

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas

Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



**EFFECTO DEL USO DE UNA FITASA Y UNA XILANASA EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES JOVENES (*Cavia porcellus*)
ALIMENTADOS CON RACIONES MIXTAS**

**EFFECT OF THE USE OF A PHYTASE AND A XYLANASE ON THE PRODUCTIVE
PERFORMANCE OF YOUNG GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*) FED MIXED
RATIONS**

Tesis presentada por el Bachiller
Rodríguez Flores Edgar Moisés
para optar el Título Profesional de:
Médico Veterinario y Zootecnista

Asesor:
Dr. Obando Sánchez Alexander Daniel

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DICTAMEN DE APROBACIÓN DE BORRADOR
TITULACIÓN CON TESIS

Arequipa, 19 de Julio del 2023

Dictamen: 009855-C-EPMVZ-2023

Visto el Borrador del expediente 009855, presentado por:

2006801971 - RODRIGUEZ FLORES EDGAR MOISES

Titulado:

**EFFECTO DEL USO DE UNA FITASA Y UNA XILANASA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO
DE CUYES JOVENES (CAVIA PORCELLUS) ALIMENTADOS CON RACIONES MIXTAS**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

2149 - SANCHEZ ZEGARRA JORGE AUGUSTO
DICTAMINADOR



2201 - SANZ LUDENÁ CARLO EDISON
DICTAMINADOR



2148 - VALDEZ NUÑEZ VERONICA ROCIO
DICTAMINADOR



EFFECTO DEL USO DE UNA FITASA Y UNA XILANASA EN EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CUYES JOVENES (Cavia porcellus) ALIMENTADOS CON RACIONES MIXTAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	19%	2%	18%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cat3lica de Santa Mar3a	15%
	Trabajo del estudiante	
2	tesis.ucsm.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsaac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unjbg.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas	Apagado	Excluir coincidencias	< 1%
Excluir bibliograf3a	Apagado		

DEDICATORIA

AL SR. DE LOS MILAGROS Y SANTA ROSA DE
LIMA QUE SON EL SOPORTE ESPIRITUAL DE
MI VIDA.

A MI ESPOSA E HIJOS, MOTIVACION
DE MI DIA A DIA.

A AMIS PADRES, QUIENES NUNCA
TITUBEARON EN QUE CULMINARIA, ESTA
ARDUA EMPRESA.

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR, QUIEN TUVO A BIEN REMEMORAR EN MI, LOS
CONOCIMIENTOS DE ALBEITERIA Y A REYNER CRUZ, QUIEN FUE
SOPORTE EN LAS LABORES DE CAMPO, QUE SE REALIZARON
DURANTE LA PRESENTE INVESTIGACION.



RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación fue ejecutado en la granja de cuyes de la Universidad Católica de Santa María, localizado en el distrito de Hunter, provincia y departamento de Arequipa. Estando a una altitud de 2250 msnm, una latitud oeste de $71^{\circ} 33' y 23''$ y a una latitud sur de $16^{\circ} 25' 59''$. La etapa experimental se llevó a cabo entre los meses de mayo a junio del 2023 y fueron evaluadas tres raciones experimentales sobre la performance de cuyes jóvenes; para lo cual fueron consideradas las siguientes variables: consumo de alfalfa fresca y alimento balanceado, ingestión de materia seca, variación del peso vivo, ganancia diaria de peso vivo, índice de conversión y eficiencia económica. El tratamiento testigo (T1) fue una ración formulada en base a las necesidades nutricionales de cuyes en crecimiento, así como con el uso de alfalfa verde, usando una proporción de forraje: concentrado de 50%:50%, en base seca. El tratamiento T2 fue la misma fórmula usada en el control con la adición “on top” de las enzimas fitasa (10,000 FTU/g) y xilanasa (20,000 UX/g) en dosis de 100 y 80 gramos por tonelada. El tratamiento T3 fue una formulación considerando las mismas enzimas y en las mismas dosis, pero con los valores de la matriz recomendada para cerdos. Estos tratamientos fueron evaluados en 30 cuyes machos jóvenes con un peso de 361 ± 70 gramos, todos del tipo 1, línea cárnica. Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el ANOVA y la prueba de significancia de Tukey. El consumo diario promedio de alfalfa fue de 119.59, 129.56 y 131.85 gramos por cuy; el de los balanceados fue de 29.77, 33.99 y 34.58 gramos y el de materia seca fue de 56.69, 62.98 y 64.08 gramos por cuy para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. El uso de enzimas incrementa el consumo de alimentos, especialmente cuando es usada con la matriz. Los cuyes al inicio del experimento pesaron 361.2, 367.7 y 353.8 gramos y después de 35 días tuvieron un peso vivo final promedio de 838.9, 914.4 y 917.0 gramos por cuy para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. El uso de las enzimas, especialmente cuando se usan con la matriz correspondiente, determina mayores y más homogéneos crecimientos de los cuyes. Las ganancias diarias promedios fueron de 13.64, 15.61 y 16.09 gramos por cuy para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Se observan mejoras significativas en la velocidad de crecimiento (de 14 a 17%) al usar raciones con la inclusión de las enzimas. Los índices de conversión calculados fueron de 4.23,

4.10 y 4.02 para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Se aprecian disminuciones no significativas en las conversiones alimenticias (de 3 a 5%) usando raciones mixtas con la inclusión de las enzimas. El mérito económico (costo total de alimentación por kilo de ganancia de peso vivo), fue de 4.82, 4.79 y 4.37 soles para los tratamientos T1, T2, T3, respectivamente. El uso de raciones mixtas, con la inclusión de las enzimas fitasa y xilanasa matrizadas, reducen los costos de alimentación (en un 9%). En base a estos resultados se recomienda en uso de fitasas 10,000 y xilanasas 200,000, con la matriz recomendada para cerdos, en dosis de 100 y 80 gramos, respectivamente, en raciones de cuyes en crecimiento.

PALABRAS CLAVE: Fitasa, xilanasa, performance, cuyes, cavia porcellus, ganancia diaria, índice de conversión, eficiencia económica.



ABSTRACT

The following research work was carried out at the guinea pig farm of the Catholic University of Santa María, located in the district of Hunter, province and department of Arequipa. Being at an altitude of 2250 meters above sea level, a west latitude of 71° 33' and 23" and a south latitude of 16° 25' 59". The experimental stage was carried out between the months of May to June 2023 and three experimental rations were evaluated on the performance of young guinea pigs; for which the following variables were considered: consumption of fresh alfalfa and balanced feed, dry matter intake, live weight variation, daily live weight gain, conversion rate and economic efficiency. The control treatment (T1) was a ration formulated based on the nutritional needs of growing guinea pigs, as well as with the use of green alfalfa, using a ratio of forage: concentrate of 50%:50%, on a dry basis. The T2 treatment was the same formula used in the control with the addition on top of the enzymes phytase (10,000 FTU/g) and xylanase (20,000 UX/g) in doses of 100 and 80 grams per ton. The T3 treatment was a formulation considering the same enzymes and in the same doses, but with the values of the matrix recommended for pigs. These treatments were evaluated in 30 young male guinea pigs weighing 361 ± 70 grams, all of type 1, meat line. For the statistical analysis of the results, ANOVA and Tukey's significance test were used. The average daily consumption of alfalfa was 119.59, 129.56 and 131.85 grams per guinea pig; that of the balanced ones was 29.77, 33.99 and 34.58 grams and that of dry matter was 56.69, 62.98 and 64.08 grams per guinea pig for treatments T1, T2 and T3, respectively. The use of enzymes increases feed consumption, especially when used with the matrix. The guinea pigs at the beginning of the experiment weighed 361.2, 367.7 and 353.8 grams and after 35 days they had an average final live weight of 838.9, 914.4 and 917.0 grams per guinea pig for treatments T1, T2 and T3, respectively. The use of enzymes, especially when used with the corresponding matrix, determines greater and more homogeneous growth of guinea pigs. Average daily gains were 13.64, 15.61 and 16.09 grams per guinea pig for treatments T1, T2 and T3, respectively. Significant improvements in growth rate (from 14 to 17%) are observed when using rations with the inclusion of enzymes. The calculated conversion rates were 4.23, 4.10 and 4.02 for treatments T1, T2 and T3, respectively. Non-significant decreases in feed conversions (from 3 to 5%) are observed using mixed rations with the inclusion of enzymes. The economic merit (total feeding cost per kilo of live weight

gain) was 4.82, 4.79 and 4.37 soles for treatments T1, T2, T3, respectively. The use of mixed rations, with the inclusion of matrixed phytase and xylanase enzymes, reduces feed costs (by 9%). Based on these results, the use of 10,000 phytases and 200,000 xylanases is recommended, with the recommended matrix for pigs, in doses of 100 and 80 grams, respectively, in rations for growing guinea pigs.

KEY WORDS: Phytase, xylanase, performance, guinea pigs, *Cavia porcellus*, daily gain, conversion rate, economic efficiency.



INDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I	1
1. Introducción	2
1.1. Enunciado del Problema	2
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Justificación del trabajo	3
1.3.1. Aspecto general	3
1.3.2. Aspecto tecnológico	3
1.3.3. Aspecto social	4
1.3.4. Aspecto económico	4
1.3.5. Importancia de la investigación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis	5
CAPÍTULO II	6
2. Marco teórico	7
2.1. Análisis bibliográfico	7
2.1.1. Origen del cuy	7
2.1.2. Taxonomía del cuy	7
2.1.3. Descripción del cuy	8
2.1.4. Clasificación de los cuyes	9
2.1.5. Manejo	10
2.1.6. Requerimientos nutricionales de los cuyes	11
2.1.7. Alimentos para cuyes	15
2.2. Antecedentes de investigación	16
2.2.1. Las enzimas exógenas	16
2.2.2. Análisis de trabajos de investigación	18
CAPÍTULO III	22
3. Materiales y métodos	23
3.1. Materiales	23
3.1.1. Localización del trabajo	23

3.1.2. Animales experimentales	23
3.1.3. Insumos experimentales	23
3.1.4. Materiales y equipos de campo	24
3.1.5. Instalaciones	24
3.2. Métodos	24
3.2.1. Muestreo	24
3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio	25
3.2.2. Métodos de evaluación	25
3.2.3 Recopilación de la información	26
3.3. Variables de respuesta	26
3.3.1. Variables independientes	26
3.3.2. Variables dependientes	26
3.4. Evaluación estadística	26
3.4.1. Diseño Experimental	26
3.4.2. Análisis estadísticos	28
3.4.3. Análisis de significancia	28
CAPÍTULO IV	29
4. Resultados y discusión	30
4.1. Consumo de alimentos	30
4.1.1. Consumo diario de alfalfa fresca y alimento balanceado	30
4.1.2. Consumo diario de materia seca	30
4.2. Pesos vivos	32
4.3. Ganancia de peso vivo	34
4.4. Conversión alimenticia	36
4.5. Mérito económico	38
CAPÍTULO V	41
5. Conclusiones	42
CAPÍTULO VI	44
6. Recomendaciones	44
CAPÍTULO VII	46
7. Referencias Bibliográficas	46
ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1 Promedio de consumo diario de alfalfa fresca, alimento balanceado y de materia seca por cuy con los tratamientos experimentales.	30
2 Variación promedio del peso vivo de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	33
3 Ganancias totales y diarias de peso vivo de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	34
4 Índices de conversión promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	37
5 Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia para los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
1 Promedio de consumo diario de alfalfa fresca y alimento balanceado por cuy con los tres tratamientos experimentales.	31
2 Promedio de consumo diario de materia seca por cuy con los tres tratamientos experimentales.	32
3 Variación promedio del peso vivo de los cuyes alimentados con las diferentes raciones experimentales	33
4 Ganancias diarias promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	35
5 Índices de conversión promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales	37
6 Costos de alimentación promedio por kilo de ganancia de los cuyes	40

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
1 Formato para el control de consumo de los alimentos	51
2 Registro de peso vivo de los cuyes	52
3 Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T1.	53
4 Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T2	54
5 Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T3	55
6 Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T1	56
7 Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T2.	57
8 Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T3	58
9 Control de peso de los cuyes alimentados con la ración T1 durante el periodo experimental	59
10 Control de los pesos de los cuyes alimentados con la ración T2 durante el periodo experimental	59
11 Control de los pesos de los cuyes alimentados con la ración T3 durante el periodo experimental	60
12 Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T1	61
13 Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T2	62

14	Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T3	63
15	Composición de los alimentos balanceados de los tres tratamientos y su correspondiente costo	64
16	ANOVA y análisis de significancia de el parámetro ganancia diaria de peso vivo	65
17	ANOVA y análisis de significancia del parámetro índice de conversión.	65
18	ANOVA y análisis de significancia del parámetro eficiencia económica	66
19	Relación de fotos.	67





CAPÍTULO I

1. Introducción

1.1. Enunciado del Problema

Efecto del uso de una fitasa y una xilanasa en el comportamiento productivo de cuyes jóvenes (*Cavia porcellus*) alimentados con raciones mixtas.

1.2. Descripción del problema

La crianza de cuyes es una de las actividades económicas en el sector agrario que ha crecido considerablemente en los últimos años, gracias a la demanda que tiene la carne de cuy.

La alimentación de estos animales se hace considerando el uso de un forraje verde, tal como la alfalfa y una diversidad de gramíneas forrajeras. Sin embargo, a fin de suministrar una dieta balanceada es importante el uso de insumos variados, de modo que se garantice una actividad rentable.

Son diversos los factores que afectan el comportamiento productivo de los cuyes, sin embargo, la alimentación es el que más incide en los costos de producción. De allí que es fundamental proporcionar a los animales una ración que le permita el máximo crecimiento, en los jóvenes, lo máxima eficiencia reproductiva en las madres.

Para la elaboración de los alimentos balanceados se usan granos como el maíz, subproductos de cereales como el afrecho de trigo, harinas de semillas oleaginosas, entre otros. Se han venido evaluado otros alimentos no tradicionales con el fin de brindar mayores alternativas a los productores (1).

Asimismo, existe una amplia variedad de aditivos nutricionales y no nutricionales.

Los aditivos nutricionales buscan balancear los nutrientes de la ración, buscado en mejor equilibrio posibles. Algunos de los más usados son los aminoácidos sintéticos, vitaminas y micro minerales.

Asimismo, los aditivos no nutricionales, que hace años se usan en especies

como pollos y cerdos, vienen tendiendo resultados alentadores en herbívoros (1). Aditivos que mejoran la digestibilidad de los alimentos, la salud del tracto gastrointestinal, entre otros. Pero hace falta más investigaciones para validar su uso en los cuyes.

1.3. Justificación del trabajo

1.3.1. Aspecto general

El uso de enzimas extracelulares tiene como concepto principal, liberar nutrientes más allá de lo que se lograría con las enzimas propias del animal. De modo que los alimentos tengan un mayor valor nutricional, lo que se vería reflejado en mayores ganancias de peso y menores costos de alimentación.

1.3.2. Aspecto tecnológico

El uso de enzimas extracelulares es una tecnología validada en muchas especies domésticas. No obstante, es importante disponer de matrices validadas, que permitan su uso adecuado con los alimentos disponibles para los productores.

Es fundamental, ver el sustrato en el que trabajan las enzimas, de modo que sean evaluadas aquellas que fueron diseñadas para alimentos como el maíz, los subproductos de cereales y harinas de soya, los cuales son los alimentos disponibles en el sur del país.

El grado de liberación de nutrientes, tales como la energía, los aminoácidos y los minerales, permitirá a los productores y empresas dedicadas a la elaboración de alimentos balanceados, usar adecuadamente las enzimas disponibles en el mercado.

Son diferentes enzimas que deben ser evaluadas tales como fitasas, carbohidrasas, lipasas, proteasas, etc.

1.3.3. Aspecto social

La crianza de cuyes es una actividad económica que está al alcance de muchos pequeños criadores, que buscan una adecuada rentabilidad para mantener a sus familias. Si el empleo de las enzimas, que se evalúan en la presente investigación, mejora los rendimientos y baja los costos de alimentación, tendríamos una herramienta por este importante sector pecuario.

1.3.4. Aspecto económico

La maximización de la rentabilidad de cualquier actividad económica es fundamental. La evaluación de la eficacia en el uso de enzimas extracelulares es la performance de los cuyes es necesario, para ofertar esta tecnología a los productores.

1.3.5. Importancia de la investigación

El meollo del trabajo consiste en validar enzimas disponibles en el mercado y que son usadas normalmente en la crianza de aves y de cerdos. Ello garantizará la disponibilidad permanente de las mismas.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del uso de una fitasa y una xilanasa en el comportamiento productivo de cuyes jóvenes (*Cavia porcellus*) alimentados con raciones mixtas.

1.4.2. Objetivos específicos

Se plantea los siguientes objetivos específicos

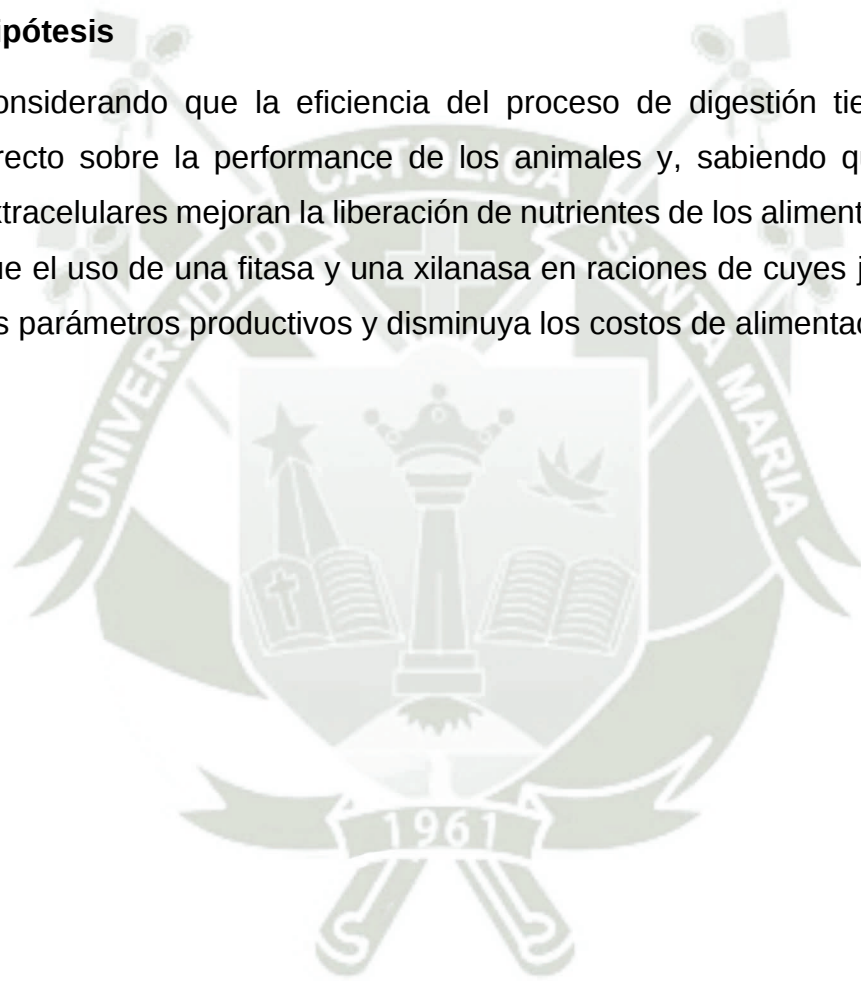
- ✓ Evaluar el consumo de alimentos frescos y de materia seca

durante el periodo de crecimiento.

- ✓ Evaluar la variación del peso vivo de los cuyes desde el destete hasta el beneficio.
- ✓ Evaluar la ganancia diaria y la ganancia total de peso vivo durante el crecimiento.
- ✓ Calcular el índice de conversión de la materia seca.
- ✓ Medir la eficiencia económica de las raciones experimentales.

1.5. Hipótesis

Considerando que la eficiencia del proceso de digestión tiene un impacto directo sobre la performance de los animales y, sabiendo que las enzimas extracelulares mejoran la liberación de nutrientes de los alimentos. Es probable que el uso de una fitasa y una xilanasa en raciones de cuyes jóvenes, mejore los parámetros productivos y disminuya los costos de alimentación.





CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. Origen del cuy

La cría de los cuyes se da desde las épocas precolombinas, siendo el Inca Garcilaso de la Vega que hace las primeras referencias a esta especie (2). En la época de la conquista se le dio la denominación de conejillos de indias.

Los hallazgos encontrados demuestran que la crianza data de hace 10,000 años y fue un alimento proteico de los pobladores de los andes (3).

Zúñiga 1995, refiere que el cuy tiene su origen en la vertiente oriental de la cordillera de los Andes, en el Gran Guayano Brasileño (4).

2.1.2. Taxonomía del cuy

Cabrera 1954, citado por Zúñiga 1995 (4), clasifica al cuy de la siguiente forma:

Reino	:	Animal
Subreino	:	Metazoario
Super rama	:	Cordados
Rama	:	Vertebrados
Subrama	:	Tetrápodos
Clase	:	Mamífero
Subclase	:	Therios
Infra-clase	:	Eutherios
Orden	:	Roedores
Suborden	:	Simplicidentados
Familia	:	Cavidae
Género	:	Cavia
Especie	:	<u>Cavia porcellus</u>

En la escala zoológica de Orr 1966 citado por Aliaga 1996 (5), ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación:

Phylum	: Vertebrata
Sub phylum	: Gnathostomata
Clase	: Mamalia
Sub clase	: Theria
Infra clase	: Eutheria
Orden	: Rodentia
Sub orden	: Hystricomorfa
Familia	: Caviidae
Género	: Cavia
Especies	: <i>Cavia aparea aparea</i> Erxleben
	: <i>Cavia aparea aparea</i> Lichtenstein
	: <i>Cavia cutheri</i> King
	: <i>Cavia porcellus</i> Linnaeus

2.1.3. Descripción del cuy

El cuy es un mamífero que presenta una dentición de incisivos y molares, sin presencia de caninos. Gracias a sus incisivos, arqueados, largos y cortados a bisel, así como de crecimiento continuo, se caracterizan por roer.

Los actuales cuyes son de buen desarrollo en comparación a sus antecesores, con buen desarrollo del tren anterior y posterior, aunque ligeramente más estrechos a la altura de la espalda. Su alimentación se basa en productos vegetales (6).

Los cuyes tienen hábitos nocturnos, buena parte de la población tiene la característica de ser nerviosa, pueden vivir hasta los 6 años, pero en las granjas tiene una vida productiva de 18 meses (6).

La temperatura rectal es de 38 a 39 °C, con una frecuencia respiratoria de 69 a 104 por minuto, ritmo cardiaco de 226 a 400 por minuto, con mucha sensibilidad al shock anafiláctico y con incapacidad para sintetizar la vitamina C (6).

Se pueden destetar muy temprano en virtud que nacen maduros, con los ojos abiertos y cubiertos de pelo, caminan inmediatamente. El pelo y la piel son parecidas a la del hombre (6).

Las hembras presentan ovulación múltiple, la lactancia tiene corta duración. Tienen una fertilidad del 90%, su cuerpo una longitud de 20 a 25 cm, presenta 64 cromosomas y tienen un rendimiento de carcasa de 67% (6).

En el Perú se crían en forma familiar y comercial, habiendo explotaciones de hasta más de 50000 cuyes. Se les cría en los diferentes pisos ecológicos, siempre y cuando se le proteja del frío y del exceso de calor (6).

2.1.4. Clasificación de los cuyes

Los cuyes son clasificados según varios criterios, tales como las características de su pelo, la conformación de su cuerpo o el color de su manto.

Según las características de su pelo, tenemos los de pelo corto y lacio, denominados del tipo 1; los de pelo corto y crespo, formado rosetas, denominados del tipo 2; los de pelo largo, siendo del tipo 3.1 si es lacio y del tipo 3.2 si es crespo y; los cuyes que tienen el pelo erizado, pasando a ser alámbricos a la edad adulta (7).

Por la conformación de su cuerpo, tenemos los cuyes con adecuado desarrollo muscular y de buen temperamento, que muestran buna velocidad de crecimiento y eficiencia de conversión, denominándoseles del tipo A; también están los cuyes angulosos y nerviosos, de baja velocidad de crecimiento y conversión alimenticia, denominados del tipo B (7).

Por el color del manto, tenemos los de un solo color, habiendo los clastos como el blanco, amarillo y alazán; los de color oscuro, tales como los negros y violetas. Habiendo combinaciones de pelajes y manchas (7).

2.1.5. Manejo

Para un adecuado comportamiento de los cuyes y maximizar la rentabilidad se han propuesto las siguientes recomendaciones (1,5):

- Alimentar a los cuyes en crecimiento en ambientes limpios y bien ventilados a fin de que alcancen los 750 gramos de peso vivo antes de los 60 días de edad.
- Con animales de genética superior, adecuadamente manejados y alimentados con raciones balanceadas los machos adultos superan los 2 kilos de peso vivo y las hembras 2.5 kilos durante la gestación avanzada y 1.6 kilos durante la lactancia.
- Los animales que no se utilicen en la reproducción, pueden venderse a los 60 días de edad, ya que, a esta edad, con una buena alimentación y un buen manejo, cada animal puede alcanzar hasta 800 gramos de peso vivo.
- Con un buen manejo, un macho adulto puede llegar a pesar hasta dos o más kilogramos. Las hembras preñadas dos y medio kilogramos y las hembras vacías de uno a uno y medio kilogramos.
- Es recomendable iniciar el empadre con más hembras de las que se establezca para criar en una poza. Esto en razón, que habrá hembras infértiles, hembras que demoran en preñar y hembras que tienen una sola cría.
- Las hembras deben ser seleccionadas del tercio superior de madres, considerando el récord de peso de camada al destete, posteriormente se usará la velocidad de crecimiento u finalmente la conformación.
- Si las hembras gestantes deben ser manipuladas para su traslado, se debe hacer con sumo cuidado y a cargo de personal especializado.
- Al momento del destete, y formar las pozas de crecimiento, los cuyes jóvenes deben ser uniformizados por peso, edad y sexo.
- El descarte de los cuyes debe hacer por filas, de modo que se inicie un nuevo lote con hembras de la misma edad. Antes de ocupar las pozas, estas deben ser limpiadas a profundidad, eliminando la materia orgánica

y desinfectando con iodo. Otra buena alternativa es el uso de lanzallamas que elimina microorganismos patógenos y parásitos diversos.

- Proteger las instalaciones a fin de evitar el ingreso de ratas y aves silvestres, que contaminan los comederos con microorganismos patógenos, tal como la salmonella.
- No deben ingresar a la granja personal ajeno al manejo de los animales, por el alto riesgo de contaminación. De ser necesario, deben ducharse y cambiarse de ropa y zapatos, por mamelucos y botas que proporcione la granja.
- Las instalaciones deben ser construidas e implementadas para proteger a los animales de las bajas temperaturas. Resulta prudente el uso de cortinas.
- Cuando se ingresa animales nuevos, estos deben pasar por un proceso de cuarentena.

2.1.6. Requerimientos nutricionales de los cuyes

Los cuyes son herbívoros, siendo fundamental el uso de alimentos fibrosos, que serán fermentados en el ciego por microorganismos que allí habitan. No obstante, a fin de permitir buenas velocidades de crecimiento, se les debe proporcionar alimentos concentrados, los que principalmente son digeridos en el estómago e intestino delgado, en forma similar a los omnívoros (2).

A diferencia de los rumiantes, los cuyes requieren una fibra digestible, lo que implica bajos niveles de lignina. Esto se logra con forrajes jóvenes donde aún no se han formado los complejos lignocelulósicos. Como resultado de la fermentación se generan ácidos grasos volátiles que son absorbidos a nivel del ciego y que son metabolizados para proporcionar energía y compuestos intermediarios a los animales.

➤ **Proteína**

Han sido determinados los requerimientos de proteínas de los cuyes, variando las cantidades según la edad y estado fisiológico (8).

Asimismo, han sido identificados los requerimientos de aminoácidos esenciales. Según Obando 2018, el cuy es muy exigente en aminoácidos azufrados, seguidos de el aminoácido lisina. Actualmente las proteínas son balanceadas usando aminoácidos sintéticos, al igual que en otras especies monogástricas como aves y porcinos (1).

Los niveles de proteína requeridos en los alimentos concentrados dependen de los forrajes usados. Si los forrajes son leguminosas como la alfalfa, los concentrados son moderadamente proteicos; pero si los forrajes tienen niveles bajos de proteína, se usan alimentos balanceados ricos en proteína. Será importante balancear la proteína con la energía aportada por los forrajes.

Chauca et al 2007, hace referencia que el suministro inadecuado de proteínas en las raciones de los cuyes determina en las madres baja fertilidad, baja producción de leche, bajo peso de camada al nacimiento y al destete; asimismo, en los jóvenes baja velocidad de crecimiento y ineficiente índice de conversión alimenticia. En ese sentido, es posible usar fuentes proteicas de origen animal, vegetal y que sean balanceadas con aminoácidos sintéticos (6).

Chauca et al 2007, asegura que, con el avance de la genética, los requerimientos de proteína se han incrementado, superando los 8.48 gramos diarios y que ha permitido ganancias mayores a los 15 gramos diarios (6).

➤ **Energía**

Al igual que las diferentes especies productivas, los cuyes requieren de carbohidratos, lípidos y proteínas para satisfacer sus necesidades energéticas. Se requiere buena cantidad de carbohidratos solubles, como el almidón, para el adecuado comportamiento productivo de los animales además de una fibra digestible que lo proporcionan los forrajes jóvenes (9).

El uso de las grasas es estratégico a la hora de alimentar a los cuyes, pues proporcionan más del doble de energía con relación a los carbohidratos. Las proteínas no tienen la finalidad de usarse como fuentes energéticas, sin embargo, serán oxidadas en el caso haya exceso o estén desbalanceadas.

En cuyes se trabaja con el modelo de energía digestible o energía metabolizable. Se tiene bastante información de los requerimientos de los animales según al edad y estado fisiológico, así como, el aporte de la energía disponible para los diferentes insumos usados.

En raciones con alta concentración energética se ha logrado excelentes velocidades de crecimiento, sin embargo, el costo de la alimentación puede ser contraproducente. Arroyo 1986 y Álvarez 2000, encontraron que con raciones aportando 70% de NDT los cuyes lograban buenas velocidades de crecimiento con eficiente conversión alimenticia (3,10).

➤ **Fibra**

Los cuyes son herbívoros y se comportan adecuadamente con la inclusión de forrajes en su ración. Existen evidencias de alimentación sin estos alimentos, pero básicamente en condiciones de laboratorio. Los niveles de fibra han sido reportados de 9 a 18% con el uso de diferentes materiales voluminosos (2).

Los forrajes proporcionan al organismo de los cuyes de fibra que favorece la digestibilidad de otros nutrientes, ya que ralentiza el paso

de los alimentos por el tuvo digestivo. Si los animales reciben forrajes no requiere que el concentrado tenga fibra (5).

➤ **Grasa**

Por el aporte de energía y ácidos grasos esenciales, la grasa es importante en la dieta de los cuyes. Su omisión trae problemas de crecimiento, así como problemas de dermatitis y inadecuado crecimiento del pelo. Se ha descrito que con el uso de 3% de grasa en la ración satisface las necesidades de los cuyes, siendo necesario el uso de grasas líquidas.

Se han usado diversas fuentes de grasa, tanto animal como vegetal. Arispe 1999, uso aceite de pescado hasta 6% de la ración total, sin afectan la aceptación de los alimentos y mejorando el crecimiento de los animales (11).

➤ **Agua**

El agua es un nutriente esencial para el organismo del cuy, por sus propiedades y funciones. Las cantidades requeridas dependen de varios factores como el tipo de alimentos usados, la edad de los animales, el clima y el estado fisiológico.

Chauca et al 2007, recomienda 105 cc de agua por kilo de peso vivo, aunque es variable, dependiendo de los diferentes factores discutidos en el párrafo anterior (6).

➤ **Vitaminas**

Las vitaminas son moléculas orgánicas, no obstante, no funcionan como componentes estructurales ni se oxidan para generar energía. Su papel fundamental es formar parte de miles de enzimas que garantizan el funcionamiento del organismo.

La carencia de las vitaminas determina una variabilidad de síntomas. Los alimentos proporcionan cantidades variables, no obstante, es recomendable usar concentraciones de las mismas e incluirse en los alimentos concentrados (6).

➤ **Minerales**

Los minerales, al igual a lo que ocurre en otros animales, son requeridos como macrominerales y como elementos menores o traza. Se han publicado las cantidades requeridas para las diferentes edades, pero aún no están definidos en todos los casos (5).

2.1.7. Alimentos para cuyes

Los cuyes deben recibir forrajes, alimentos energéticos, alimentos proteicos, suplementos minerales, suplementos vitamínicos y aditivos. Las proporciones de los mismos dependen de las necesidades de los cuyes y del aporte de nutrientes de los alimentos.

Los forrajes más usados son en forma verde. Uno de los forrajes más usados es las leguminosas como la alfalfa. También se le usa en forma seca, luego de ser elaborado el heno correspondiente. No se ha tenido buenos resultados con los residuos agrícolas, por la baja digestibilidad de la fibra cruda, que contiene niveles altos de lignina.

Entre los alimentos proteicos han dado mejores resultados las fuentes de origen vegetal, como la harina de soya y harina de girasol. El uso de harinas proteicas de origen animal determina rechazo por los cuyes, aunque han crecido en forma eficiente con el uso de harina de pescado de buena calidad. Asimismo, Pampa 2008, evaluó el uso de harinas de subproductos de pollo, tales como los residuos de plumas, sangre y harina de vísceras con buenos resultados (12).

Con fines de satisfacer las necesidades energéticas se han usado diversos alimentos ricos en almidones. El uso de los granos como el maíz es una de

las mejores opciones, sin dejar de lado granos como la cebada, avena, sorgo y arroz. Asimismo, el uso de subproductos de granos como los afrechos tienen una excelente aceptación por los cuyes, en ese sentido, se usan salvado de maíz, salvado de cebada, de arroz y de trigo.

Los suplementos de calcio y fósforo son normales en las raciones de cuyes, también se han usado sulfatos y cloruros, tal como la sal común (6).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Las enzimas exógenas

En el organismo animal, las enzimas actúan como catalizadores, acelerando las reacciones químicas, sin embargo, actúan bajo ciertas condiciones de pH, temperatura y humedad. Asimismo, sobre un sustrato propio (13).

Las enzimas son usadas con fines de alimentación de los animales desde los años ochenta, tanto en la producción de aves como en diferentes especies animales de importancia económica. Su uso ha permitido mejorar en forma significativa la digestibilidad de los alimentos, permitiendo una mayor eficiencia económica y biológica en las crías (14). Se calcula que aproximadamente un 20% de los nutrientes de los alimentos se pierden porque los animales carecen de las enzimas que permitirían su digestión (15).

Se tiene una gran variabilidad de enzimas y se les clasifica en función al sustrato en el cual actúan. Alimentos como los granos de cereales, tales como la cebada, centeno y avena tienen niveles significativos de betaglucanos, siendo las beta-Glucanasas las enzimas específicas para esos alimentos. Alimentos como el triticale, cebada, centeno y trigo contienen arabinoxilanos y sobre estos carbohidratos actúan las xilanasas. Las semillas de leguminosas, como la soya, presentan diversos compuestos que de ordinario no pueden ser digeridos por los animales, tales como oligosacáridos y el ácido fítico, de modo que se la industria biotecnológica ofrece alfa-galactosidasas y fitasas para romper estos compuestos. De igual

manera, se disponen de amilasas que actúan sobre el almidón de los granos de cereales, las proteasas que actúan sobre alimentos proteicos, especialmente de origen vegetal, lipasas sobre las grasas. También se han generado pectinasas, celulasas, mananasas, hemicelulasas, etc que actúan sobre la pared celular de los alimentos forrajeros (16).

La forma de actuar de las enzimas es variada: en general rompen muchos enlaces de macromoléculas que las enzimas propias del animal no lo logran; destrucción de anti nutrientes que afectan negativamente la digestibilidad; liberación de nutrientes de la pared celular, disminución de las enzimas endógenas que llegan al intestino delgado; entre otras (16).

Los alimentos vegetales, a diferencia de los alimentos de origen animal y mineral, contienen cantidades apreciables de fósforo, el cual no obstante está en forma de ácido fítico. En ese sentido, las fitasas son específicas para liberar dicho fósforo. También, al romper esta estructura, libera otros nutrientes como aminoácidos. Minerales (calcio zinc, cobre, magnesio, cobalto y hierro) y carbohidratos que aportan energía para el animal (15,17).

El uso de fitasas mejorar el aporte de nutrientes de los alimentos, entre minerales, aminoácidos y energía, con lo cual se ahorra una parte de alimentos costosos como los granos y las semillas proteicas. Se ha encontrado mejoras en el crecimiento y el índice de conversión del alimento por parte de los animales. Por otro lado, tiene un efecto positivo en el medio ambiente, al reducir los residuos nitrogenados y minerales en las excretas (18).

La efectividad de la fitasa depende de varios factores, tales como la dosis usada, las características de las fitasas, la resistencia a las proteasas, especialmente a nivel de estómago, el pH. Por otro lado, está el efecto de la especie en la cual se está usando, relacionado a su edad y estado fisiológico. También aspectos de los insumos usados que tienen que ver con la cantidad de fitato y la composición (19,20).

2.2.2. Análisis de trabajos de investigación

a) Uso de fitasas en cuyes

Fue evaluada una fitasa bacteriana en el comportamiento productivo de cuyes machos. El ensayo experimental contempló el uso de cuatro tratamientos: el tratamiento testigo, que no incluyó fitasa, el tratamiento T1 con 500 FTU (equivalente al uso de 100 gramos de fitasa por tonelada de alimentos), el tratamiento T2 con 750 FTU (equivalente al uso de 150 gramos de fitasa por tonelada) y el tratamiento T4 con 1000 FTU (equivalente al uso de 200 gramos de fitasa por tonelada). Las variables evaluadas en los experimentos fueron consumo de alimento, ganancia de peso vivo, rendimiento de carcasa y eficiencia económica. Con relación al comportamiento productivo de los animales no se encontró diferencias entre los tratamientos ($p > 0.05$). En cuanto al rendimiento de carcasa y la eficiencia económica resultó significativamente superior el tratamiento T3, con la inclusión del 750 FTU (18).

Hurtado 2014, evaluó la inclusión de fitasa en raciones de cuyes en crecimiento sobre los niveles de calcio y fósforo en las heces, así como la performance biológica y económica de tales animales. Fueron evaluados tres tratamientos, una ración con 0.42% de fósforo (T1), una ración con 0.30% de fósforo (T2) y una tercera ración con 0.30% de fósforo más la inclusión de la fitasa. Los resultados encontrados delatan que no hubo variaciones en las concentraciones de fósforo en las heces, ni en los parámetros productivos y económicos (21).

Guañuna 2018, evaluó tres dosis de fitasas en raciones de cuyes sobre el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y finalización. En el experimento se usó una ración en base a alfalfa y concentrado, con la adición de 0, 100, 200 y 300 gramos de fitasa por tonelada de alimentos para los tratamientos T1, T2, T3 y T4. Se evaluó por el método de colección total las diferentes fracciones del análisis de Weende, así como de los minerales calcio, fósforo y magnesio. Así mismo se evaluó el comportamiento productivo de los animales (22).

b) Uso de complejos enzimáticos en cuyes

Arce 2022, evaluó en cuyes en crecimiento y engorde el efecto de la inclusión de tres enzimas (fitasa, endoxilanas y xilanas - amilasa) sobre los parámetros zootécnicos. Se evaluaron tres tratamientos, el testigo (T0) sin enzimas, el tratamiento con la inclusión de fitasa (T1), el tratamiento con la inclusión de endoxilanas (T2) y el tratamiento con la inclusión de xilanas-amilasa (T3), en todos los casos con 0.2%. No se encontraron diferencias en el rendimiento de carcasa, la conversión alimenticia significativamente ($p < 0.05$) con el tratamiento T2. El costo de alimentación, el tratamiento T1 (con fitasa) fue significativamente menor en la etapa de crecimiento y el tratamiento T3 (con endoxilanas) fue significativamente menor durante el engorde. Asimismo, con este tratamiento se logró la mejor conversión alimenticia y las mejores características sensoriales. En conclusión, el uso de enzimas exógenas no mejoró el desempeño productivo de los cuyes (*Cavia porcellus*) (23).

Sopla-Lápiz et al 2022, trabajando con cuyes de la raza Perú, evaluó la alimentación de cuyes con gallinaza (G) con la inclusión de un complejo enzimático (CE), sobre el comportamiento productivo, mérito económico y características organolépticas. Se usó un tratamiento como control positivo (que no contenía ni G ni CE), un tratamiento como control negativo (sin G, pero con CE), tres tratamientos con 6, 12 y 18 de gallinaza y con la inclusión del CE. No se encontró diferencias en las ganancias de peso, conversiones alimenticias y rendimiento de carcasa entre los tratamientos. El tratamiento con el mayor uso de gallinaza (18%) mostró mejor beneficio económico, recomendándose su uso en cuyes hasta este nivel (24).

Montalvan 2019, evaluó tres productos enzimáticos comerciales sobre el comportamiento productivo de cuyes. Usó un tratamiento control y lo comparó con los productos Nutrase, Avizyme y Natuzyme. Se usó 300 gramos de producto comercial por tonelada de alimento en el alimento concentrado de los cuyes, además del brócoli que se usó de forraje. No se

encontró diferencias significativas en las ganancias de peso vivo, consumo de materia seca, conversiones alimenticias, mortalidad y rendimiento de carcasa entre los tratamientos. El autor concluye que no es conveniente económicamente el uso de estos productos enzimáticos en cuyes (25).

Quispe 2019, evaluó dos niveles de un complejo enzimático (CE) en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y acabado. Evaluó un tratamiento testigo (T1) sin el CE, y dos tratamientos con 0.030% y 0.035% de CE para los tratamientos T2 y T3. Los resultados indican mejoras significativas en la ganancia de peso y eficiencia económica con el nivel de 0.035%. No se encontraron diferencias en el consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. El autor recomienda el uso del CE en niveles de 0.035% (26).

Bernaola 2018, evaluó el uso de un complejo enzimático (CE) sobre el comportamiento productivo de cuyes en la etapa de recría. Se usó un tratamiento testigo (T1) sin enzimas, y dos raciones integrales con 0.1 y 0.2% del CE. Las raciones contenían 2.8 Mcal de ED, 18% de PC y 8% de FC. El suministro del alimento y agua fue a discreción. No se encontró diferencias significativas en el consumo de alimentos, ganancias de peso, conversiones alimenticias y rendimiento de carcasa. Tampoco hubo diferencias en la eficiencia económica (27).

Guerra, J. y Aragón, E. 2015, evaluaron Endo-beta-glucanasa xilanasa en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y finalización. Se usaron cuyes machos de 330 gramos de pesos vivo, durante 56 días de evaluación con 7 días de adaptación. Se uso una ración mixta con el uso de Medicago sativa y Lolium perenne conjuntamente con alimento concentrado. Los niveles del complejo enzimático fueron de 0; 0.5kg, 1 kg y 1.5 kilos del producto por tonelada de alimento, formándose los tratamientos T1, T2, T3 y T4. El consumo de materia seca fue de 359.8, 361.8, 377.4 y 400.2 gramos por kilo de peso vivo, el consumo de proteína fue de 65.5, 62.1, 65.0, y 66.7 gramos por kilo de peso vivo, el consumo de FC fue de 79.9, 71.8, 79.4 y 87.5 gramos por kilo de peso vivo, habiendo

diferencia estadística ($p < 0.05$). No hubo diferencias significativas en la ganancia de peso vivo. Los tratamientos T2 y T3 mostraron conversiones alimenticias significativamente superiores. El tratamiento más rentable fue el T2, con 0.5 kg de CE por tonelada de alimento (28).

García 2014, usando raciones mixtas (maíz chala con concentrado) evaluó tres enzimas comerciales con el comportamiento reproductivo de cobayas. Se evaluó el efecto de las enzimas sobre el consumo de alimentos tanto en la gestación como en la lactación, la variación del peso vivo en la lactación, el peso y tamaño de camada y la eficiencia económica. Se usó un tratamiento control sin enzimas (T1), el uso de la combinación de una fitasa (quantum blue) y una xilanasa (Econase XT) que fue el tratamiento T2 y; la enzima Feedzyme (T3). El uso de este tratamiento permitió un mayor consumo de alimentos durante la gestación, no ocurriendo lo mismo durante la lactación. No hubo diferencias en la variación del peso vivo durante la lactancia. Tampoco hubo diferencias significativas en el tamaño de camada al nacimiento y al destete, ni en la mortalidad. Las ganancias de peso de las camadas durante la lactancia fueron significativamente superiores con el tratamiento T3. No hubo diferencia en la eficiencia económica (29).



CAPÍTULO III

3. Materiales y Métodos

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

a) Espacial

El desarrollo de la parte experimental del presente trabajo de investigación fue realizado en el Fundo “La Banda” de la Universidad Católica de Santa María, localidad de Huasacache, distrito de Jacobo D. Hunter, Provincia y Departamento de Arequipa. El fundo está situado a una altura de 2250 m.s.n.m. a una latitud sur de $16^{\circ} 25' 59''$, latitud oeste de $71^{\circ} 33' 23''$ del meridiano de Greenwich (30).

La temperatura promedio del fundo La Banda es de 15.8°C , con una variabilidad de 4.2°C a 25.6°C . La humedad relativa varía de 27% hasta 70%, presentando una precipitación promedio de 78 mm (30).

b) Temporal

El estudio experimental fue ejecutado entre los meses de mayo y junio del 2023

3.1.2. Animales experimentales

Para la ejecución del experimento se utilizaron 30 cuyes machos en crecimiento.

3.1.3. Insumos experimentales

Se utilizaron dos enzimas comerciales:

- ✓ Fitasa 10,000 FTU/gr, en una dosis de 100 gramos/TM.
- ✓ Xilanas 20,000 UX/gr, en una dosis de 80 gramos/TM

3.1.4. Materiales y equipos de campo

- ✓ Comederos
- ✓ Bebederos
- ✓ Desinfectante
- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Registros de anotaciones (anexo N° 1)
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Lanzallamas
- ✓ Bomba fumigadora

3.1.5. Instalaciones

Las instalaciones usadas fueron pozas de malla metálica (2.0x1.0x0.50m), a todas estas disponen de comederos y bebederos, permitiendo así la protección de los cuyes.

El galpón en sí poseía una buena iluminación y ventilación. Posee pasadizos entre las filas de pozas que facilitan el manejo, la distribución de alimento y la limpieza.

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

a) Universo

El universo estuvo compuesto por cuyes machos en crecimiento disponibles en la granja de la universidad.

b) Tamaño de muestra

30 cuyes machos en crecimiento.

c) Procedimiento de muestreo

Los cuyes machos fueron seleccionados buscando uniformidad y en conformación y en tipo, clínicamente sanos, siendo el peso promedio de 361 ± 70 gramos.

3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio

Las unidades experimentales lo constituyeron cada uno de los cuyes en estudio. Los 30 cuyes seleccionados fueron distribuidos en 3 grupos de 10

animales cada uno.

La identificación de los animales se realizó usando aretes, en los cuales se consignó un número.

3.2.3. Métodos de evaluación

a) Metodología de la experimentación

➤ Preparación de las raciones

La ración testigo (T1) se diseñó de acuerdo a los valores nutricionales disponibles para la especie y considerando que recibirían alfalfa verde, en un plan de alimentación 50% de alfalfa y 50% de balanceado. Una de las raciones experimentales llevó las enzimas on top (T2) y la otra fue diseñada considerando la matriz usada en cerdos (T3).

➤ Alimentación de los cuyes.

La cantidad de alimentos a proporcionar fue calculada en base al peso de los animales y se corrigió semanalmente considerando que los cuyes consumen materia seca en función al peso vivo. Este fue el parámetro para calcular la materia seca a proporcionar. Considerando que se iniciará el experimento con animales jóvenes se usó el 12% del peso vivo (1).

Cada mañana y antes de ofrecer nuevo alimento a los animales, se procedió a cuantificar el alimento sobrante del día anterior haciendo uso de una balanza digital. Igualmente, el alimento suministrado fue pesado y anotado en los registros respectivos.

Los cuyes fueron pesados semanalmente antes de proporcionarles su alimento respectivo y la información se registró en las fichas diseñadas para este experimento.

3.2.4 Recopilación de la información

a) En el campo

La información fue tomada en la granja con la evaluación de los cuyes. Asimismo, se consideró el precio actual de los alimentos usados, tanto forraje como insumos que conformaron el concentrado.

b) En la biblioteca

Se recopiló información de libros especializados y de las bases de datos científicas de la biblioteca de la Universidad Católica de Santa María.

c) En otros ambientes generadores de la información científica

Repositorio de tesis de la universidad Católica de Santa María.

3.3. Variables de respuesta

3.3.1. Variables independientes

- Raciones experimentales

3.3.2. Variables dependientes

- Consumo de alimentos
- Variación del peso vivo
- Ganancia de peso vivo
- Conversión alimenticia
- Mérito económico

3.4. Evaluación estadística

3.4.1. Diseño Experimental

a) Unidades experimentales

Las unidades experimentales a evaluar fueron los cuyes que fueron usados en el experimento.

b) Diseño de tratamientos

- ✓ T1 (Control): ración mixta con insumos tradicionales.
- ✓ T2: Ración mixta, usando una fitasa y una xilanasa on top.
- ✓ T3: Ración mixta, formulada usando las matrices de las enzimas para cerdos.

Tabla 1 Composición de los alimentos balanceados

Insumos	T1	T2	T3
Harina de maíz	52.27	52.27	41.76
Afrecho de trigo	20.62	20.62	36.14
Torta Soya 46.5% PC	13.90	13.90	12.56
Harina Integral de soya	10.05	10.05	7.21
Fosfato di cálcico	1.317	1.317	0.243
Sal común	0.502	0.502	0.501
DL-Metionina	0.452	0.452	0.436
Premezcla vit-mineral	0.361	0.361	0.361
L-Lisina	0.217	0.217	0.239
Carbonato de calcio	0.000	0.000	0.227
Cloruro de colina 60%	0.110	0.110	0.109
Secuestrante	0.104	0.104	0.104
Levadura de cerveza	0.100	0.100	0.100
Fitasa	0.000	0.010	0.010
Xilanasa	0.000	0.008	0.008
TOTAL	100.00	100.00	100.00

Tabla 2 Valor nutritivo de los alimentos balanceados

Nutriente	Unidad	T1	T2	T3
Almidón	%	46.424	46.424	44.169
Arginina	%	1.346	1.346	1.360
Calcio	%	0.493	0.493	0.418
Carbohidratos	%	62.860	62.860	62.941
Energía digestible	Mcal/kg	3.562	3.562	3.561
Fibra cruda	%	4.739	4.739	5.576
Fósforo	%	0.820	0.820	0.820
Grasa total	%	5.306	5.306	4.935
Lisina	%	1.189	1.189	1.189
Metionina + Cistina	%	1.150	1.150	1.150
Proteína total	%	19.802	19.802	19.802
Treonina	%	0.755	0.755	0.742
Triptófano	%	0.285	0.285	0.300

c) Distribución de los tratamientos

TRATAMIENTOS	Nº DE CUYES
T1	10
T2	10
T3	10
TOTAL	30

3.4.2. Análisis estadísticos

a) Análisis de varianza

Se usó un diseño completamente al azar, dada la uniformidad de las unidades experimentales.

La confección de la ANVA se construyó de acuerdo a la siguiente fórmula:

El modelo estadístico para este diseño es:

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

Dónde:

i= Número de tratamientos

j= Número de repeticiones

u = Efecto de la media general del experimento

T_i = Efecto de los tratamientos

E_{ij} = Efecto aleatorio del error experimental.

3.4.3. Análisis de significancia

Para determinar la diferencia entre los tratamientos se utilizó la prueba de significancia de Tukey ($p \leq 0.05$).



CAPÍTULO IV

4. Resultados y Discusión

4.1. Consumo de alimentos

4.1.1. Consumo diario de alfalfa fresca y alimento balanceado

En el cuadro 1 se puede observar el consumo promedio diario de alfalfa fresca y alimento balanceado por cuy para los diferentes tratamientos. Así mismo, se muestra el consumo promedio diario de materia seca para las tres raciones experimentales.

Cuadro N.º 1

Promedio de consumo diario de alfalfa fresca, alimento balanceado y materia seca por cuy con los tratamientos experimentales.

Tratamientos		Consumo de alimentos (gr/cuy/día)		
		Alfalfa fresca	Balanceado	Materia seca
T1	Testigo (Sin enzimas)	119.59	29.77	56.69
T2	Con fitasa y xilanasa on top	129.56	33.99	62.98
T3	con fitasa y xilanasa con matriz	131.85	34.58	64.08

Con el uso de enzimas (fitasa y xilanasa) se observa un incremento en el consumo de alimentos. Cuando las enzimas son agregadas on top (sin hacer modificaciones de la fórmula control) se incrementa el consumo de alfalfa en 8% y el del alimento balanceado en 14%. Cuando las enzimas son utilizadas con la matriz de cerdos, se aprecia un aumento aún mayor. El consumo de alfalfa es mayor en 10% y el del balanceado en un 16% en comparación al tratamiento testigo. Entre los dos tratamientos que usan enzimas (T2 y T3) los consumos son similares.

4.1.2. Consumo diario de materia seca

El consumo diario de materia seca, como era de esperarse, sigue el mismo comportamiento que los alimentos frescos. Con el tratamiento con enzimas on top, el consumo diario es mayor en 11% con relación a la ración control y con el tratamiento T3 (uso de enzimas con matriz) el consumo fue mayor en 13%.

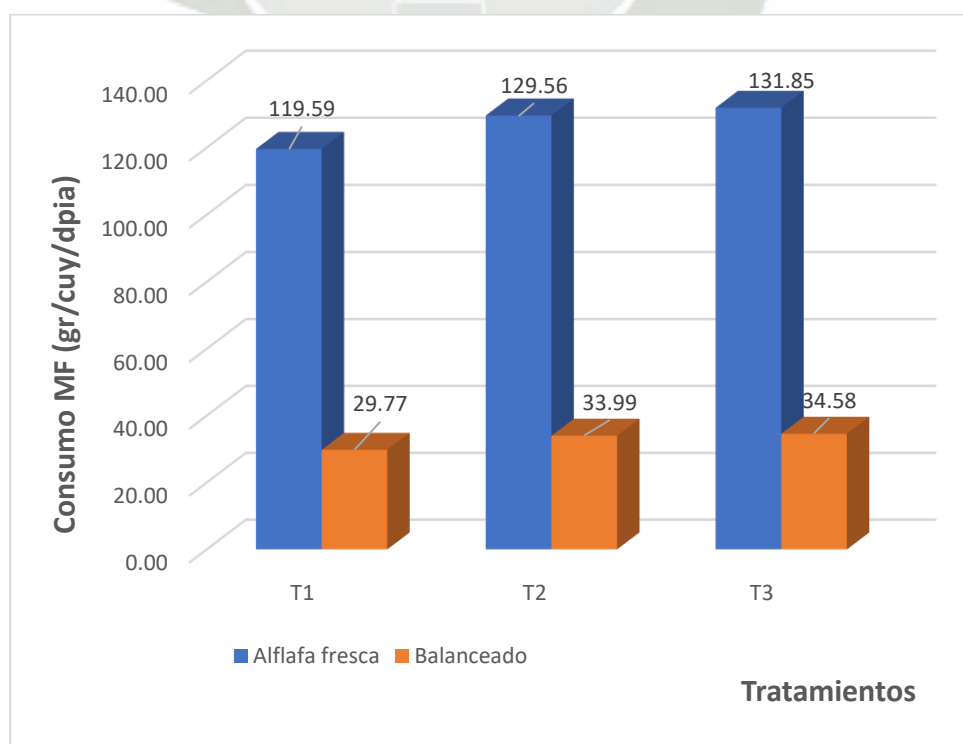
Estos resultados demuestran que las enzimas permiten una mayor digestibilidad de los nutrientes de los alimentos, lo cual permitiría un vaciado más rápido del tracto digestivo y, por lo tanto, un mayor consumo (31).

Imran et al 2016, consideran que, en general, que los animales no pueden digerir del 15 al 25% de los alimentos que consumen, ya sea porque el alimento contiene componentes no digestibles o los animales carecen de las enzimas específicas (15). Para el presente experimento, el mejor resultado de los tratamientos con enzimas obedecería a cumplir con las dos consideraciones planteadas por ellos.

En el gráfico 1 se puede apreciar el consumo diario promedio de alfalfa y alimento balanceado y en el gráfico 2 el de materia seca, con los tres tratamientos experimentales

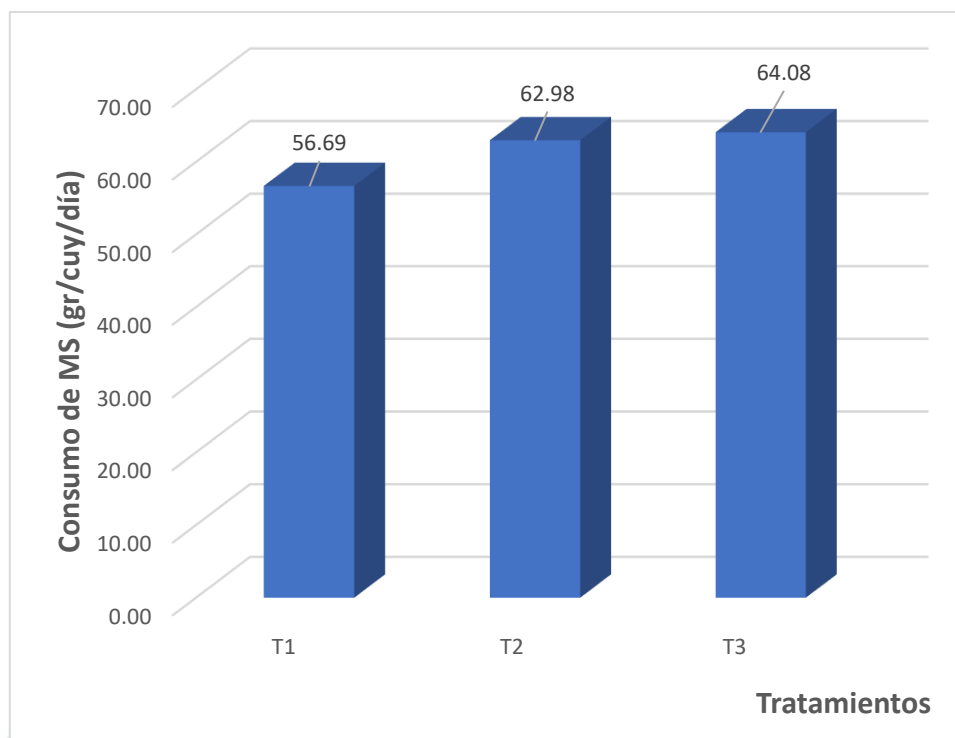
Gráfica N° 1

Promedio de consumo diario de alfalfa fresca y alimento balanceado por cuy con los tres tratamientos experimentales.



Gráfica N° 2

Promedio de consumo diario de materia seca por cuy con los tres tratamientos experimentales.



4.2. Pesos vivos

En el cuadro N° 4 se puede apreciar la variación de los pesos vivos de los cuyes alimentados con los cuatro tratamientos durante todo el periodo experimental.

Como se aprecia tanto en el gráfico como en el cuadro, el peso inicial fue muy similar para todas las raciones experimentales, no obstante, durante el transcurso del experimento, los tratamientos con enzimas tuvieron un mejor comportamiento que la ración testigo, distanciándose más en la medida que avanzaban las semanas.

En todos los casos se observa una regresión lineal positiva, entre la edad y el peso de los animales., no obstante, es notorio ver la mayor uniformidad del crecimiento de los cuyes con el tratamiento T3.

Cuadro N.º 2

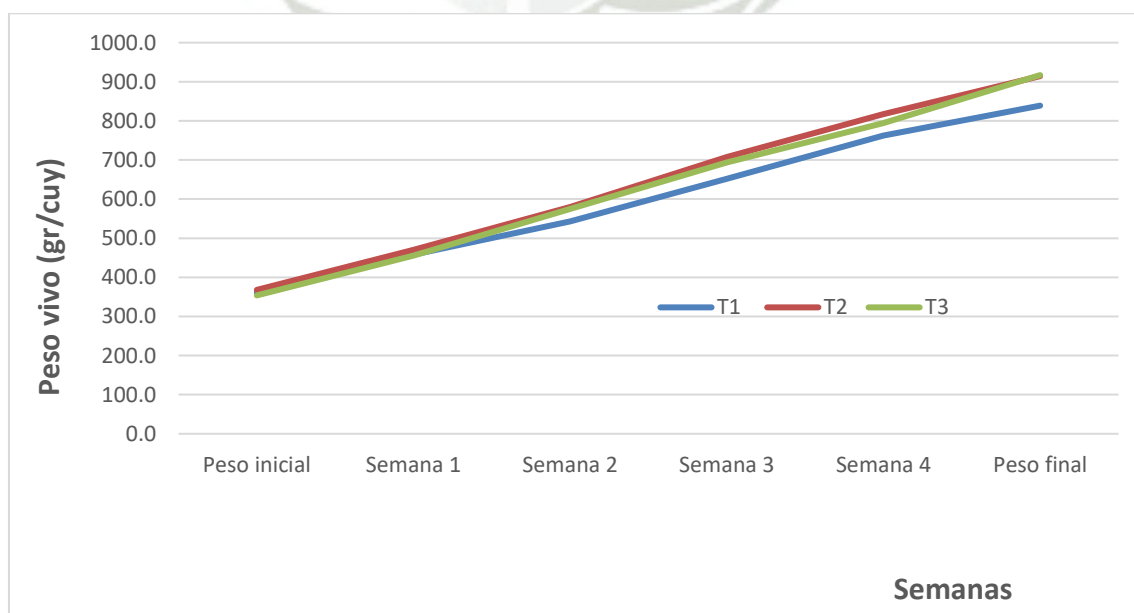
Variación promedio del peso vivo de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales

Tratamientos		Semana de experimentación					
		Peso inicial	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Peso final
T1	Testigo (Sin enzimas)	361.2	458.3	543.3	651.5	762.0	838.9
T2	Con fitasa y xilanasa on top	367.9	470.2	579.9	707.3	817.5	914.4
T3	con fitasa y xilanasa con matriz	353.8	455.6	574.6	693.4	794.6	917.0

En el gráfico N.º 3 se aprecia la tendencia de variación del peso vivo con los tres tratamientos experimentales.

Gráfica N.º 3

Variación promedio del peso vivo de los cuyes alimentados con las diferentes raciones experimentales



4.3. Ganancia de peso vivo

En el cuadro 3 se puede apreciar los promedios de ganancias totales y ganancias diarias de los cuyes alimentados con los tres tratamientos, durante 35 días de experimentación.

Cuadro N.º 3

Ganancias diarias de peso vivo de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales

Tratamientos		Tiempo del experimento	Ganancia de peso vivo (gr/cuy)	
			Total	Diaria
T1	Testigo (Sin enzimas)	35	477.7	13.65 ^a
T2	Con fitasa y xilanasa on top	35	546.5	15.61 ^b
T3	con fitasa y xilanasa con matriz	35	563.2	16.09 ^b

Letras diferentes denotan que las diferencias son significativas estadísticamente.

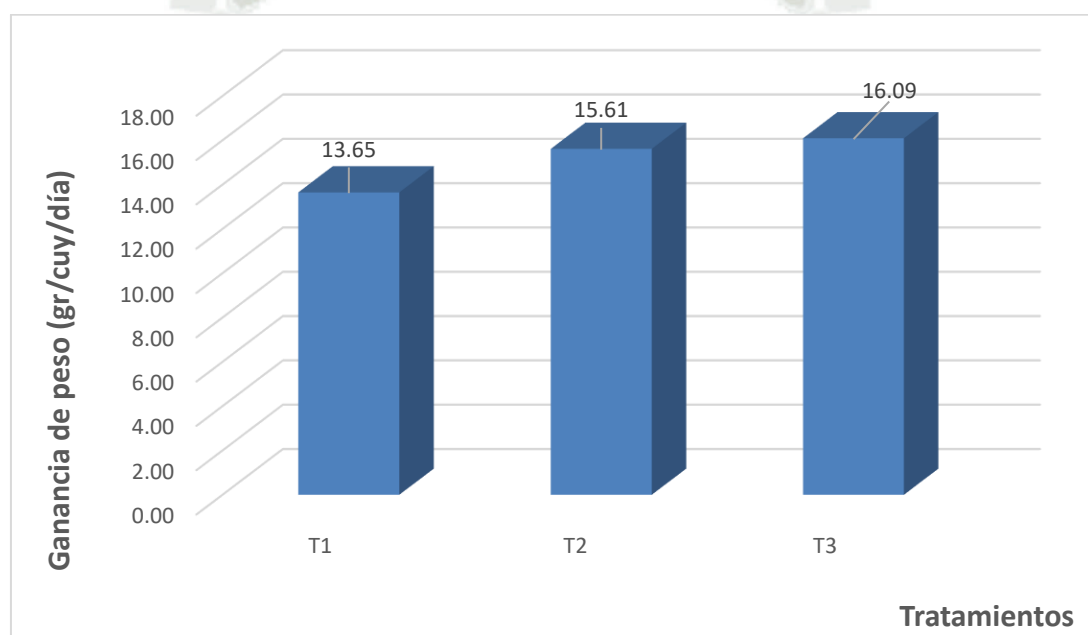
Las mejores ganancias se lograron con los cuyes del tratamiento T3, las cuales fueron superiores al 17% con relación al tratamiento testigo (16.09 vs 13.65 gramos). El tratamiento T2 permitió ganancias diarias superiores en 14% en comparación al tratamiento testigo (T1). Estadísticamente, las ganancias mostradas por los cuyes alimentados con los tratamientos T2 y T3 no mostraron diferencias significativas al análisis estadístico, pero si fueron significativamente superiores al de los cuyes alimentados con la ración control.

El tratamiento T3, contenía bajos niveles de fosfato de calcio (un 20%) de lo usado en el tratamiento T1 (control), así como menores niveles de maíz y mayores de afrecho, ofertando, en su conjunto, un menor nivel de energía en comparación a la ración testigo. Sin embargo, la ganancia de peso de los animales fue superior, de modo que el uso de la fitasa y la xilanasa cubrió las deficiencias de tales nutrientes, gracias a una mayor liberación (17).

En la gráfica 4 se puede apreciar las diferencias en las ganancias diarias de peso de los cuyes alimentados con los tres tratamientos experimentales.

Gráfica N° 4

Ganancias diarias promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales



Por otro lado, la ración T2, con el uso de las enzimas, logró la misma liberación de nutrientes que la ración T3, no obstante, dicha ración ya estuvo balanceada (sin considerar las enzimas) de modo que es posible que haya ocurrido un exceso de fósforo, energía y otros nutrientes provocando un ligero desbalance de la dieta, lo cual, a su vez, provocó un menor rendimiento con relación a la ración T3.

Quiles 2009 y Dersjant-Li 2015, afirman que la efectividad de las fitasas depende de muchos factores, como el tipo y cantidad de la enzima usada, el proceso digestivo fisiológico y a la composición de los ingredientes usados (19,20). Según los resultados obtenidos, la fitasa usada ha cumplido con un excelente papel dado los resultados de ganancia de peso, a pesar de usar raciones con bajos niveles de fosfato y de energía.

Arce 2022, evaluó tres enzimas (fitasa, xilanasa y amilasa) en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento y engorde. El autor concluye que no hubo efecto en el desempeño productivo del cuy (23). Estos resultados no coinciden con los encontrados en el presente trabajo de investigación. Es posible que las enzimas no fueron específicas para los sustratos usados.

Quispe 2019, evaluó dos niveles de un complejo enzimático en el crecimiento y engorde de cuyes. En autor encontró mejoras significativas en los pesos finales y en las ganancias de peso con el nivel más alto del complejo enzimático. Sin embargo, para los parámetros consumo de alimentos, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa no se encontró diferencias significativas (26). Estos resultados concuerdan con lo encontrado en el presente trabajo, pues se encontraron diferencias significativas en la ganancia, mas no la conversión alimenticia ni en el mérito económico. Cabe aclarar que la tendencia de estos parámetros fue mejor con el uso de las enzimas.

Beranola 2018, no encontró mejoras con el uso de una suplementación con un complejo enzimático incluido en las raciones de cuyes machos en crecimiento (27). Estos resultados no concuerdan con los encontrados en el presente ensayo.

4.4. Conversión alimenticia

En el cuadro N° 4 se puede apreciar las conversiones alimenticias promedio de los cuyes alimentados con los tres tratamientos.

Como se aprecia en el cuadro, hay una disminución en los valores de las conversiones alimenticias el uso de enzimas. Cuando las enzimas fueron agradas on top (T2), la conversión alimenticia promedio bajo en 3%, mientras que cuando fue agregada usando una matriz y, por lo tanto, corrigiendo la formula, la conversión alimenticia bajo en 5%. No obstante, al análisis estadístico estas diferencias no fueron significativas.

Cuadro N.º 4

Índices de conversión promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales

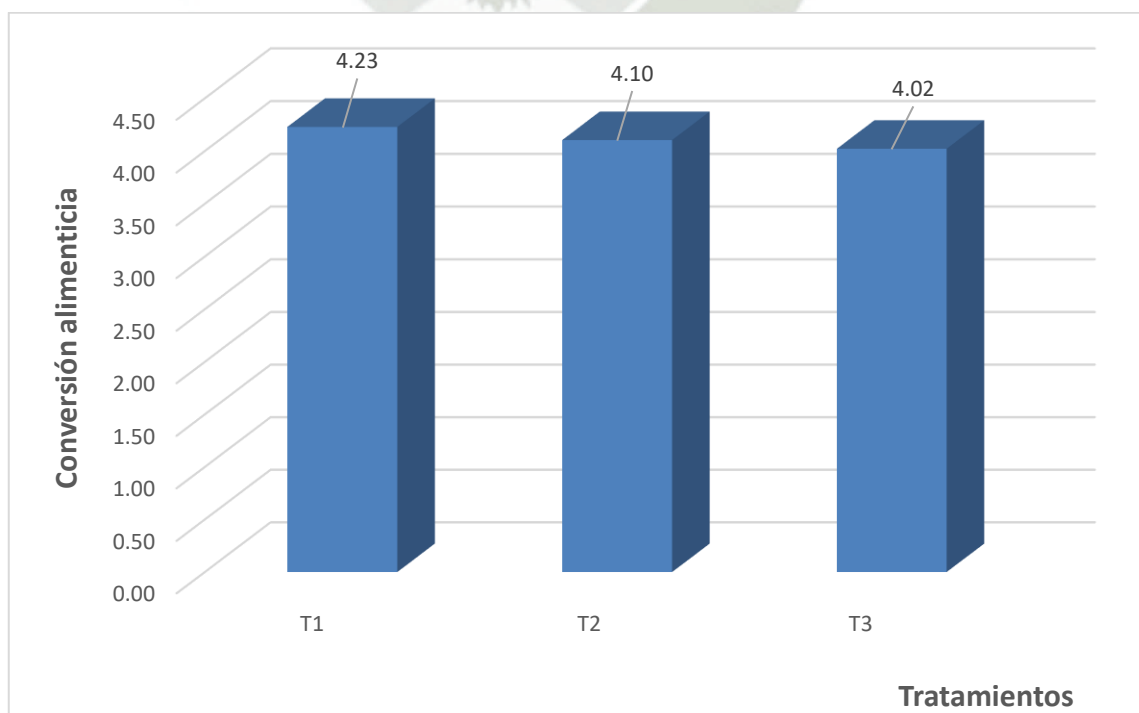
Tratamientos		Consumo diario de materia seca (gr)	Ganancia diaria de peso vivo (gr)	Conversión Alimenticia
T1	Testigo (Sin enzimas)	56.69	13.65	4.23 ^a
T2	Con fitasa y xilanasa on top	62.98	15.61	4.10 ^a
T3	con fitasa y xilanasa con matriz	64.08	16.09	4.02 ^a

Letras iguales denotan que las diferencias no son significativas estadísticamente.

En el gráfico N.º 5 se puede apreciar las diferentes conversiones alimenticias logradas por los cuyes alimentados con los cuatro tratamientos experimentales.

Gráfica N.º 5

Índices de conversión promedio de los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales



Romero 2019, evaluó el efecto de inclusión de varios niveles de una fitasa bacteriana (desde 500 FTU hasta 1000 FTU) en raciones cuyes machos en crecimiento sin encontrar efectos sobre el consumo de alimentos, conversión alimenticia ni ganancia de peso (18). Estos resultados no concuerdan con lo encontrado en el presente experimento, donde el uso de la combinación de fitasa y xilanas mejoró todos los parámetros productivos.

Hurtado 2014, evaluó niveles de fósforo y calcio asimilado en cuyes alimentados con raciones sin y con fitasa. Tampoco encontró efectos significativos con el uso de la enzima sobre los índices zootécnicos ni en el contenido de fósforo en las heces (21). Los resultados de este ensayo son diferentes a los encontrados por Hurtado.

Igual resultado se obtuvo con el ensayo realizado por Guañuna 2018, que evaluó varios niveles de fitasa en la ración de cuyes en crecimiento y finalización, pues no encontró diferencia en digestibilidad de los nutrientes, tampoco en las ganancias de peso ni en la conversión alimenticia (22).

4.5. Mérito económico

En el cuadro N° 5 se puede apreciar los costos de alimentación estandarizados a un kilo de ganancia de peso vivo para los cuyes alimentados con los tres tratamientos experimentales.

El menor costo promedio de alimentación correspondió a los cuyes alimentados con el tratamiento T3 (4.37 soles) con más de 9% de menor costo estandarizado, seguido del tratamiento T2 (con 4.79 soles) con menos del 1% de menor costo comparados al tratamiento testigo (4.82 soles). No obstante, al análisis estadístico estas diferencias no fueron significativas.

Romero 2019, concuerda con lo establecido en la ración T3, que la usar las enzimas de pudo reducir los niveles de fósforo inorgánico; asimismo, permitió mejorar la digestibilidad de diferentes nutrientes, aumentando el rendimiento de los cuyes y la eficiencia alimenticia. Advierte Romero que como ventaja adicional se logra una disminución del daño ambiental por la menor eliminación de fósforo a través de las excretas (18).

Arce 2002, evaluó tres enzimas (fitasa, xilanasas y amilasa) en forma individual y en forma conjunta sobre el comportamiento de cuyes en crecimiento y engorde. Uno de los resultados indica ventajas económicas con el uso de la fitasa (23). Este resultado en particular coincide con lo encontrado en el presente trabajo, pues las enzimas disminuyeron los costos de alimentación.

Cuadro N.º 5

Costo promedio de alimentación por kilo de ganancia para los cuyes alimentados con las tres raciones experimentales

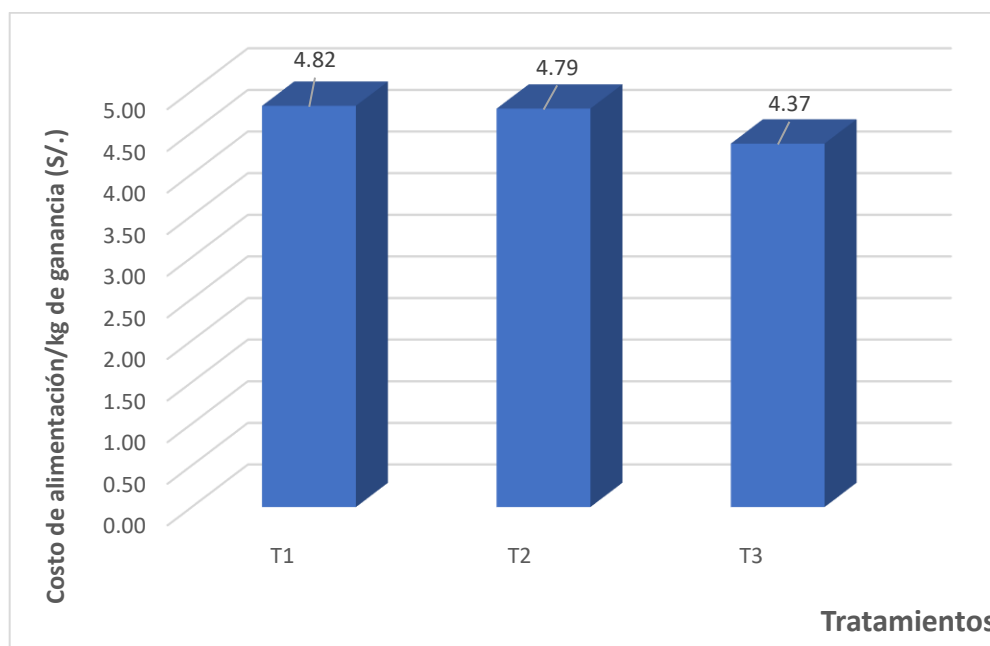
Tratamientos		Consumo total (kg/cuy/periodo)		Costo total (S/.)	Ganancia total de peso vivo (kg/cuy)	Costo de alimentación (S/./kg de ganancia)
		Alfalfa	Balanceado			
T1	Testigo (Sin enzimas)	4.19	1.04	2.47	0.478	4.82 ^a
T2	Con fitasa y xilanasas on top	4.53	1.19	2.80	0.547	4.79 ^a
T3	con fitasa y xilanasas con matriz	4.61	1.21	2.67	0.563	4.37 ^a

Letras iguales denotan que las diferencias no son significativas estadísticamente.

En el gráfico N° 6 se puede apreciar los costos de alimentación promedio por kilo de ganancia calculados para los cuyes alimentados con los cuatro tratamientos experimentales.

Gráfica N° 6

Costos de alimentación promedio por kilos de ganancia de los cuyes alimentados con las raciones experimentales



Montalvan 2019, evaluó diferentes productos enzimáticos en el comportamiento productivo de cuyes, incluyendo el mérito económico. Los resultados mostraron que no hubo mejoras en los parámetros productivos de los cuyes, e incluso la tendencia económica resultó en contra del uso de las enzimas (25). Estos resultados no contrarios a los encontrados en la presente investigación.

Quispe 2019, evaluó dos niveles de un complejo enzimático en la etapa de crecimiento y acabado de cuyes. Encontrado mejoras económicas con el nivel más alto de complejo enzimático (26). Estos resultados coinciden con lo encontrado en la presente investigación.

Guerra 2015, incluyeron endoglucanasas y xilanasas en raciones de cuyes en crecimiento y finalización. El autor no encontró mejoras en el consumo de materia seca y nutrientes ni en las ganancias de peso. Indicando una mayor rentabilidad sin el uso de las enzimas (28). Este resultado difiere al encontrado en el presente ensayo, donde el uso de las enzimas disminuye los costos de alimentación.



CAPÍTULO V

5. Conclusiones

En base a los resultados encontrados en la presente investigación y bajo las condiciones que se llevó el experimento, se llega a las siguientes conclusiones:

- **PRIMERA:** El consumo diario promedio de alfalfa fue de 119.59, 129.56 y 131.85 gramos por cuy; el de los balanceados fue de 29.77, 33.99 y 34.58 gramos y el de materia seca fue de 56.69, 62.98 y 64.08 gramos por cuy para los tratamientos testigo sin enzimas (T1), con inclusión de fitasa y xilanasa on top (T2) y con inclusión de fitasa y xilanasa con matriz (T3), respectivamente. El uso de enzimas incrementa el consumo de alimentos y en mayor grado cuando se les usa con matriz para el correspondiente balanceo de la ración.
- **SEGUNDA:** Iniciando el ensayo experimental con un peso vivo promedio de 361.2, 367.7 y 353.8 gramos por cuy se alcanzó, a los 35 días, un peso final promedio de 838.9, 914.4 y 917.0 gramos por cuy para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. El uso de las enzimas, especialmente cuando se usan con la matriz correspondiente, determina mayores y más homogéneos crecimientos de los cuyes en comparación a una ración testigo (sin enzimas).
- **TERCERA:** Las ganancias diarias promedios fueron de 13.64, 15.61 y 16.09 gramos por cuy para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Se observan mejoras significativas en la velocidad de crecimiento (de 14 a 17%) al usar raciones con la inclusión de enzimas xilanasa y fitasa, en comparación a la ración testigo. El tratamiento T3, ración menos concentrada pero balanceada con las enzimas, logró las más altas ganancias de peso vivo en los cuyes evaluados.
- **CUARTA:** Los índices de conversión calculados fueron de 4.23, 4.10 y 4.02 para los tratamientos T1, T2 y T3, respectivamente. Se aprecian disminuciones no significativas en las conversiones alimenticias (de un 3 a 5%) usando raciones mixtas con la inclusión de enzimas fitasas y xilanasas en comparación de lo obtenido con la ración testigo.

- **QUINTA:** El mérito económico, medido como el costo total de alimentación para lograr una ganancia de 1 kilo de peso vivo, fue de 4.82, 4.79 y 4.37 soles para los tratamientos T1, T2, T3, respectivamente. El uso de raciones mixtas, con la inclusión de las enzimas fitasa y xilanasas matizadas, reducen los costos de alimentación (hasta 9.4%), aunque no en una forma significativa, al compararlas con la ración testigo.





CAPÍTULO VI

6. Recomendaciones

En concordancia con los resultados y las conclusiones obtenidas, se recomienda:

1. Durante la etapa de crecimiento de los cuyes usar en el alimento balanceado fitasas y xilanasas, con la matriz diseñada para cerdos, de modo que se puedan abaratar los costos de alimentación.
2. De mantener las fórmulas de las raciones se puede usar las enzimas on top, pues mejora los parámetros productivos y no se ve afectado el costo de producción.
3. Realizar más estudios con las diferentes enzimas existentes en el mercado tanto para animales en crecimiento como para cuyes reproductores.





CAPÍTULO VII

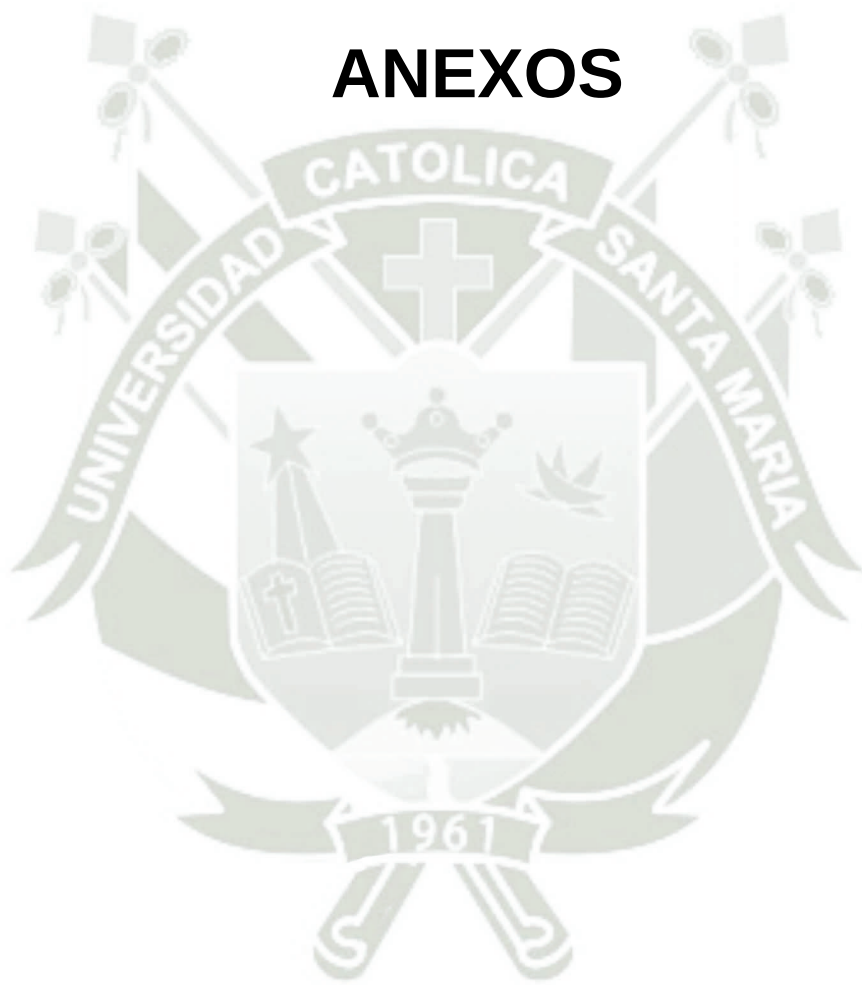
7. Referencias Bibliográficas

1. Obando A. Producción ecológica de cuyes. 2a ed. Universidad Católica de Santa María Fondo Editorial, editor. Arequipa; 2018.
2. Moreno A. Producción de cuyes. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 1989.
3. Arroyo O. Avance de la Investigación sobre Cuyes en el Perú. La Molina, Perú; 1986.
4. Zúñiga D. Manejo de cuyes. Dirección Universitaria de Investigación. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Editorial ALPHA; 1995.
5. Aliaga RL. Crianza de Cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú; 1996.
6. Chauca L, Higaonna R, Muscari J. Manejo de cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima, Perú: Dirección de Extensión Agraria; 2007.
7. Chauca L. Producción de Cuyes Cavia Porcellus. Vol. 138. FAO; 1997.
8. Chauca F, Vergara V. Producción de cuyes- Lactancia. 2010;63–71.
9. Gómez C. Fundamento de Nutrición y Alimentación en Crianza de Cuyes. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA); 1990.
10. Álvarez J. Evaluación de dos niveles de energía y tres de proteína en el crecimiento de cuyes destetados, con raciones en base a alfalfa, maíz, afrecho, soya y harina de pescado. [Arequipa, Perú]: Universidad Católica de Santa María; 2000.
11. Arispe ET. Efecto de uso de cinco niveles de aceite acidulado de pescado. [Arequipa, Perú]: Universidad Católica de Santa María; 1999.
12. Pampa A. Uso de tres tipos de harina proteicas de subproductos avícolas en el comportamiento productivo de cuyes en crecimiento. [Arequipa, Perú]: Universidad Católica de Santa María; 2008.
13. Rojas M. Uso estratégico de enzimas en la alimentación animal. In DSM; 2014.
14. Brufau J. Uso de enzimas en la alimentación. Un proceso de innovación. [Internet]. 2016 [citado el 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: <http://www.nutricionanimal.info>
15. Imran M, Nazar M, Saif M, Khan M, Sanaullah D, Vardan M, et al. Role of enzymes in animal nutrition: A review. PSM Veterinary Reserach. 2016;1(2):38–45.
16. Ravindran V. Aditivos en la alimentación animal: presente y futuro. In XXVI Curso especializado FEDNA. 2010.
17. Neira A. Aspectos fundamentales de las fitasas. Investigación y Ciencia de la universidad Autónoma de Aguascalientes. 2013;21:58–63.
18. Romero D. Efecto de la inclusión de fitasa bacteriana en la alimentación de cuyes machos mejorados sobre los parámetros productivos. Universidad Nacional Antonio Abad del Cusco; 2019.
19. Quiles A. Papeles de las fitasas en la alimentación porcina. 2009.

20. Dersjant-Li Y, Awati A, Schulze H, Partridge G. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *J Sci Food Agric.* el 30 de marzo de 2015;95(5):878–96.
21. Hurtado B. Inclusión de fitasa en la ración comercial de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fase de crecimiento. [Tingo María]: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2014.
22. Guañuna M. Evaluación del efecto de tres dosis de fitasas incorporadas en la dieta de cuyes sobre el desempeño productivo en la fase de crecimiento y finalización. [Quito, Ecuador]: Universidad Central del Ecuador; 2018.
23. Arce S. Evaluación de tres enzimas (6-fitasa, endoxilanas y xilanas- α amilasa), sobre el comportamiento productivo en la etapa de crecimiento y engorde del cuy (*Cavia porcellus*) en la Granja Piedra Blanca - Tacna. [Tacna, Perú]: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann; 2022.
24. Sopla-Lápiz H, Zamora J, Bernal W. Uso de gallinaza y un complejo enzimático en los parámetros productivos y evaluación económica de cuyes raza Perú (*Cavia porcellus* L.). *Revista de investigación Agropecuaria Science and Biotechnology.* 2022;2(3):42–50.
25. Montalvan KG. Evaluación de los productos enzimáticos Nutrase, Natuzyme y Avizyme en el crecimiento – engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). [Piura, Perú]: Universidad Nacional de Piura; 2019.
26. Quispe E. Efecto de dos niveles de complejos enzimáticos en la alimentación de cuyes machos mejorados en etapas de crecimiento y acabado. [Cusco, Perú]: Universidad Nacional San Antonio Abad; 2019.
27. Bernaola C. Suplementación con un complejo enzimático en dietas balanceadas de crecimiento en cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). [Lima, Perú]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2018.
28. Guerra J, Aragón E. Evaluación del uso de dietas con tres niveles de enzimas digestivas en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y finalización. [Quito, Ecuador]: Universidad Central del Ecuador; 2015.
29. García Ch. Evaluación de tres enzimas comerciales sobre el comportamiento productivo de cobayas reproductoras (*Cavia porcellus*) en la Irrigación Majes, Provincia de Caylloma, departamento de Arequipa. . [Arequipa, Perú]: Universidad Católica de Santa María; 2014.
30. Senamhi. Municipalidad de Hunter . 2022.
31. Bondi A. *Nutrición Animal.* 1a ed. Editorial Acribia; 1989. 546 p.



ANEXOS



ANEXO N.º 2

Registro de peso vivo de los cuyes

Identificación	Peso Inicial	Pesos semanales				Peso Final
		1	2	3	4	

ANEXO N.º 3

Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T1

DÍA	Nº de cuyes	% PESO VIVO	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
			Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc
			Alimento/grupo de cuyes					
1	10	14.0%	1000	227	0	70	1000	157
2	10	14	1000	227	0	55	1000	172
3	10	13.5	959	266	0	28	959	238
4	10	13.3	938	261	0	24	938	237
5	10	13.2	930	259	0	6	930	253
6	10	13.4	945	263	0	33	945	230
7	10	13.2	930	259	0	11	930	248
8	10	10.9	974	271	0	26	974	245
9	10	10.8	965	268	0	15	965	253
10	10	11	983	272	0	5	983	267
11	10	12	1072	298	0	31	1072	267
12	10	11.6	1037	288	0	15	1037	273
13	10	11.7	1046	291	0	15	1046	276
14	10	11.7	1046	291	0	13	1046	278
15	10	10.3	1094	304	0	15	1094	289
16	10	11	1169	324	0	36	1169	288
17	10	10.7	1136	315	0	31	1136	284
18	10	10.7	1136	315	0	2	1136	313
19	10	11.7	1242	345	0	31	1242	314
20	10	12.4	1274	354	0	7	1274	347
21	10	12.4	1317	365	0	46	1317	319
22	10	10	1290	358	0	6	1290	352
23	10	10.3	1330	369	0	5	1330	364
24	10	10.8	1384	387	0	2	1384	385
25	10	11.8	1523	423	0	69	1523	354
26	10	11.3	1459	405	0	68	1459	337
27	10	11.2	1446	402	0	53	1446	349
28	10	10.8	1394	387	0	69	1394	318
29	10	9	1383	384	0	48	1383	336
30	10	9	1383	384	0	39	1383	345
31	10	9	1383	384	0	29	1383	355
32	10	9.4	1445	401	0	63	1445	338
33	10	9	1383	384	0	21	1383	363
34	10	9.4	1445	401	0	58	1445	343
35	10	9.2	1414	393	0	62	1414	331

ANEXO N.º 4

Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T2

DÍA	Nº de cuyes	% PESO VIVO	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
			Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc
			Alimento/grupo de cuyes					
1	10	14.0%	1000	277	0	50	1000	227
2	10	14	1000	277	0	69	1000	208
3	10	13.6	980	273	1	24	979	249
4	10	13.3	959	266	2	15	957	251
5	10	13.3	959	266	3	9	956	257
6	10	13.4	965	268	4	23	961	245
7	10	13.3	959	266	5	8	954	258
8	10	10.8	1001	278	6	14	995	264
9	10	10.8	1001	278	7	2	994	276
10	10	10.8	1001	278	8	0	993	278
11	10	11.8	1092	303	9	0	1083	303
12	10	12.4	1149	319	10	11	1139	308
13	10	13	1204	335	11	12	1193	323
14	10	13.2	1223	340	12	12	1211	328
15	10	10.8	1232	343	13	16	1219	327
16	10	11.8	1347	374	14	53	1333	321
17	10	11.4	1301	362	15	27	1286	335
18	10	11.4	1301	362	16	2	1285	360
19	10	12.4	1415	394	17	14	1398	380
20	10	12.9	1473	409	18	26	1455	383
21	10	13.3	1516	421	19	60	1497	361
22	10	10	1395	387	20	7	1375	380
23	10	10.3	1436	399	21	11	1415	388
24	10	10.7	1492	414	22	0	1470	414
25	10	11.9	1660	461	23	38	1637	423
26	10	11.4	1590	442	24	27	1566	415
27	10	11.5	1603	445	25	48	1578	397
28	10	11.1	1548	430	26	29	1522	401
29	10	9.5	1531	425	27	10	1504	415
30	10	10	1611	448	28	35	1583	413
31	10	10	1611	448	29	36	1582	412
32	10	10	1611	448	30	61	1581	387
33	10	9.8	1580	439	31	32	1549	407
34	10	9.8	1580	439	32	38	1548	401
35	10	9.8	1580	439	33	37	1547	402

ANEXO N.º 5

Control del suministro y consumo de alimentos por el grupo de cuyes alimentados con la ración T3

DÍA	Nº de cuyes	% PESO VIVO	Alimento suministrado		Alimento sobrante		Alimento consumido	
			Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc	Alfalfa	Balanc
			Alimento/grupo de cuyes					
1	10	14	1006	338	0	31	1006	307
2	10	14	1000	277	0	70	1000	207
3	10	13.5	975	271	1	36	974	235
4	10	13.3	954	265	2	21	952	244
5	10	13.2	947	263	3	10	944	253
6	10	13.2	947	263	4	23	943	240
7	10	13.1	940	261	5	11	935	250
8	10	10.9	974	271	6	19	968	252
9	10	10.6	974	271	7	10	967	261
10	10	10.8	993	275	8	0	985	275
11	10	11.9	1093	304	9	4	1084	300
12	10	12.5	1148	319	10	7	1138	312
13	10	12.9	1185	329	11	10	1174	319
14	10	13.2	1213	337	12	23	1201	314
15	10	10.6	1200	333	13	11	1187	322
16	10	12	1357	377	14	56	1343	321
17	10	11.6	1312	364	15	36	1297	328
18	10	11.6	1312	364	16	3	1296	361
19	10	12.6	1425	395	17	39	1408	356
20	10	12.8	1447	402	18	34	1429	368
21	10	13	1469	408	19	75	1450	333
22	10	10	1401	389	0	6	1401	383
23	10	10.4	1457	405	0	36	1457	369
24	10	10.4	1457	405	0	7	1457	398
25	10	11.4	1597	444	0	48	1597	396
26	10	11	1541	428	0	14	1541	414
27	10	11.2	1569	436	0	26	1569	410
28	10	11.2	1569	436	0	19	1569	417
29	10	9.7	1530	425	0	6	1530	419
30	10	10.1	1593	442	0	6	1593	436
31	10	10.3	1625	451	0	0	1625	451
32	10	10.8	1703	473	0	15	1703	458
33	10	11.2	1766	491	0	10	1766	481
34	10	11.6	1830	508	0	40	1830	468
35	10	11.6	1830	508	0	64	1830	444

ANEXO N.º 6

Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T1

DÍA	Consumo de alimentos (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	100	15.7	25.0	14.1	39.1
2	100	17.2	25.0	15.5	40.5
3	95.9	23.8	24.0	21.4	45.4
4	93.8	23.7	23.5	21.3	44.8
5	93	25.3	23.3	22.8	46.0
6	94.5	23.0	23.6	20.7	44.3
7	93	24.8	23.3	22.3	45.6
8	97.4	24.5	24.4	22.1	46.4
9	96.5	25.3	24.1	22.8	46.9
10	98.3	26.7	24.6	24.0	48.6
11	107.2	26.7	26.8	24.0	50.8
12	103.7	27.3	25.9	24.6	50.5
13	104.6	27.6	26.2	24.8	51.0
14	104.6	27.8	26.2	25.0	51.2
15	109.4	28.9	27.4	26.0	53.4
16	116.9	28.8	29.2	25.9	55.1
17	113.6	28.4	28.4	25.6	54.0
18	113.6	31.3	28.4	28.2	56.6
19	124.2	31.4	31.1	28.3	59.3
20	127.4	34.7	31.9	31.2	63.1
21	131.7	31.9	32.9	28.7	61.6
22	129	35.2	32.3	31.7	63.9
23	133	36.4	33.3	32.8	66.0
24	138.4	38.5	34.6	34.7	69.3
25	152.3	35.4	38.1	31.9	69.9
26	145.9	33.7	36.5	30.3	66.8
27	144.6	34.9	36.2	31.4	67.6
28	139.4	31.8	34.9	28.6	63.5
29	138.3	33.6	34.6	30.2	64.8
30	138.3	34.5	34.6	31.1	65.6
31	138.3	35.5	34.6	32.0	66.5
32	144.5	33.8	36.1	30.4	66.5
33	138.3	36.3	34.6	32.7	67.2
34	144.5	34.3	36.1	30.9	67.0
35	141.4	33.1	35.4	29.8	65.1
Total	4185.5	1041.8	1046.4	937.6	1984.0
Promedio	119.6	29.8	29.9	26.8	56.7

ANEXO N.º 7

Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T2

DÍA	Consumo de alimentos (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	100	22.7	25.0	20.4	45.4
2	100	20.8	25.0	18.7	43.7
3	97.9	24.9	24.5	22.4	46.9
4	95.7	25.1	23.9	22.6	46.5
5	95.6	25.7	23.9	23.1	47.0
6	96.1	24.5	24.0	22.1	46.1
7	95.4	25.8	23.9	23.2	47.1
8	99.5	26.4	24.9	23.8	48.6
9	99.4	27.6	24.9	24.8	49.7
10	99.3	27.8	24.8	25.0	49.8
11	108.3	30.3	27.1	27.3	54.3
12	113.9	30.8	28.5	27.7	56.2
13	119.3	32.3	29.8	29.1	58.9
14	121.1	32.8	30.3	29.5	59.8
15	121.9	32.7	30.5	29.4	59.9
16	133.3	32.1	33.3	28.9	62.2
17	128.6	33.5	32.2	30.2	62.3
18	128.5	36.0	32.1	32.4	64.5
19	139.8	38.0	35.0	34.2	69.2
20	145.5	38.3	36.4	34.5	70.8
21	149.7	36.1	37.4	32.5	69.9
22	137.5	38.0	34.4	34.2	68.6
23	141.5	38.8	35.4	34.9	70.3
24	147	41.4	36.8	37.3	74.0
25	163.7	42.3	40.9	38.1	79.0
26	156.6	41.5	39.2	37.4	76.5
27	157.8	39.7	39.5	35.7	75.2
28	152.2	40.1	38.1	36.1	74.1
29	150.4	41.5	37.6	37.4	75.0
30	158.3	41.3	39.6	37.2	76.7
31	158.2	41.2	39.6	37.1	76.6
32	158.1	38.7	39.5	34.8	74.4
33	154.9	40.7	38.7	36.6	75.4
34	154.8	40.1	38.7	36.1	74.8
35	154.7	40.2	38.7	36.2	74.9
Total	4534.5	1189.7	1133.6	1070.7	2204.4
Promedio	129.6	34.0	32.4	30.6	62.98

ANEXO N.º 8

Cálculo promedio del consumo diario de alfalfa, alimento balanceado y materia seca de cada cuy alimentado con la ración T3

DÍA	Consumo de alimentos (Base fresca)		Consumo de materia seca		
	Alfalfa	Balanceado	Alfalfa	Balanceado	Total
	Consumo promedio (gramos/cuy/día)				
1	100.6	30.7	25.2	27.6	52.8
2	100	20.7	25.0	18.6	43.6
3	97.4	23.5	24.4	21.2	45.5
4	95.2	24.4	23.8	22.0	45.8
5	94.4	25.3	23.6	22.8	46.4
6	94.3	24.0	23.6	21.6	45.2
7	93.5	25.0	23.4	22.5	45.9
8	96.8	25.2	24.2	22.7	46.9
9	96.7	26.1	24.2	23.5	47.7
10	98.5	27.5	24.6	24.8	49.4
11	108.4	30.0	27.1	27.0	54.1
12	113.8	31.2	28.5	28.1	56.5
13	117.4	31.9	29.4	28.7	58.1
14	120.1	31.4	30.0	28.3	58.3
15	118.7	32.2	29.7	29.0	58.7
16	134.3	32.1	33.6	28.9	62.5
17	129.7	32.8	32.4	29.5	61.9
18	129.6	36.1	32.4	32.5	64.9
19	140.8	35.6	35.2	32.0	67.2
20	142.9	36.8	35.7	33.1	68.8
21	145	33.3	36.3	30.0	66.2
22	140.1	38.3	35.0	34.5	69.5
23	145.7	36.9	36.4	33.2	69.6
24	145.7	39.8	36.4	35.8	72.2
25	159.7	39.6	39.9	35.6	75.6
26	154.1	41.4	38.5	37.3	75.8
27	156.9	41.0	39.2	36.9	76.1
28	156.9	41.7	39.2	37.5	76.8
29	153	41.9	38.3	37.7	76.0
30	159.3	43.6	39.8	39.2	79.1
31	162.5	45.1	40.6	40.6	81.2
32	170.3	45.8	42.6	41.2	83.8
33	176.6	48.1	44.2	43.3	87.4
34	183	46.8	45.8	42.1	87.9
35	183	44.4	45.8	40.0	85.7
Total	4614.9	1210.2	1153.7	1089.2	2242.9
Promedio	131.9	34.6	33.0	31.1	64.08

ANEXO N.º 9

Control de peso de los cuyes alimentados con la ración T1 durante el periodo experimental

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	5ta semana
1	399	500	581	730	862	908
2	402	480	549	594	675	750
3	300	382	460	582	664	756
4	289	363	445	532	632	708
5	306	411	487	608	701	787
6	450	517	576	700	829	891
7	294	405	506	610	757	840
8	410	540	640	741	861	960
9	376	464	560	674	771	873
10	386	521	629	744	868	916
Promedio	361.2	458.3	543.3	651.5	762.0	838.9

ANEXO N.º 10

Control de peso de los cuyes alimentados con la ración T2 durante el periodo experimental

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	5ta semana
1	410	471	610	717	832	915
2	389	491	588	725	836	954
3	319	411	522	654	769	837
4	302	366	465	579	677	797
5	462	585	714	834	936	1006
6	294	417	488	604	712	811
7	286	376	494	646	806	922
8	480	613	730	841	901	977
9	407	524	679	848	970	1139
10	330	448	509	625	736	786
Promedio	367.9	470.2	579.9	707.3	817.5	914.4

ANEXO N.º 11

Control de peso de los cuyes alimentados con la ración T3 durante el periodo experimental

Identificación	Peso inicial	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	5ta semana
1	373	473	591	737	843	982
2	323	463	596	713	828	1001
3	287	360	470	581	699	847
4	308	445	560	686	788	934
5	527	612	757	874	947	1082
6	246	331	448	564	638	753
7	310	415	530	657	773	876
8	467	559	659	770	872	967
9	363	440	555	652	755	855
10	334	458	580	700	803	873
Promedio	353.8	455.6	574.6	693.4	794.6	917.0

ANEXO N.º 12

Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T1

Cuy	Ganancia de peso (gr/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (Soles/kg de ganancia)
	Total	Diaria			Alfalfa	Balanceado	
1	509	14.54	56.69	3.90	4185.5	1041.8	4.44
2	348	9.94	56.69	5.70	4185.5	1041.8	6.50
3	456	13.03	56.69	4.35	4185.5	1041.8	4.96
4	419	11.97	56.69	4.74	4185.5	1041.8	5.40
5	481	13.74	56.69	4.12	4185.5	1041.8	4.70
6	441	12.60	56.69	4.50	4185.5	1041.8	5.13
7	546	15.60	56.69	3.63	4185.5	1041.8	4.14
8	550	15.71	56.69	3.61	4185.5	1041.8	4.11
9	497	14.20	56.69	3.99	4185.5	1041.8	4.55
10	530	15.14	56.69	3.74	4185.5	1041.8	4.27
Promedio	477.7	13.65	56.69	4.23	4185.50	1041.80	4.82

ANEXO N.º 13

Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T2

Cuy	Ganancia de peso (gr/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (Soles/kg de ganancia)
	Total	Diaria			Alfalfa	Balanceado	
1	505	14.43	62.98	4.37	4534.5	1189.7	5.09
2	565	16.14	62.98	3.90	4534.5	1189.7	4.55
3	518	14.80	62.98	4.26	4534.5	1189.7	4.96
4	495	14.14	62.98	4.45	4534.5	1189.7	5.19
5	544	15.54	62.98	4.05	4534.5	1189.7	4.73
6	517	14.77	62.98	4.26	4534.5	1189.7	4.97
7	636	18.17	62.98	3.47	4534.5	1189.7	4.04
8	497	14.20	62.98	4.44	4534.5	1189.7	5.17
9	732	20.91	62.98	3.01	4534.5	1189.7	3.51
10	456	13.03	62.98	4.83	4534.5	1189.7	5.64
Promedio	546.5	15.61	62.98	4.10	4534.50	1189.70	4.79

ANEXO N.º 14

Mérito económico medido por el costo de alimentación para un kilo de ganancia de peso vivo con los cuyes alimentados con la ración T3

Cuy	Ganancia de peso (gr/cuy)		Consumo de MS (gr/cuy/día)	Conversión Alimenticia	Consumo total de alimentos		Costo (Soles/kg de ganancia)
	Total	Diaria			Alfalfa	Balanceado	
1	609	17.40	64.08	3.68	4614.9	1210.2	4.00
2	678	19.37	64.08	3.31	4614.9	1210.2	3.59
3	560	16.00	64.08	4.01	4614.9	1210.2	4.35
4	626	17.89	64.08	3.58	4614.9	1210.2	3.89
5	555	15.86	64.08	4.04	4614.9	1210.2	4.39
6	507	14.49	64.08	4.42	4614.9	1210.2	4.80
7	566	16.17	64.08	3.96	4614.9	1210.2	4.30
8	500	14.29	64.08	4.49	4614.9	1210.2	4.87
9	492	14.06	64.08	4.56	4614.9	1210.2	4.95
10	539	15.40	64.08	4.16	4614.9	1210.2	4.52
Promedio	563.2	16.09	64.08	4.02	4614.90	1210.20	4.37

ANEXO N.º 15

Composición de los alimentos balanceados de los tres tratamientos y su correspondiente costo

Insumos	Costo (S././kg)	T1	T2	T3
		%	%	%
Harina de maíz	1.43	52.27	52.27	41.76
Afrecho de trigo	0.91	20.62	20.60	36.13
Torta Soya 46.5% PC	2.27	13.90	13.90	12.56
Harina Integral de soya	2.5	10.05	10.05	7.21
Fosfato dicalcico	3.6	1.317	1.317	0.243
Sal común	0.4	0.502	0.502	0.501
DL-Metionina	11.7	0.452	0.452	0.436
Premezcla vit-mineral	20	0.361	0.361	0.361
L-Lisina	6.5	0.217	0.217	0.239
Carbonato de calcio	0.3	0.000	0.000	0.227
Cloruro de colina 60%	3.5	0.110	0.110	0.109
Myco-Ad A-Z	16	0.104	0.104	0.104
Procreatin	58	0.100	0.100	0.100
Fitasa	52	0.000	0.010	0.010
Xilanasa	73	0.000	0.008	0.008
Total Concentrado		100.0	100.0	100.0
Costo/kg de balanceado		1.769	1.780	1.631

ANEXO N.º 16

ANOVA y análisis de significancia de el parámetro ganancia diaria de peso vivo

ANOVA					
Ganancia diaria de peso vivo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	34.213	2	17.107	4.296	0.024
Dentro de grupos	107.502	27	3.982		
Total	141.716	29			

Ganancia promedio de peso vivo

Tukey B ^a			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Tratamiento T1	10	13.6470	
Tratamiento T2	10		15.6730
Tratamiento T3	10		16.0930
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

ANEXO N.º 17

ANOVA y análisis de significancia del parámetro índice de conversión

ANOVA					
Conversión Alimenticia	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.217	2	0.109	0.380	0.687
Dentro de grupos	7.703	27	0.285		
Total	7.920	29			

Conversión Alimenticia

Tukey B ^a			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Tratamiento T1	10	4.0210	
Tratamiento T2	10	4.1040	
Tratamiento T3	10	4.2280	
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

ANEXO N.º 18

ANOVA y análisis de significancia del parámetro eficiencia económica

ANOVA					
Mérito económico	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.276	2	0.638	1.725	0.197
Dentro de grupos	9.990	27	0.370		
Total	11.267	29			

Mérito económico

Tukey B ^a			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Tratamiento T1	10	4.3660	
Tratamiento T2	10	4.7850	
Tratamiento T3	10	4.8200	
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.			
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10,000.			

ANEXO N.º 19 Relación de fotos

1. Pesada de las enzimas







2. Preparación de las raciones experimentales









3. Identificación y tratamiento inicial de los cuyes







4. Ubicación y crianza de los cuyes experimentales







5. Control de peso de los cuyes experimentales











6. Control del suministro de alimentos







