentes de la pared celular de estructuras vegetales. Entre ellas se encuentran enzimas como las xilanasas, glucanasas y amilasas (MINERVET, 2020).

### **Proteasas**

Enzimas relacionadas a la degradación de proteínas y asociadas al aprovechamiento de aminoácidos. Entre ellas se encuentran enzimas como las pectinasas (MINERVET, 2020).

### **Lipasas**

Enzimas relacionadas a la degradación de lípidos y su aprovechamiento nutricional (MINERVET, 2020).

### **Fitasas**

Liberan el fósforo y los residuos minerales del ácido fítico (fitato), que constituye la principal forma de almacenamiento de fósforo (P) de ingredientes vegetales. Representa entre el 60 al 70% del P total, que representa dos tercios en los alimentos de origen vegetal (cereal, trigo y varios granos) (Ravindran, 2010).

Tabla 3. Principales enzimas utilizadas y su modo de acción

Enzima	Sustrato	Acción
Xilanasas	Arabinosilanos	Reducción de la viscosidad de la digesta.
Glucanasas	Betaglucanos	Reducción de la viscosidad de la digesta.
Pectinasas	Pectinas	Reducción de la viscosidad de la digesta.
Celulasas	Celulosa	Degradación de la celulosa.
Proteasas	Proteínas	Suplementación de enzimas endógenas, degradación más eficiente.
Amilasas	Almidón	Suplementación de enzimas endógenas, degradación más eficiente.
Fitasas	Ácido Fítico	Mejora la utilización del fósforo de la planta, eliminar el ácido fítico.
Galctosidasas	$\alpha$ - galactósidos	Eliminación de los alfa galactósido
Lipasa	Lípidos e AG	Mejora la utilización de las grasas.

Fuente: Ponce, 2002

#### 2.2.3.4.1. Xilanasa

Son enzimas que degradan la celulosa y hemicelulosa compuestas por enlaces glicosídicos de tipo beta ( $\beta$ -1,4). Mejora la asimilación en dietas que no son viscosas; por medio de un mecanismo de acción que participa en el rompimiento de arabinosilanos de cadena larga en xilo-oligómeros de

cadena corta. En este proceso, se liberan nutrientes que son absorbidos y aprovechados por el animal (Ponce,2002).

#### **2.2.3.4.2. Endoxilanasas**

La  $\beta$ -1,4-endoxilanasas o endoxilanasas es de una nueva generación de las xilanasas, es termoestable (sin revestimiento o recubrimiento). Ayuda a incrementar la energía y aminoácidos en la ración balanceada del animal (Ponce,2002).

#### **2.2.3.4.3. $\alpha$ -Amilasa**

La amilasa es una enzima que degrada los carbohidratos y almidones convirtiéndolos en azúcares simples (ptialina y sacarasa), permitiendo la absorción y aprovechamiento de los mismos por medio de una reacción hidrolítica, asimismo, su pH óptimo se encuentra entre 6,7 y 7,2 (Ponce,2002)

#### **2.2.3.4.4. Enzimas comerciales empleadas**

##### **Quantum Phytase 2500 TR**

Su origen es bacteriano y termoestable, su principal enzima es la 6-fitasa, la acción donde ejerce es en el tracto gastrointestinal; cumpliendo un alto rendimiento de hidrolización del fitato (García, 2014).

### **Econase XT 25**

Son producidas por la cepa de *Trichoderma reesei*, la enzima es la endoxilanasas termoestable y cumple una función importante en monogástricos, brindando la mejoría en heces (volumen) del animal (García, 2014).

### **Feedzyme**

Como principales enzimas es la combinación de:  $\alpha$ -amilasa, xilanasas desdoblando polisacáridos no amiláceos; en monogástricos ejerce una elevada digestibilidad de energía, aminoácidos, proteínas; aportando también calcio y fósforo al animal. Una de sus funciones es disminuir la viscosidad de contenido a nivel del intestino delgado y grueso (García, 2014).

### **2.3. Base conceptual**

#### **Carcasa**

Es el cuerpo del animal muerto sin las extremidades, eviscerado y sin cabeza. Para luego ser evaluado su musculatura, cantidad de grasa y hueso; y así ser llevado como producto de carne primaria (Robaina,2012).

#### **Conversión alimenticia**

La conversión alimenticia (CA) es la relación entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo logrado durante un período de prueba (Guerra, 2015).

#### **Enzimas**

Las enzimas son de origen proteico, se utilizan como catalizadores bioquímicos sobre sustratos específicos, donde intervienen en el proceso de digestión de moléculas grandes o complejas (MINERVET, 2020).

#### **Evaluación sensorial de alimentos**

Las detecciones de los atributos alimenticios se realizan por medio de los sentidos; entre estos, existen algunas propiedades que se perciben por varios sentidos o por un solo sentido (olfato, gusto, tacto, vista, oído) (Wittig,2001).

### **Rendimiento de carcasa**

Para establecer el valor de un animal vivo como carcasa, se debe emplear la fórmula del peso vivo sobre el peso vivo en ayuno sobre 100 (Abad, 2019).

### **Parámetros productivos**

Los parámetros productivos son indicadores para medir la rentabilidad de una explotación, ganancia de peso, rendimiento de carcasa y conversión alimenticia (Abad, 2019).

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1. Ubicación geográfica**

El trabajo de investigación se realizó en la granja “Piedra Blanca”, ubicado en el centro poblado Piedra Blanca S/N, kilómetro 12,8, distrito de Calana, en la Provincia de Tacna, con una altitud de 818 msnm, UTM 42S 374295; 8013245; donde tiene un clima templado y una temperatura que varía de 10°C a 26°C.

##### **3.1.2. Población y muestra**

###### **3.1.2.1. Población**

La granja presentó un total de 638 cuyes (*Cavia porcellus*) en diferentes etapas de producción.

### **3.1.2.2. Muestra**

Debido a la naturaleza experimental de la investigación, la muestra está sujeta a la necesidad del experimento, en el cual se usaron 60 cuyes (*Cavia porcellus*) machos, de 12 días de edad y con un peso promedio de 240g de peso vivo, siendo de tipo 1 de la Línea Perú, los cuales, fueron divididos en cuatro grupos experimentales, con 15 cuyes (unidades muestrales) en cada grupo.

### **3.1.3. Recursos materiales**

#### **3.1.3.1. Materiales de campo**

- Balanza digital de 5 kilos de sensibilidad.
- Botas.
- Guantes.
- Saquillos.
- Recipientes de plástico
- Tanque de agua.
- Comedero y bebederos
- Materiales de limpieza.
- Registros.
- Enzimas comerciales

### **3.1.3.2. Materiales de escritorio**

- Libretas y cuaderno de apuntes
- Bolígrafo
- Calculadora
- Registros de control
- Computadora e impresora
- Hojas A4
- Cámara fotográfica

### **3.1.3.3. Insumos experimentales**

Se utilizaron tres enzimas comerciales

- Quantum PHYTASE 2500 TR (6 - fitasa)
- Econase XT 25 (enzima endoxilanas)
- Feedzyme (enzima xilanas -  $\alpha$  amilasa)

## **3.2. Método**

### **3.2.1. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue experimental transversal. Analizando los datos de las variables independientes (enzimas exógenas), sobre las variables dependientes

(rendimiento de carcasa, conversión alimenticia, evaluación sensorial organoléptica y costo de alimento).

### **3.2.2. Modalidad de la investigación**

La modalidad de investigación es científica, se evaluó el índice productivo de los cuyes con enzimas (evaluación sensorial organoléptica, rendimiento de carcasa, conversión alimenticia y costo de alimento) en la alimentación de cuyes con enzimas exógenas (6-fitasa, endoxilanasas, xilanasas-  $\alpha$  amilasa).

### **3.2.3. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), con un tamaño experimental de 60 cuyes machos distribuidos en tres tratamientos (6 fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) y un testigo (grupo control), considerando 15 cuyes por tratamiento (repeticiones).

Como análisis estadístico, se trabajó con análisis de varianza (ANVA), al 5% de significancia, utilizando la prueba de Tukey para la comparación de tratamientos, y todo lo anteriormente descrito se analizó en el software estadístico SPSS v,25.

### 3.3. Tratamientos

Fueron utilizados 4 tratamientos en el estudio experimental, siendo:

- Tratamiento 0 (T0): Testigo - sin enzima.
- Tratamiento 1 (T1): Añadido de enzima 6-fitasa (0,02%)
- Tratamiento 2 (T2): Añadido de enzima endoxilanasas (0,02%)
- Tratamiento 3 (T3): Añadido de enzima xilanasas -  $\alpha$  amilasa (0,02%)

Los animales fueron distribuidos al azar en 4 jaulas diferentes con 15 animales cada una.

Tabla 4. Tratamientos evaluados en el estudio experimental.

Tratamientos	Enzimas	Dosis	Número de Animales
Tratamiento Testigo	(Sin enzimas)	-	15
Tratamiento 1	6 – fitasa	0,02%	15
Tratamiento 2	endoxilanasas	0,02%	15
Tratamiento 3	xilanasas - $\alpha$ amilasa	0,02%	15

### **3.2.4. Análisis estadístico**

El modelo estadístico seguido fue de:

$$Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$$

Donde:

i= Número de tratamientos

j= Número de repeticiones

u = Efecto de la media general del experimento

T<sub>i</sub> = Efecto de los tratamientos

E<sub>ij</sub> = Efecto aleatorio del error experimental.

### **3.3. Diseño procedimental de la investigación**

Las actividades que se realizaron durante la ejecución de la investigación fueron las siguientes:

- Se coordinó con el propietario de la granja para precisar las actividades a realizarse.
- Previamente se llevó a cabo la desinfección y limpieza del establecimiento (galpón), como medida de bioseguridad, aplicando como solución vanodine 3ml/litro de agua por medio de aspersión,

dejando el galpón correctamente en reposo por 3 días consecutivos.

- Se prepararon 4 jaulas metálicas con medidas de 1,5m de largo y ancho de 0,90 con una altura de 0,45m previamente rotuladas e identificadas; cada jaula contaba con una tolva de plástico con plato de aluminio, con una capacidad para 2kg de concentrado y para la administración de agua se utilizó chupones, donde se conectó a un balde de 20 litros y se rotuló correctamente cada jaula.
- Se formó los 04 grupos experimentales al azar y se colocó a los animales en cada jaula correspondiente.
- Se realizó la desparasitación interna vía oral con piperazina y la desparasitación externa aplicando fipronil en gotas a nivel de la nuca a todos los animales experimentales como medida de control sanitario.
- Se formuló la ración adicionando las enzimas de acuerdo a su tratamiento.
- El suministro de las raciones experimentales en polvo se colocó en tolvas de PVC para cuyes con capacidad para 1000g de alimento para la etapa de crecimiento.
- En la etapa de engorde, la primera semana se pesó 50g de alimento y en la segunda semana se añadió 30g más de alimento a la ración, suplementando a cada animal aproximadamente con 80g de alimento balanceado hasta el término del mismo. Asimismo, los

residuos fueron colectados, registrándose el peso del alimento. (Jácome, 2010).

- Se registraron los datos de ganancia de peso semanal, alimento consumido y análisis de costos.
- Formulación de la dieta: Esta operación se hizo utilizando el programa de formulación Zlact.
- Los cuyes recibieron una alimentación mixta (concentrado + forraje); de alfalfa y agua *ad libitum*.
- El control del peso de los animales se realizó todos los jueves de cada semana durante 28 días en la etapa de crecimiento y 14 días en la etapa de engorde, asimismo, el pesado del concentrado sobrante se realizó cada 24 horas.

### **3.4. Parámetros evaluados en la investigación**

#### **3.4.1. Evaluación del rendimiento de carcasa (R.C)**

Para realizar la determinación del rendimiento de carcasa, se realizó un ayuno de 24 horas de 2 cuyes por cada tratamiento (T1, T2, T3, T4) antes de efectuar el beneficio. Cabe mencionar que deberá incluir la piel, patitas, cabeza y los siguientes órganos: (pulmón, corazón, hígado, bazo y riñón) para luego ser evaluado correctamente en el parámetro.

$$R. C (\%) = \frac{\textit{Peso de Carcasa}}{\textit{Peso vivo/ayuno}}$$

### **3.4.2. Evaluación de conversión alimenticia (C.A)**

Se registró la cantidad de alimento consumido por los cuyes en crecimiento y engorde, así también se registró la ganancia de peso.

$$C. A = \frac{\textit{Consumo de alimento}}{\textit{Ganancia de peso (kg)}}$$

### **3.4.3. Evaluación del costo de alimentación**

En la determinación del costo de alimento; se recaudó la información del egreso del alimento para cada unidad experimental.

$$\text{Costo de Alimentación} = \text{Beneficio/Costo} = \text{Ingreso/Egreso}$$

### **3.4.4. Características sensoriales organolépticas de la carcasa del cuy.**

- Al finalizar el experimento, se tomó dos muestras de carcasa de cuy por cada tratamiento (T0, T1, T2, T3), para realizar la evaluación sensorial de la misma.
- Para llevar a cabo la evaluación sensorial se utilizó la metodología de Wittig.

- Se elaboró tomando en cuenta las siguientes características: Color, aroma, sabor, textura y aceptabilidad, en una escala del 1 al 5. Se llevó a cabo con la ayuda de 3 panelistas previamente entrenados.
- Por motivos del experimento se citó a los panelistas (profesionales con conocimientos en el área), a las 9h, donde previamente en una sala acondicionada se brindó las pautas para la evaluación, asimismo se entregó una ficha para la posterior recolección de datos.
- Seguidamente, en orden aleatorio se fue llamando cada uno de los panelistas al área de evaluación, la cual presentaba la carcasa de cuy cruda y frita por cada tratamiento (T0, T1, T2, T3).
- Los panelistas evaluaron cada muestra, según su criterio y sin tener influencia previa alguna de acuerdo con la metodología. Terminado el proceso evaluativo el panelista se encaminó a otro cuarto donde esperó la finalización de los siguientes evaluadores.
- Todo el proceso evaluativo tuvo una duración de tres horas donde la información fue inserida a una base de datos para su posterior análisis estadístico.

Tabla 5. Escalas de evaluación sensorial organoléptica

Escala	Numeración
Malo	1
Regular	2
Bueno	3
Muy Bueno	4
Excelente	5

Fuente: Witting, 2001

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

Tabla 6. Rendimiento de carcasa de cuyes suplementados con enzimas exógenas en el período experimental.

Tratamientos	% RC	Agrupación
T0	75,40	A
T1	74,48	A
T2	73,97	A
T3	73,87	A

Tratamiento testigo (T0) = sin enzimas; tratamiento 1 (T1) = Enzima 6 – fitasa; tratamiento 2 (T2) = enzima endoxilanasas y tratamiento 3 (T3) = enzima xilanasas y  $\alpha$  amilasa. Considerando una significancia de 0,5%.

En la tabla 6, se observa el rendimiento de carcasa de cuyes suplementados con enzimas exógenas donde en el tratamiento testigo (sin añadido de enzimas) se obtuvo 75,40%, en el tratamiento 1 (enzima 6 – fitasa) 74,48 %, en el tratamiento 2 (enzima endoxilanasas) 73,97%, y en el tratamiento 3 (enzima xilanasas -  $\alpha$  amilasa) 73,87%. Según la prueba estadística de Tukey ( $\alpha=0,05$ ), no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

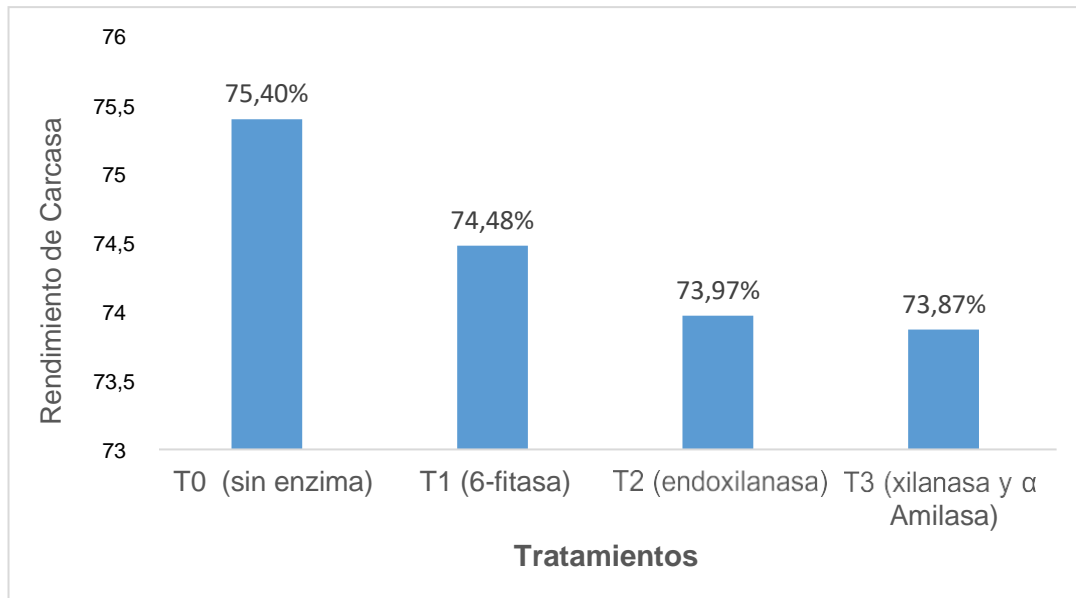


Figura 1. Valores porcentuales (%) de rendimiento de carcasa en cuyes machos suplementados con enzimas exógenas. T0 = testigo (sin añadidos de enzima), T1 = testigo + enzima 6-fitasa; T2 = testigo + enzima endoxilanasas y T3 = testigo + enzima xilanasas-  $\alpha$  amilasa.

La figura 1, revela que el rendimiento de carcasa en los diferentes tratamientos durante el período experimental mostró comportamientos similares. Se puede observar que el tratamiento testigo (sin añadido de enzimas) obtuvo valores porcentuales ligeramente más altos 75,40% pero no determinantes en comparación con los otros tratamientos suplementados tratamiento 1 (enzima 6 – fitasa) 74,48%, tratamiento 2 (endoxilanasas) 73,97%, tratamiento 3 (enzima xilanasas y  $\alpha$  amilasa) 73,87%, los cuales muestran valores porcentuales similares entre éstos en comparación con el T0.

Tabla 7. Conversión Alimenticia de cuyes suplementado con enzimas exógenas.

Tratamientos	CA	Agrupación
T0	4,41	B C
T1	3,97	A B
T2	3,41	A
T3	5,62	C

Considerando una significancia de 0,5%.

Tratamiento testigo (T0) = sin enzimas, tratamiento 1 (T1) = enzima 6 – fitasa; tratamiento 2 (T2) = enzima endoxilanasas y tratamiento 3 (T3) = enzima xilanasas -  $\alpha$  amilasa.

En la tabla 7, se aprecia los valores de la conversión alimenticia para cada tratamiento estudiado; donde obtuvimos los siguientes resultados: El tratamiento testigo (sin añadido de enzimas) 4,41; tratamiento 1 (enzima 6 – fitasa) 3,97; el tratamiento 2 (enzima endoxilanasas) 3,41 y el tratamiento 3 (enzima xilanasas -  $\alpha$  amilasa) 5,62; demostrando que el T2 obtuvo la mejor conversión alimenticia entre los tratamientos. Estos resultados sometidos a la prueba estadística de Tukey ( $\alpha=0,05$ ) muestran que sí existe diferencias significativas ( $p<0,05$ ) en la conversión alimenticia.

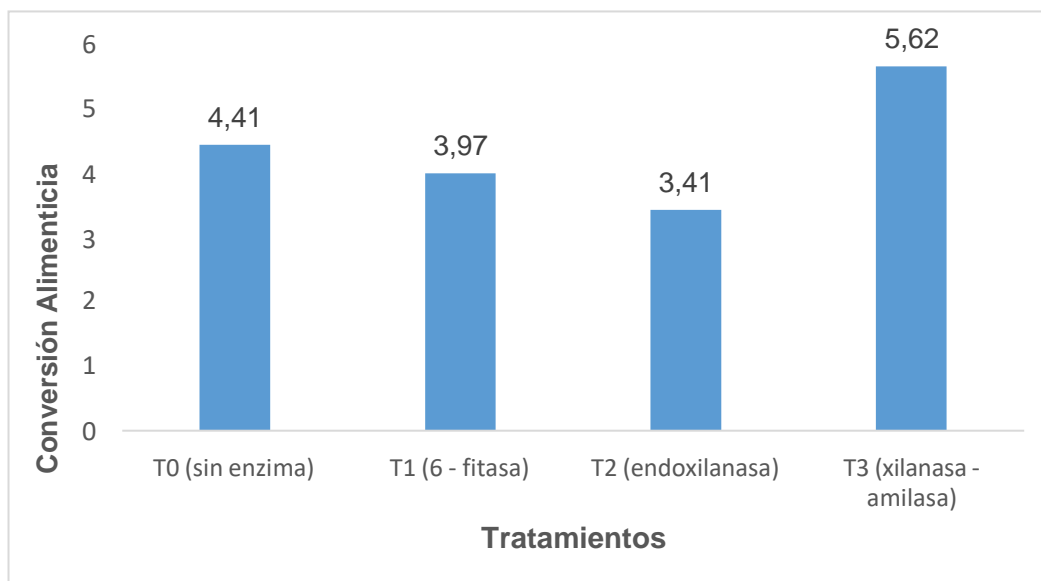


Figura 2. Valores porcentuales (%) de conversión alimenticia de cuyes machos suplementados con enzimas exógenas. T0 = testigo (sin añadidos de enzima), T1 = testigo + enzima 6-fitasa; T2 = testigo + enzima endoxilanas, T3 = testigo + Enzima xilanas -  $\alpha$  amilasa.

En la figura 2, se observa que la mejor conversión alimenticia en cuyes se presentó en el tratamiento 2 con 3,41; en comparación a los tratamientos: tratamiento testigo 4,41; tratamiento 1 3,97 y tratamiento 3 5,62. Esto revela que al suplementar la dieta de cuyes con enzima endoxilanas incrementa la conversión alimenticia en comparación con las demás enzimas utilizadas en el trabajo experimental.

Tabla 8. Costo de alimentación del cuy suplementado con enzimas en etapa de crecimiento.

Tratamientos	Enzimas	Etapa	Consumo total de alimento		Costo total de alimento (S/)		Total S/
			Concentración	Alfalfa	Concentración	Alfalfa	
T0	Sin añadido	Crecimiento	1456 g	2578 g	24,02	12,89	36,91
T1	6-fitasa	Crecimiento	1273 g	2609 g	20,75	13,04	33,79
T2	Endoxilanas	Crecimiento	1271 g	2731 g	20,59	13,65	34,24
T3	Xilanas y $\alpha$ Amilasa	Crecimiento	2062 g	2662 g	20,62	13,31	33,93

En la tabla 8 se aprecia, el costo de alimentación durante el período experimental en la etapa de crecimiento. En lo que concierne a los costos de concentrado, el T2 (S/ 20,59), el T3 (S/ 20,62) y T1 (S/ 20,75), fueron inferiores a los costos de alimentación desembolsados por parte del tratamiento testigo (S/ 24,02), evidenciando así que este último fue el de mayor inversión entre los tratamientos. Por otro lado, en lo que concierne a los costos totales de alfalfa, el tratamiento testigo (S/12,89) fue levemente inferior en comparación a los otros tratamientos alimentados con enzimas T2 (S/13,65), T3 (S/13,31) y T1 (S/13,04). Por lo tanto, tenemos que mencionar que el tratamiento con mejor costo total de alimentación fue el T1 (S/33,79).

Tabla 9. Costo de alimentación del cuy suplementado con enzimas en etapa de engorde.

Tratamientos	Enzimas	Etapa	Consumo total de alimento		Costo total de Alimento (s/.)		Total
			Concentración	Alfalfa	Concentración	Alfalfa	
T0	Sin añadido	Engorde	1040 g	1844 g	16,75	9,22	25,97
T1	6-fitasa	Engorde	9807 g	1922 g	15,20	9,61	24,81
T2	Endoxilanasas	Engorde	9642 g	2040 g	15,42	10,02	25,44
T3	Xilanasa y $\alpha$ Amilasa	Engorde	1451 g	1839 g	14,51	9,19	23,70

En la Tabla 9, los costos de alimentación invertidos en el alimento concentrado, el menor costo total lo obtuvo el T3 (S/14,51), seguido de los tratamientos T2 y T3 (S/15,42 y S/15,20) siendo ligeramente equivalente, por el contrario, el mayor costo lo obtuvo el tratamiento testigo T0 (S/16,75), siendo superior a los otros tratamientos. Por otro lado, en lo que concierne a los costos totales de alfalfa, el T2 obtuvo el mayor gasto (S/10,02), en comparación con T0, T1 y T2 (S/ 9,22, S/ 9,61 y S/ 9,19) sin tener mucha variación en el gasto sobre el costo de alimentación. Así mismo tenemos que mencionar que el tratamiento con mejor costo total de alimentación fue el T3 (S/23,7).

Tabla 10. Evaluación de las características sensoriales organolépticas de cuyes suplementados con enzimas, Cuy crudo - Cuy frito.

CARACTERÍSTICAS	CUY CRUDO				CUY FRITO			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Color	3	3	3	4	3	3	3	4
Olor	3	2	3	3	3	3	3	4
Sabor	3	3	3	4	3	3	3	4
Textura	3	3	4	4	2	3	3	4
Total	12	11	13	15	11	12	12	16

Tratamiento testigo (T0) = Sin enzimas, tratamiento 1 (T1) = Enzima 6 – Fitasa, tratamiento 2 (T2) = Enzima Endoxilanasas, tratamiento 3 (T3) = Xilanasas –  $\alpha$  Amilasa. Considerando una significancia de 0,5%.

En la tabla 10, podemos observar que los resultados obtenidos en las evaluaciones sensoriales organolépticas (color, olor, sabor y textura), basados en la escala de Wittig, tuvieron mejor puntuación en el T3 suplementado con la enzima xilanasas –  $\alpha$  amilasa, tanto en el cuy frito (16 puntos) como en el cuy crudo (15 puntos), en comparación a los demás tratamientos donde tuvieron puntuaciones inferiores. Asimismo, el T2 en el cuy crudo, tuvo una puntuación ligeramente mayor (13 puntos) en comparación al cuy frito (12 puntos) suplementados con la enzima endoxilanasas.

#### 4.1. Contrastación de hipótesis

**H<sub>0</sub>:** La adición de enzimas exógenas (6 fitasa, endoxilanasas, xilanasas – amilasa) en la alimentación de cuyes no influye en el comportamiento productivo en las etapas de crecimiento y engorde.

**H<sub>a</sub>:** La adición de enzimas exógenas (6 fitasa, endoxilanasas, xilanasas –  $\alpha$  amilasa) en la alimentación de cuyes influye en el comportamiento productivo en las etapas de crecimiento y engorde.

Según los resultados obtenidos de acuerdo al análisis estadístico, indican que no existen diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en lo que respecta a rendimiento de carcasa y evaluación sensorial organoléptica. Por el contrario, la conversión alimenticia, según el análisis de varianza, mostró diferencias significativas  $P < 0,05$ . Concluyendo que la inclusión de enzimas exógenas (6 Fitasa, endoxilanasas y xilanasas -  $\alpha$  amilasa) en la dieta, no causan efecto en los diferentes tratamientos en las etapas de crecimiento y engorde. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

En el presente trabajo de investigación de adición de enzimas (6-fitasa, endoxilanasas y xilanasas – amilasa) en el alimento balanceado de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde, en el parámetro productivo de rendimiento de carcasa se obtuvieron los siguientes resultados: T0 (sin adición de enzimas) obtuvo un mayor porcentaje de 75,40%, en comparación con el T1 (añadido de enzima fitasa) 74,48%, T2 (añadido de enzima endoxilanasas) 73,97% y T3 (añadido de enzima xilanasas-  $\alpha$  amilasa) 73,87%, el cual no se encontró diferencias significativas, cabe resaltar que los mismos resultados fueron encontrados por (Abad, 2014), difiriendo que el mayor porcentaje de rendimiento de carcasa entre sus tratamientos fue el T4 utilizando Natuzyme (amilasa, xilanasas, fitasa, proteasa, B-glucanasa) con 72,54% al igual que (Valdez, 2016), que también mostró un alto porcentaje de rendimiento de carcasa con 68,06% en el T2, utilizando la misma enzima. Cabe mencionar que dichos autores añadieron diferentes porcentajes de enzimas en sus diferentes tratamientos al igual que la cantidad de cuyes al sacrificio. Todos los resultados comparados no presentaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ).

Según los resultados obtenidos en el trabajo experimental en lo que corresponde a conversión alimenticia, el T2 (3,41) muestra diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), con la adición de enzima endoxilanasas en cuyes machos destetados siendo el mejor resultado respecto al T3 (xilanasas –  $\alpha$  amilasa) (5,62); T1 (fitasa) (5,54) y T0 (sin enzimas) (6,56). Estos resultados difieren de los encontrados por (Abad, 2014), el cual evidencia una mejor conversión alimenticia en el T0 sin complejo enzimático (3,12) en comparación con el nuestro T0 (sin enzima) (6,56). Posiblemente estos resultados se deban a que Abad adicionó en el balanceado del T0 (sin complejo enzimático) dos centésimas porcentuales de afrechillo y una centésima de maíz más que T2; T3; T4. Por otro lado, Valdez presenta una mejor conversión alimenticia con el T3 (xilanasas –  $\alpha$  amilasa) (3,85), estos resultados son superiores al presente trabajo T3 (5,62). Probablemente estas diferencias entre los resultados se deban que (Valdez, 2016) utilizó Natuzyme (xilanasas, amilasa, fitasa, proteasa, B-glucanasa) y una concentración enzimática de 0,035% mayor a la nuestra, esto podría haber sido influenciado por la cantidad de enzimas utilizadas en una misma ración permitiendo al cuy una mejor digestibilidad y absorción del alimento.

Asimismo, cabe mencionar que hubo diferencias ambientales y estas podrían haber influenciado el experimento realizado por Valdez que se llevó a cabo en la sierra y el presente trabajo en la Costa del Perú.

El costo de alimentación en nuestra producción de cuyes revela mínimas diferencias económicas en las enzimas utilizadas en la dieta del animal durante el período experimental. En la etapa de crecimiento, los mejores costos de alimento concentrado lo obtuvieron los tratamientos T1, T2 y T3 teniendo un costo similar entre estos, presentando una diferencia mínima de 0,13 céntimos entre los tratamientos T1 – T3 y de 0,16 céntimos entre los tratamientos T2 y T3, sin presentar una divergencia marcante de costos entre estos. A su vez, el costo de alimento de estos tratamientos, fueron menores en comparación con el tratamiento testigo (T0) el cual presentó un costo económico de S/24,02; obteniendo el título del peor costo de alimentación. Posiblemente, esto se deba a que la alimentación suplementada con las enzimas mejora la digestión de los nutrientes del alimento; mejorando la digestibilidad de los polisacáridos no amiláceos (PNA), y destrucción de determinados factores anti nutricionales (FAN); (Partridge, 2001). En lo que corresponde al costo alimentación de la alfalfa en la misma etapa, el desembolso económico en este forraje fue menor en el T0 (12,89), en comparación con los tratamientos suplementados con enzimas exógenas (T1:S/13,04; T2:S/13,65; T3:S/13,31), observando un comportamiento económico totalmente diferente al del concentrado.

A pesar de desmenuzar estos resultados, el menor costo total de alimentación en la etapa de crecimiento fue el T1. Probablemente esto se deba a que el consumo de concentrado + enzimas exógenas aceleró el metabolismo digestivo del animal con una dieta integral, siendo poco necesario el alimento fibroso (Morales, 2011). En lo que respecta al costo de alimentación en la etapa de engorde, los costos de alimentación con alimento concentrado y fibroso fueron menores al de la etapa de crecimiento, debiéndose a un menor tiempo de suministro en la dieta (dos semanas). En esta etapa el menor gasto económico fue por parte del T3 (xilanasas –  $\alpha$  amilasa) con S/14,51 en alimento concentrado y 9,19 en alimento fibroso en comparación con el T0 (16,75 y 9,22); T1 (15,20 y 9,61), T2 (15,42 y 10,02) donde el T0 presenta el mayor costo de alimento concentrado al igual que en la etapa de crecimiento y el T2 el mayor costo de alimento fibroso en comparación con los demás tratamientos. A pesar de estos datos detallados, el menor costo total de alimentación en esta etapa fue el T3. Probablemente esto se deba a que se ha visto en cerdos que en la fase de acabado la enzima xilanasas tiene un mejor desempeño en dietas no viscosas realizando una mejor asimilación de los nutrientes a través de un mecanismo que provoca la degradación de nutrientes de cadena en oligómeros de cadena corta (Cordero, 2017).

Por otro lado, resultados reportados por Romero, indica que obtuvo el mejor costo de alimento en el T1 (sin añadido de enzimas) con S/5,22 nuevos soles, respecto a los otros tratamientos. Cabe mencionar que el experimento de (Romero, 2021) fue elaborado en base a diferentes niveles

de fitasa, donde el mejor resultado, utilizando esta enzima, la obtuvo el T2 con S/5,25. Probablemente tales resultados sean consistentes por el nivel de concentración (100g) en comparación a nuestro estudio que fue al 0,02% mostrando un costo de alimentación más elevado con s/24,02 que el de Romero.

En lo que respecta a la evaluación sensorial organoléptica, se evaluó 5 características: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad basados en la escala de (Wittig, 2001). Los resultados muestran que las mejores características organolépticas la obtuvieron el T3 (enzima xilanasa –  $\alpha$  amilasa) con 16 puntos en cuy frito y 15 puntos en cuy crudo, en comparación con el resto de enzimas T0, T1 y T2 en ambas evaluaciones analizadas, mostrando superioridad entre estas últimas.

Podríamos pensar que la enzima xilanasa –  $\alpha$  amilasa añadida en el T3 brinda una mejoría en la aceptabilidad del cuy crudo y frito en comparación al T0 crudo (12 puntos) y T0 frito (11 puntos), la cual obtuvo el menor puntaje. Tenemos que mencionar también que la aceptabilidad es una característica considerada por el autor, la cual tuvo un rol importante en la evaluación realizada por los panelistas al análisis sensorial organoléptico, ya que fue preponderante en la elección y puntuación de las muestras evaluadas. Por tal motivo, el mejor índice de aceptación la obtuvo el T3, tanto en el cuy frito como cuy crudo, este tratamiento fue superior en comparación con el tratamiento testigo (T0) el cual, muy aparte de no cumplir con las características sensoriales, también fue el menos aceptado por los panelistas al análisis organoléptico.

## CONCLUSIONES

- La adición de enzimas exógenas (6 – Fitasa, endoxilanasas, xilanasas- $\alpha$  amilasa) empleado en la alimentación de los cuyes (*Cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento y engorde no muestra mejoría en rendimiento de carcasa.
- Se concluye que en el alimento proporcionado con enzimas exógenas (6 – fitasa, endoxilanasas, xilanasas -  $\alpha$  milasa) a los cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de crecimiento y engorde sí tuvo efecto positivo en la conversión alimenticia.
- Podemos concluir que, adicionando enzimas exógenas en el alimento concentrado, el costo de alimentación es más rentable en comparación a una dieta tradicional mixta.
- En relación con la enzima exógena xilanasas –  $\alpha$  amilasa muestra una aceptación favorable referente a la evaluación sensorial organoléptica de los panelistas (color, olor, sabor y textura), que también concluyen que es muy buena referente a las características propiamente dichas.

## RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios sobre la utilización de enzimas exógenas a cuyes hembras en la etapa de crecimiento y engorde.
- Desarrollar trabajos de investigación usando enzimas exógenas en la especie (*Cavia porcellus*) con un mayor número de muestra.
- Promover e impulsar trabajos de investigación en la especie (*Cavia porcellus*) ya que la literatura es limitada.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Abad, K. (2014). *Evaluación de los productos enzimáticos Nutrase®, Natuzyme® y Avizyme® en el crecimiento – engorde de cuyes (Cavia porcellus)*. Universidad Nacional de Piura, Perú. 74.
- Airahuacho Bautista, F. E., & Vergara Rubín, V., (2017). *Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para Cuyes (Cavia porcellus)*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 28(2), 255.
- AMEVEA. (2008). *Mejor Uso de Enzimas en Dietas de Aves*. Maracaibo, Venezuela.
- Amon, C. (2006). *Evaluación de combinaciones de forraje verde y balanceado, para crecimiento y engorde de cuyes*. Universidad del Azuay de Cuenca, Ecuador. 16.
- Campestrini, E., Silva, V., & Appelt, M., (2005). *Utilização de enzimas na alimentação animal*. Revista Eletrônica Nutritime, 2(6), 259–272.
- Canchignia, T. (2012). *Probiótico lactina (abg2210138) más enzimas (ssf) en dietas a base de palmiste en crecimiento engorde de cuyes mejorados*. Escuela Superior Politécnico de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 66, 37–39.

- Castro Bedriñana, J., Chirinos Peinado, D., & Calderón Inga, J. (2018). *Calidad nutricional del rastrojo de maca (Lepidium peruvianum chacón) en cuyes*. Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú, 29(2), 410–418.
- Catalina, V. S. S., & Elizabeth, Y. T. E. (2011). *Determinación de la ganancia de peso en cuyes (Cavia porcellus), con dos tipos de alimento balanceado*. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Medicina Veterinaria, 1–66.
- Chambilla, E. (2013). *Diagnóstico de la producción de cuyes (Cavia porcellus) en la provincia de Tacna*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú – 2012. 442, 438– 442.
- COOPREDESCUY. (2012). *Cadena de valor del Cuy en la Región Cajamarca*. Cooperativa de Servicios Especiales Redes de Productores de Cuyes de Crisnejas. Cajamarca, Perú. 1-16.
- Cortés, A., Águila, R., & Ávila, E. (2002). *La Utilización de Enzimas Como Aditivos en Dietas para Pollos de Engorda*. Universidad Nacional Autónoma de México México, 33(1), 305–309.
- Gómez, C., Caballero, N., & Saravia, J. (1992). *Valor Nutricional de la Panca de Maíz: Consumo Voluntario y Digestibilidad en el Cuy*. INIA, Perú. 60-62.
- 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*, Universidad Nacional de Ecuador, Quito, Ecuador. 66 .

Méndez Rojas, P. M. (2011). *Uso Estratégico de Enzimas en Nutrición Animal*.

15.

Moreno A. (2021). *El cuy*. 2° ed. Lima: Universidad Nacional Agraria La

Molina 128.

MINERVET. *La Importancia de las Enzimas Exógenas en la Producción Avícola*.

Núñez, F. (2008). *Evaluación de cuatro relaciones de energía digestible*

*/ proteína en crecimiento – engorde de cuyes (Cavia Porcellus),*

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba,

Perú. 11p.

Ravindran, V. (2010). *Aditivos En Alimentación Animal*. Curso de

Especialización FEDNA, 3–26.

Robaina, R. (2012). *Algunas definiciones prácticas. Dirección de Control*

*y Desarrollo de Calidad. Instituto Nacional de Carnes*. Uruguay.

Rico, E., & Rivas, C. (2011). *Manual sobre el manejo de cuyes*. Benson

Agriculture and Food Institute, 1, 1–50.

Romero, D. (2021). *Efecto de la inclusión de fitasa bacteriana en la*

*alimentación de cuyes machos mejorados sobre los parámetros*

*productivos*. Universidad Nacional De San Antonio Abad Del

Cusco Secretaría General. 1, 1–3.

Sopla Lapid, H. (2017). *Enzimático en la alimentación de cuyes raza Perú*

*(Cavia porcellus) en etapa de recría*. 1, 4–10.

Valdez, E. (2016). *Efecto de dos niveles de complejos enzimáticos en la*

*alimentación de cuyes machos mejorados en etapas de*

*crecimiento y acabado*. Universidad Nacional de San Antonio

Abad Del Cusco. 33 p.

Vivas, J. A., & Carballo, D. (2013). Facultad de Ciencia Animal  
Departamento de Medicina Veterinaria.

<https://cenida.una.edu.ni/textos/nl01v856e.pdf>.

*Wittig, E. (2001). Una metodología actual para tecnología de alimentos. 126 p.*

## **ANEXOS**

Anexo 1. Peso semanal del tratamiento testigo en la etapa de crecimiento en cuyes (g).

Etapa de Crecimiento					
TRATAMIENTO TESTIGO					
Número	P inicial	1S	2S	3S	4S
1	251	372	473	573	650
2	252	372	483	581	668
3	282	377	492	596	670
4	287	417	494	597	678
5	298	434	510	617	680
6	338	452	555	660	758
7	348	458	570	675	760
8	357	466	572	683	782
9	362	481	579	689	783
10	382	485	580	700	788
11	399	495	588	702	793
12	412	496	630	743	842
13	420	502	632	747	864
14	426	509	633	759	864
15	455	549	652	767	864
TOTAL	351,26	457,66	562,86	672,6	762,93
Ganancia total de peso (g)					411,60

Anexo 2. Peso semanal del tratamiento enzima 6-Fitasa en la etapa de crecimiento en cuyes (g).

Etapa de Crecimiento					
TRATAMIENTO ENZIMA 6-FITASA					
Número	P inicial	1S	2S	3S	4S
1	192	246	357	460	554
2	252	352	459	544	630
3	267	394	510	600	666
4	302	404	511	610	713
5	336	404	512	639	716
6	341	423	519	641	732
7	352	437	566	659	755
8	375	446	567	676	767
9	382	463	590	678	772
10	400	475	610	718	786
11	404	492	642	747	852
12	406	501	650	755	868
13	432	502	667	772	874
14	437	604	754	814	916
15	455	621	775	899	1 014
Total	355,53	450,93	579,26	680,8	774,33
Ganancia total de peso (g)					418,80

Anexo 3. Peso semanal del tratamiento enzima endoxilanasas en la etapa de crecimiento en cuyes (g).

Etapa de Crecimiento					
TRATAMIENTO ENDOXILANASA					
Número	P inicial	1S	2S	3S	4S
1	258	368	453	572	678
2	270	371	467	592	695
3	270	385	516	621	718
4	281	391	523	634	737
5	286	401	526	643	747
6	292	405	529	659	768
7	295	435	555	720	830
8	358	445	585	729	837
9	358	453	602	748	842
10	379	483	614	750	858
11	429	532	638	808	909
12	450	555	686	816	919
13	453	569	702	820	926
14	468	570	713	827	948
15	473	587	714	890	1 007
Total	354,66	463,33	588,2	721,93	827,93
Ganancia total de peso (g)					473,26

Anexo 4. Peso semanal del tratamiento enzima Xilanasas -  $\alpha$  Amilasa en la etapa de crecimiento en cuyes (g).

Etapa de Crecimiento					
TRATAMIENTO XILANASA $\alpha$					
AMILASA					
Número	P inicial	1S	2S	3S	4S
1	267	339	440	571	684
2	290	350	483	614	694
3	312	364	484	623	724
4	322	392	527	628	726
5	325	394	543	671	743
6	333	422	558	688	773
7	350	445	571	729	801
8	390	458	605	736	818
9	392	468	606	744	854
10	404	473	610	755	858
11	410	475	639	756	870
12	413	480	642	773	897
13	414	485	643	782	900
14	420	492	651	793	905
15	445	499	682	795	908
Total	365,8	435,73	578,93	710,53	810,33
Ganancia total de peso (g)					444,53

\*

Anexo 5. Peso semanal del tratamiento testigo en la etapa de engorde en cuyes (g).

ETAPA DE ENGORDE		
TRATAMIENTO TESTIGO		
Número	1S	2S
1	718	744
2	735	802
3	750	822
4	790	843
5	791	861
6	840	873
7	848	903
8	849	920
9	871	926
10	880	945
11	894	947
12	927	955
13	938	975
14	963	1 000
15	988	1 052
TOTAL	852,13	904,53
Ganancia total de peso (g)		52,40

Anexo 6. Peso semanal del tratamiento 6- fitasa en la etapa de engorde en cuyes (g).

ETAPA DE ENGORDE		
TRATAMIENTO 6-FITASA		
Número	1S	2S
1	652	739
2	752	820
3	778	824
4	785	888
5	839	891
6	841	909
7	852	927
8	854	951
9	866	952
10	872	960
11	963	972
12	981	1 057
13	1 000	1 068
14	1 056	1 141
15	1 092	1 179
TOTAL	878,86	951,86
Ganancia total de peso (g)		73,00

Anexo 7. Peso semanal del tratamiento endoxilanasas en la etapa de engorde en cuyes (g).

ETAPA DE ENGORDE		
TRATAMIENTO ENDOXILANASA		
Número	1S	2S
1	784	839
2	785	848
3	822	880
4	823	883
5	835	891
6	924	979
7	932	1 009
8	960	1 031
9	972	1 083
10	986	1 096
11	997	1 099
12	1 026	1 104
13	1 026	1 114
14	1 080	1 122
15	1 034	1 184
TOTAL	932,4	1 010,8
Ganancia total de peso (g)		78,40

Anexo 8. Peso semanal del tratamiento xilanasa –  $\alpha$  amilasa en la etapa de engorde en cuyes (g).

ETAPA DE ENGORDE		
TRATAMIENTO XILANASA $\alpha$ AMILASA		
Número	1S	2S
1	734	772
2	736	772
3	766	813
4	772	813
5	796	826
6	817	852
7	826	854
8	876	875
9	885	897
10	889	938
11	899	951
12	918	972
13	924	980
14	974	1 028
15	1 083	1 045
	859,66	892,53
Ganancia total de peso (g)		32,86

Anexo 9. Consumo de alimento semanal concentrado en base seca en la etapa de crecimiento (g).

Tratamientos	1era Semana	2da Semana	3era Semana	4ta Semana
Tratamiento Testigo	210,1	268,19	312,8	330,04
Tratamiento	144,49	242,84	271,74	291,2
Tratamiento 2	168,32	256,02	268,7	304,19
Tratamiento 3	170,22	276,02	288,7	311,19

Anexo 10. Consumo de alimento semanal de concentrado en base seca en la etapa de engorde (g).

Tratamientos	5ta Semana	6ta Semana
Tratamiento Testigo	408,11	479,09
Tratamiento	379,98	451,71
Tratamiento 2	380,74	445,12
Tratamiento 3	388,65	455,10

Anexo 11. Rendimiento de carcasa (%) del cuy en etapa de crecimiento y engorde.

Tratamiento	Peso Ayuno(g)	Peso Carcasa(g)	RC(%)
Tratamiento Testigo	985	738	74,92
	987	749	75,88
Tratamiento 1	979	729	74,46
	981	731	7,51
Tratamiento 2	1 078	784	72,72
	1 045	786	75,21
Tratamiento 3	1 009	763	75,61
	1 055	761	72,13

Anexo 12. Análisis de varianza del rendimiento de carcasa

Fuente	GL	SC Ajust	MC Ajust	Valor F	Valor p
Enzimas	3	2,948	0,9825	0,41	0,756
error	4	9,617	24,043		
total	7	12,565			

Anexo 13. Agrupación de información utilizando el método de Tukey del rendimiento de carcasa.

Nivel	N	Media	Agrupación
Tratamiento Testigo	2	75,40	A
Tratamiento 1	2	74,48	A
Tratamiento 2	2	73,97	A
Tratamiento 3	2	73,87	A

Considerando una significancia de 0,5

Anexo 14. Análisis de varianza de la conversión alimenticia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Enzimas	3	21,59	7,1977	10,01	0,000
Error	56	40,28	0,7193		
Total	59	61,87			

Anexo 15. Agrupación de información utilizando el método de Tukey de conversión alimenticia.

Enzimas	N	Media	Agrupación
Tratamiento Testigo	15	3,34	B C
Tratamiento 1	15	4,10	C
Tratamiento 2	15	2,47	A
Tratamiento 3	15	2,92	A B

Anexo 16. Consumo total de alfalfa en materia seca (g).

Tratamiento	1S	2S	3S	4S	5S	6S
Tratamiento testigo	961,10	1 182	1 412	1 602	1 789	1 899
Tratamiento 1	946,96	1 216	1 429	1 626	1 845	1 998
Tratamiento 2	973,00	1 235	1 516	1 738	1 958	2 122
Tratamiento 3	915,04	1 215	1 492	1 701	1 805	1 874

Anexo 17. Consumo total de concentrado en materia seca (g).

Tratamiento	1S	2S	3S	4S	5S	6S
Tratamiento testigo	2 231	2 624	3 695	4 478	4 561	4 755
Tratamiento 1	1 618	2 358	3 386	4 025	4 379	4 389
Tratamiento 2	1 618	2 231	3 306	4 216	4 121	4 497
Tratamiento 3	1 642	1 927	3 370	4 306	4 193	3 927