

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



“EFECTO DE DOS NIVELES DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES MACHOS MEJORADOS EN ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ACABADO”

Tesis presentada por la Bachiller en Ciencias Agrarias: ERIKA VALDEZ QUISPE, para optar al Título Profesional de INGENIERA ZOOTECNISTA.

ASESORES:

Ing. Zoot. Mgt. DARWIN URQUIZO DIAZ

Ing. Zoot. DANTE ASTETE CANAL

Ing. Zoot. M. Sc. JESÚS CAMERO DE LA CUBA

K'AYRA - CUSCO

2019

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a toda mi familia, en especial para mis padres DANIEL Y FILOMENA, por su paciencia, su comprensión, todo su apoyo y todo su amor; ellos me han enseñado a construir sueños e ideales y a luchar por ellos, a pesar de las dificultades en el camino; a no rendirme ante las adversidades; me han enseñado principios, perseverancia, y empeño; todo ello, siempre acompañado de una dosis de amor y comunicación, sin pedirme nada a cambio.

Tengo que agradecerles, además, el sacrificio de papá en el trabajo, las noches sin dormir, los días sin comer en la fría carretera; las amarguras y todo su infinito amor. A mamá por su dedicado cuidado, por su paciencia y su constancia en mis estudios, por su esfuerzo, y de nuevo también por su infinito amor.

Para mi hermana Yeni, quién no solo fue ejemplo de superación, sino un instrumento clave en mi formación; agradezco todos sus consejos, sus enseñanzas y ayuda durante toda mi vida, por creer siempre en mí, y estar en los mejores y peores momentos, por cada experiencia compartida.

Para mi hermana Lisseth, por su cariño y apoyo incondicional su colaboración con la elaboración de este estudio, por todos los momentos que me ofreció su carisma y comprensión.

Para mi hermana Karen que, aunque es la menor, me ayudó durante toda la etapa experimental, por toda su alegría, y su compañía; a mi hermano Michael, quién siempre obedece sin quejarse, a mi sobrinito Daniel que siempre nos apoya con chispa de alegría y para mi angelito del cielo a quién van dedicados todos mis logros; por quien, además puedo levantarme de las caídas, gracias a quien también puedo continuar con todas mis metas trazadas y espero se sienta feliz y orgulloso de mi.

A todos ellos, Muchas gracias, de todo corazón.

AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A DIOS, porque me dio los obsequios más grandes que uno pueda tener: mi familia, la vida misma, y que en los peores momentos estuvo para levantarme. Por permitirme llegar hasta este momento tan importante y lograr otra meta más en mi carrera.

GRACIAS A MIS PADRES DANIEL Y FILOMENA, por su cariño, comprensión y apoyo sin condiciones, ni medida. Gracias por guiarme por el camino de la educación.

GRACIAS A MIS HERMANAS LISSETH, YENI Y KAREN, por sus recomendaciones, sugerencias, opiniones y su ayuda desinteresada.

GRACIAS A MIS ASESORES; ing. Zoot. Mgt. DARWIN URQUIZO DÍAZ e Ing. Zoot. DANTE ASTETE CANAL, por su apoyo en todo el proceso de la elaboración de esta tesis, por su paciencia, constancia, consejos y su valioso tiempo.

GRACIAS A MI COASESOR ing. Zoot. M. Sc. JESÚS CAMERO DE LA CUBA por toda su ayuda totalmente desinteresada, por sus enseñanzas, su comprensión y su paciencia; así mismo, porque fue la persona que más me ayudó con este proyecto, desde el inicio hasta el final, con un mayor asesoramiento, en cada etapa de la tesis. Mi eterno agradecimiento y aprecio a él.

GRACIAS A CADA UNO DE MIS MAESTROS, que participaron en mi desarrollo profesional durante mi carrera; sin su ayuda y conocimientos no estaría donde me encuentro ahora.

GRACIAS A TODOS MIS AMIGOS, que estuvieron conmigo y compartimos tantas aventuras, experiencias, buenas y malas; pero, sobre todo gracias a cada uno de ellos, por sus consejos y apoyo incondicional.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| CAPITULO I | 4 |
| 1.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION | 4 |
| 1.2.- Identificación del problema objeto de investigación | 4 |
| 1.3.- Planteamiento del problema | 4 |
| CAPITULO II | 6 |
| 2.- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN | 6 |
| 2.1.- Objetivos | 6 |
| 2.1.1.- Objetivo general | 6 |
| 2.1.2.- Objetivos específicos | 6 |
| 2.2.- Justificación..... | 7 |
| CAPITULO III | 8 |
| 3.- HIPOTESIS | 8 |
| 3.1.- Hipótesis general | 8 |
| 3.2.- Hipótesis específicas | 8 |
| CAPITULO IV | 9 |
| 4.- MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 4.1.- Fisiología y anatomía digestiva del cuy | 9 |
| 4.1.1.- Nutrición y alimentación del cuy | 10 |
| 4.1.2.- Requerimientos nutricionales..... | 11 |
| 4.2.- Aditivos..... | 11 |
| 4.2.1.- Aditivos enzimáticos | 12 |
| 4.2.2.- Enzimas | 14 |
| 4.2.2.1.- Generalidades..... | 14 |
| 4.2.2.2.- Clasificación de las enzimas..... | 16 |
| 4.2.2.3.- Importancia de la suplementación de enzimas..... | 17 |
| 4.2.2.4.- Funciones de las enzimas en la dieta animal | 18 |
| 4.2.2.5.- Tipos de enzimas incluidos en la dieta animal de los cuyes | 19 |
| 4.3.- Bases conceptuales | 23 |
| 4.3.1.- Enzimas exógenas en la alimentación animal..... | 23 |
| 4.3.2.- Factores anti nutricionales | 24 |
| 4.3.2.1 Polisacáridos no amiláceos (PNA)..... | 24 |
| 4.4.- Antecedente de la investigación | 25 |
| CAPITULO V | 27 |
| 5.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION..... | 27 |
| 5.1.- Ubicación | 27 |

| | |
|---|----|
| 5.1.1.- Ubicación política | 27 |
| 5.1.2.- Ubicación geográfica | 27 |
| 5.2.- Materiales y Método de investigación..... | 28 |
| 5.2.1.- Método de investigación | 28 |
| 5.2.2.- Galpón y las pozas | 28 |
| 5.2.3.- Materiales para los controles de pesos | 29 |
| 5.2.4.- Materiales de estudio..... | 30 |
| Animales experimentales | 30 |
| 5.2.5.- Equipos auxiliares | 31 |
| 5.2.6.- Materiales auxiliares | 31 |
| 5.3.- Tratamientos | 32 |
| 5.4.- Preparación del alimento balanceado experimental..... | 32 |
| 5.5.- Metodología | 34 |
| 5.5.1.- Alimentación de los animales | 34 |
| 5.5.2.- Suministro de agua..... | 34 |
| 5.5.3.- Sanidad..... | 35 |
| 5.6.- Variables en estudio | 35 |
| 5.6.1.- Variable independiente | 35 |
| 5.6.2.- Variable dependiente | 35 |
| 5.7.- Evaluaciones..... | 36 |
| 5.7.1.- Peso vivo..... | 36 |
| 5.7.2.- Método de beneficio..... | 36 |
| 5.7.3.- Ganancia de peso | 37 |
| 5.7.4.- Consumo de alimento en materia seca..... | 37 |
| 5.7.5.- Conversión alimenticia..... | 37 |
| 5.7.6.- Rendimiento de la carcasa | 37 |
| 5.7.7.- Mérito económico..... | 38 |
| 5.8.- Diseño experimental | 38 |
| CAPITULO VI..... | 39 |
| 6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| 6.1.- Parámetros productivos | 39 |
| 6.1.1.- Peso vivo y ganancia de peso | 39 |
| 6.1.2.- Consumo de materia seca | 41 |
| 6.1.3.- Conversión Alimenticia | 44 |
| 6.1.4.- Evaluación del rendimiento de carcasa | 45 |
| 6.2.- Merito económico..... | 46 |
| VII. CONCLUSIONES | 49 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 50 |
| IX. BIBLIOGRAFIA..... | 51 |

| | |
|-----------------|----|
| X. ANEXOS | 57 |
|-----------------|----|

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Requerimientos nutricionales del cuy..... | 11 |
| Tabla 2 .Tipo de enzimas alimenticias, sustrato y materia prima | 14 |
| Tabla 3.- Dietas experimentales..... | 32 |
| Tabla 4. Análisis físico químico de la Alfalfa (base fresca)..... | 33 |
| Tabla 5. Dieta experimental para las etapas de crecimiento y acabado | 33 |
| Tabla 6. Contenido nutricional de las dietas de estudio. | 34 |
| Tabla 7.- Pesos por etapas de crianza y por tratamiento (g/cuy). | 39 |
| Tabla 8. Ganancia de Peso total por tratamientos (g/cuy). | 40 |
| Tabla 9. Consumo de alimento por etapas de crianza y tratamiento (g/cuy) | 42 |
| Tabla 10. Conversión alimenticia por etapas de crianza | 44 |
| Tabla 11. Rendimiento de Carcasa por tratamientos | 46 |
| Tabla 12. Costo de alimentación promedio por cuy, según tratamiento | 47 |
| Tabla 13. Valor inicial, valor final y mérito económico promedio por cuy durante todo el experimento. | 48 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Acción de las enzimas | 15 |
| Figura 2. Enzima Sustrato..... | 16 |
| Figura 3. Enzimas endógenas y exógenas | 17 |
| Figura 4: Mapa del distrito de San Jerónimo..... | 27 |
| Figura 5. Instalaciones de crianza; pozas de cuyes..... | 29 |
| Figura 6. Pozas de cuyes..... | 29 |
| Figura 7. Balanza digital y recipiente de plástico para el control de peso. ... | 30 |
| Figura 8. Control de peso semanal de cuyes machos (gr/cuy) | 41 |
| Figura 9. Consumo semanas de materia seca por tratamiento (kg/MS/ cuy)43 | |
| Figura 10. conversión alimenticia..... | 45 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1.- Control de peso semanal por tratamientos y repeticiones (g). | 57 |
| Anexo 2.- Ganancias de peso semanal por tratamientos y repeticiones (g). ... | 60 |
| Anexo 3.- Consumo de materia seca semanal por tratamientos y repeticiones (g). | 63 |
| Anexo 4.- Conversiones alimenticias semanal y por tratamientos. | 64 |
| Anexo 5.- Rendimiento de carcasa por tratamiento. | 65 |
| Anexo 6.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo inicial. | 66 |
| Anexo 7.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de la etapa de crecimiento..... | 66 |
| Anexo 8.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de la etapa de acabado | 67 |
| Anexo 9.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso de la etapa de crecimiento..... | 67 |
| Anexo 10.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso de la etapa de acabado. | 68 |
| Anexo 11.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso total. | 68 |
| Anexo 12.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca de la etapa de crecimiento..... | 69 |
| Anexo 13. Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca de la etapa de acabado. | 69 |
| Anexo 14.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca total..... | 69 |
| Anexo 15.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia para la etapa de crecimiento..... | 70 |
| Anexo 16.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia para la etapa de acabado..... | 70 |
| Anexo 17.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia total. | 70 |
| Anexo 18.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de rendimiento de carcasa..... | 71 |
| Anexo 19.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso de carcasa | 71 |

| | |
|--|----|
| Anexo 20.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para porcentaje de carcasa | 72 |
| Anexo 21.- Análisis físico químico de la Alfalfa | 73 |
| Anexo 22.- Acondicionamiento del galpón. | 74 |
| Anexo 23.- Distribución de las pozas de crianza..... | 74 |
| Anexo 24.- Control de semanal de peso. | 75 |
| Anexo 25.- Alimentación de los cuyes y pesaje del alimento. | 75 |
| Anexo 26.- Beneficio de cuyes. | 76 |
| Anexo 27.- Pesaje de carcasa..... | 76 |
| Anexo 28.- Oreado de carcasa..... | 77 |

RESUMEN

El presente trabajo titulado “EFECTO DE DOS NIVELES DE COMPLEJOS ENZIMÁTICOS EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES MACHO MEJORADOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO Y ACABADO”, fue realizado en la granja “Santa Mónica”, ubicado en el distrito de San Jerónimo, provincia y Región del Cusco; el cual, tuvo por objetivo evaluar el efecto de dos niveles de complejo enzimático sobre los parámetros productivos en las etapas de crecimiento y acabado, con una duración experimental de 56 días; para lo cual se utilizaron 45 cuyes machos con un peso promedio de 300 g a 400 g y una edad promedio de 3 a 4 semanas; divididos en tres tratamientos: Testigo /T1/ alimento balanceado sin complejo enzimático; /T2/ alimento balanceado con complejo enzimático al 0,030 % y /T3/ alimento balanceado con complejo enzimático al 0,035 %. De acuerdo a los resultados reportados se encontraron diferencias estadísticas significativas en el peso final (1 053,40 g) y ganancia de peso (722,07 g); éstos valores indican que el nivel de complejo enzimático del T3 mejora los pesos finales; así como, la ganancia de peso en cuyes machos mejorados. Para los parámetros productivos de consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa, no se encontraron diferencias estadísticas significativas. El mejor mérito económico lo alcanzaron los cuyes del T3, con 53,9 %. En conclusión, a mayor inclusión de nivel de complejo enzimático se alcanza mejores pesos y ganancias de pesos en cuyes.

Palabras Clave: Cuyes, parámetros productivos, aditivos, complejo enzimático,

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el consumo per cápita de cuy se ha ido incrementado, ya que existe una mayor demanda del sector gastronómico debido a sus grandes características organolépticas, y al sabor de su carne (Capecuy, 2016). En el Perú se encuentra la mayor población de cuyes, existe una población de 12 695 030 de cuyes, según el Censo Nacional Agropecuario VI Cenagro (INEI, 2012); sin embargo, según la Cámara Peruana del Cuy (Capecuy, 2016) se estiman que actualmente se crían 18 millones de cuyes aproximadamente en el Perú y para la Región Cusco reportan una población de 1 715 374 cuyes.

Así mismo, la creciente necesidad de tener alternativas para la alimentación humana, desde el punto de vista nutricional, ha dado origen a la investigación de nuevas técnicas y fuentes alimentarias que sean capaces de suplir estas necesidades; de esta forma, la crianza y comercialización del cuy se ha convertido en una de las más importantes opciones de alimentación en la región andina de nuestro país.

Debido a la creciente demanda de la carne de cuy, los productores buscan crear y optimizar técnicas de crianza y manejo (Narváez, 2014). Es por ello, que también surge la necesidad de contar con novedosas alternativas de alimentación para los cuyes desde el punto de vista nutricional; dando así, origen a la investigación de nuevas técnicas y fuentes alimentarias que sean capaces de suplir estas necesidades ya que la alimentación es uno de los factores de mayor importancia en el proceso productivo, porque representa más del 60 % de los costos totales de producción en la crianza de cuyes; también, determina en mayor medida la eficiencia de la productividad en la crianza de cuyes; así como el tiempo de producción, proporcionando un producto con mejores características de calidad de carne (Narváez, 2014).

La disponibilidad de alimentos pastos y forrajes, es un factor esencial para alcanzar rendimientos productivos y reproductivos adecuados, por las características del animal herbívoro, mientras que el alimento balanceado aporta la cantidad de nutrientes necesarios para completar con el requerimiento nutricional y obtener mejores resultados productivos (Aliaga, 2009).

En tal sentido en los últimos años, y con la mejora genética actual, se viene incluyendo el uso de aditivos nutricionales; como es el caso de los complejos enzimáticos; según, algunas investigaciones estos aumentan la actividad de absorción de los nutrientes, debido principalmente a que disminuye la pérdida por difusión del producto intermediario y sustrato de la enzima vecina, optimizando la degradabilidad de los nutrientes (Danisco, 2012). Por ello, el empleo de este complejo enzimático (Natuzyne), representa una mejora en el valor nutricional de los alimentos, lo que permite incrementar las posibilidades sobre el uso de las materias primas, ofreciendo una mayor flexibilidad a los alimentos, mejora la uniformidad del alimento, ayuda a mantener la salud intestinal (Canchingnia, 2012); por tanto, reduce el costo de la formulación y mejora los índices de producción, esto permite obtener productos para el mercado a corto plazo y de buena calidad.

CAPITULO I

1.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

1.2.- Identificación del problema objeto de investigación

Uno de los principales problemas en las crianzas de animales domésticos es la carencia de nuevas técnicas de producción, especialmente técnicas de alimentación que contribuyan a optimizar la producción de cuyes en menores periodos de tiempo; ya que los sistemas actuales de alimentación no generan las respuestas productivas en determinados periodos de tiempo, no llegando a satisfacer las necesidades y requerimientos nutritivos de los cuyes, generando un bajo aprovechamiento de las fuentes alimenticias, acrecentado así los costos de producción, y convirtiendo la crianza cuyes en una actividad poco rentable.

Debido al incremento de la demanda de cuy en los últimos años y los avances en la mejora genética, las cuales brindan animales precoces, hace necesario adoptar estrategias en la alimentación en los cuyes, empleando alternativas que permitan una producción eficiente y de calidad a corto plazo, en este contexto la inclusión de aditivos en la dieta de estos, mejoraría la absorción de los nutrientes, siendo estos mismos, aprovechados de manera eficiente.

1.3.- Planteamiento del problema

Los complejos enzimáticos, surgen como una alternativa al uso de aditivos alimenticios animales, que contribuyan a realizar una mejor degradación de los nutrientes de la dieta de los cuyes y por ende existe una mayor absorción a nivel intestinal, mejorando la respuesta productiva en sistemas de crianza intensivos.

Actualmente se utilizan los complejos enzimáticos en la alimentación animal para reducir los costos de los alimentos, mejorando también la uniformidad de los mismos, ayudando a mantener la salud intestinal y reduciendo las excreciones de algunos gases al medio ambiente; por esto, se plantea investigar el efecto de la inclusión de dos niveles de complejos enzimáticos (0,030 % y 0,035 %) en la alimentación de cuyes machos mejorados en las etapas de crecimiento y acabado; por lo que se plantea:

Pregunta General

- ¿Cuál es el efecto de la inclusión de dos niveles de complejos enzimáticos en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y acabado, sobre los parámetros de producción?

Pregunta específica

- ¿Cuál es la influencia de dos niveles de complejos enzimáticos (0,030 % y 0,035 %) sobre el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa en cuyes machos mejorados?
- ¿Cuál es el mérito económico sobre los parámetros productivos bajo la inclusión de dos niveles de complejos enzimáticos (0,030 % y 0,035 %) en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y acabado?

CAPITULO II

2.- OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1.- Objetivos

2.1.1.- Objetivo general

- Determinar el efecto de la inclusión de dos niveles de complejo enzimático (en niveles de 0,030 % y 0,035 %) en la alimentación de cuyes machos mejorados en las etapas de crecimiento y acabado, sobre los parámetros productivos.

2.1.2.- Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de dos niveles de complejo enzimático, sobre el consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.
2. Determinar el mérito económico.

2.2.- Justificación

El cuy es un animal fermentador postgástrico, gracias a esta característica biológica en el ciego, los compuestos no digeridos son sometidos a un proceso de fermentación por parte de los microorganismos que se encuentran colonizando esta región. Estos microorganismos pueden degradar los compuestos indigeribles, ya que poseen las enzimas capaces de desdoblar estos componentes y así poder ser utilizados (Liranzo, 2000). Sin embargo, existen muchos compuestos que no son digeridos, o demoran más en este proceso; por lo que, es necesario añadir a la dieta de los cuyes aditivos que contribuyan con la absorción y aprovechamiento de los mismos, como es el caso de los complejos enzimáticos. Se sabe además que el uso de enzimas es muy difundido en aves y cerdos, en menor desarrollo en rumiantes y existe escasa información en conejos (Blas, García, Gómez, & Cabaraño, 2002); no obstante, en sistemas de alimentación en cuyes, no se cuenta con mucha información sobre el uso de estos aditivos, generando un desconocimiento para su utilización en sistemas de la alimentación intensivos.

La inclusión de enzimas en la dieta de animales sobre todo en monogástricos tiene como objetivo mejorar el aprovechamiento del valor nutritivo del alimento, puesto que mejora la eficiencia de absorción, incrementando la cantidad de enzimas secretadas de manera natural por el mismo animal, se ha comprobado que la mayor asimilación de nutrientes en el intestino delgado debido a la adición de enzimas, puede cambiar la composición del sustrato que llega al intestino grueso afectando el perfil de la microbiota que crece en este segmento (Bedford, 2003).

Por lo antes expuesto, la generación de esta información brindará a los productores, una alternativa de alimentación que les reduzca sus costos de producción, y acorte el tiempo de la misma y puedan generar mayor ganancia con una mejor rentabilidad.

CAPITULO III

3.- HIPOTESIS

3.1.- Hipótesis general

La inclusión de dos niveles de complejos enzimáticos (0,030 % y 0,035 %) en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y acabado mejoran los índices de producción.

3.2.- Hipótesis específicas

- La influencia de los complejos enzimáticos mejora los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa) en cuyes machos mejorados.
- Incrementa el mérito económico al incluir los niveles de complejos enzimáticos en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y acabado, sobre los índices de producción

CAPITULO IV

4.- MARCO TEÓRICO

4.1.- Fisiología y anatomía digestiva del cuy

Los cuyes desde su domesticación han sido sometidos a una selección natural y han mantenido una mayor variabilidad genética, habiendo sufrido una serie de cambios y mutaciones, lo cual a su vez le ha permitido sobrevivir y perpetuarse como especie productiva (Chauca & Muscari, 2001). El cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión, una enzimática a nivel del estómago y otra en el ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición del alimento; así mismo realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína. El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador post-gástrico debido a los microorganismos que posee a nivel del ciego, este constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Gómez & Vergara, 1993).

La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo (Aliaga, 2009)

El cuy es un roedor herbívoro y monogástrico que presenta un solo estómago y un ciego funcional, lo cual permite tener dos tipos de digestión: una enzimática, a nivel del estómago, y otra digestión microbiana, a nivel de ciego (Brucil Pupiales, 2019). Por consiguiente, es clasificado, por su anatomía gastrointestinal, como un animal de fermentación postgástrica, debido a los microorganismos que posee a nivel de ciego (Vergara, 2008). En el estómago se segrega el ácido clorhídrico, cuya función es disolver el alimento y convertirlo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico destruye las bacterias que son ingeridas y cumple una función protectora del organismo. Algunas proteínas y carbohidratos son degradados; sin embargo, no llegan al estado de aminoácidos ni glucosa; la grasa no sufre modificaciones (Aliaga, 2009).

La secreción de pepsinógeno, al ser activada por el ácido clorhídrico, se convierte en pepsina, la cual degrada las proteínas y las convierte en polipéptidos, así como también en algunas amilasas, que degradan a los carbohidratos, y en lipasas, que degradan a las grasas. Segrega también la gastrina, sustancia que regula la motilidad y que es esencial en la absorción de la vitamina B12 a nivel del intestino delgado. Cabe señalar que en el estómago no hay absorción. En el intestino delgado ocurre la mayor parte de la digestión y absorción, especialmente en la primera sección denominada duodeno (Aliaga, 2009).

Los alimentos no digeridos, agua no absorbida y las secreciones de la parte final del intestino delgado pasan al intestino grueso, donde ocurre digestión microbiana. El intestino grueso tiene una limitada capacidad de absorción, sin embargo, moderadas cantidades de agua, sodio, vitaminas y algunos productos de la digestión microbiana son absorbidas a este nivel. Finalmente, todo el material no digerido llega al recto y es eliminado a través del ano (INIA, 2001).

4.1.1.- Nutrición y alimentación del cuy

La nutrición y alimentación son actividades fundamentales en la producción de cuyes, los cuales exigen, al igual que otras especies domésticas, una planificación adecuada para garantizar una producción acorde al potencial genético de la especie. La disponibilidad de alimentos, como los pastos y forrajes, es un factor esencial para alcanzar rendimientos productivos y reproductivos adecuados, pues al ser alimentos básicos por las características del animal herbívoro, dicho concentrado contribuirá, por otra parte, a evitar problemas carenciales y digestivos (Aliaga, 2009).

El cuy, al igual que las otras especies domésticas, tiene necesidades de nutrientes o sustancias que constituyen los alimentos y que son imprescindibles para mantener la vida, tales como el agua, la proteína o fibra, la energía, los ácidos grasos esenciales o minerales y las vitaminas (Aliaga, 2009). La fisiología digestiva estudia los mecanismos que se encargan de transferir nutrientes orgánicos e inorgánicos del medio ambiente al medio interno, para luego ser conducidos por el sistema circulatorio a cada una de las células del organismo. Es un proceso bastante complejo que comprende la ingestión, la digestión y la

absorción de nutrientes y el desplazamiento de estos a lo largo del tracto digestivo (Chauca & Muscari, 2001).

4.1.2.- Requerimientos nutricionales.

Las necesidades nutricionales se refieren a los niveles de nutrientes que los cuyes requieren y que deben ser suplidos en su ración. Estas son necesidades para mantenimiento, producción, crecimiento, gestación, y lactancia (Aliaga, 2009). El crecimiento está dado por el aumento en el peso corporal. A medida que los animales crecen, diferentes tejidos y órganos se desarrollan en índices diferenciales, por lo que la conformación de un animal recién nacido es diferente a la de un adulto; este desarrollo diferencial tiene, sin duda, algún efecto en las cambiantes necesidades nutricionales (Martinez, 2006).

Tabla 1.- Requerimientos nutricionales del cuy.

| Nutrientes | Unidad | Inicio | Crecimiento | Acabado | Gestación/ lactación |
|--------------------|---------|--------|-------------|---------|-------------------------|
| Energía digestible | Mcal/kg | 3 | 2,8 | 2,7 | 2,9 |
| Fibra | % | 6 | 8 | 10 | 12 |
| Proteína | % | 20 | 18 | 17 | 19 |
| Lisina | % | 0,92 | 0,83 | 0,78 | 0,87 |
| Metionina | % | 0,4 | 0,36 | 0,34 | 0,38 |
| Met + Cits | % | 0,82 | 0,74 | 0,7 | 0,78 |
| Arginina | % | 1,3 | 1,17 | 1,1 | 1,24 |
| Treonina | % | 0,66 | 0,59 | 0,56 | 0,63 |
| Triptófano | % | 0,2 | 0,18 | 0,17 | 0,19 |
| Calcio | % | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 |
| Fósforo | % | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,8 |
| Sodio | % | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |

Leyenda: Inicio (1 a 28 días); Crecimiento (29 a 63 días), Acabado (56 a 84 días)

Fuente: (Vergara, 2008).

4.2.- Aditivos

Son sustancias que, en algunos casos, se adicionan a los alimentos. Son, además, fármacos y otros compuestos que no tienen valor nutritivo, pero benefician a la producción porque algunos controlan enfermedades, mejoran la utilización del alimento y la aceptación del producto final (Aliaga, 2009) .

4.2.1.- Aditivos enzimáticos

La inclusión de aditivos enzimáticos es una práctica común en la industria de alimentos para animales debido a que facilitan su digestión y estabilizan la flora intestinal. El reto para el nutricionista moderno es decidir cuál o cuáles productos usar. La oferta de productos existentes en nuestro mercado puede dividirse en tres tipos (Rodríguez, 2016):

1. **Enzimas únicas:** Originalmente obtenidas a partir de métodos de inmersión y nombradas de acuerdo al tipo de sustrato que ayudan a hidrolizar (desdoblar). Las más conocidas y de mayor uso en el mundo pecuario son las fitasas, enzimas desarrolladas generalmente por cultivos de bacterias hongos, que permiten la liberación de fosforo Fítico de los compuestos vegetales (Rodríguez, 2016).
2. **Cocteles enzimáticos:** Integrado por varias enzimas distintas (provistas por diferentes fabricantes) y sintetizadas por diferentes organismos. Estos productos deben siempre considerar la compatibilidad de los componentes (en pH, temperatura óptima, etc.) para evitar daños entre los mismos (una proteasa que pueda desdoblar a una fitasa u otro componente del coctel) (Rodríguez, 2016). Las enzimas únicas y los cocteles enzimáticos son derivados en su mayoría de métodos de inmersión (los microorganismos desarrollan dentro de un medio líquido), una vez terminado el proceso, este medio es purificado, normalizado y controlado. Pueden comercializarse en forma líquida (sistema de aplicación post pellet) o sólida (previa pulverización) (Rodríguez, 2016).
3. **Complejos enzimáticos:** Desarrollados en base a la fermentación con un solo organismo, que genera diversas enzimas totalmente compatibles entre sí, eliminando los riesgos del coctel. Este tipo de productos se acerca más al requerimiento nutricional actual, ya que suelen incluirse sustratos específicos durante el proceso de fermentación que inducen la formación de las enzimas que interesan al productor. Dependiendo de la cepa, la inclusión de almidón induce la formación de amilasas y la presencia de caseína o albumina, por

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

4.2.2.- Enzimas

4.2.2.1.- Generalidades

Las enzimas son moléculas de origen proteico que están especializadas en favorecer o hacer posibles reacciones específicas del metabolismo, Su estructura le permite también ligarse a una clase específica de compuestos llamados sustratos, modificarlos, permaneciendo ella con la misma estructura una vez que se ha finalizado la unión con los sustratos. Son sustancias de alta especificidad que permiten que las reacciones biológicas normalmente poco probables se realicen y permiten el continuo movimiento y avance de las reacciones vitales. Su función principal es acelerar ciertas reacciones bioquímicas específicas que forman parte del proceso metabólico de las células, en ausencia de las enzimas las reacciones solo tendrían lugar muy lentamente o no se producirían en absoluto (Ravindran, 2010).

Tabla 2.- Tipos de enzimas alimenticias, sustrato y materia prima

| Enzima | Sustrato | Materia prima |
|---|-------------------------------------|--|
| β - glucanasa xilinasas | β - glucanos arabinoxilanos | Cevada, Avena, Centeno, trigo, triticale, cevada, fibra vegetal. |
| α – galactosidasas | Oligosacáridos | Harina de soja y leguminosas de grano. |
| Fitasas | Ácido fítico | Todos los alimentos de vegetal. |
| Proteasas | Proteínas | Todas las fuentes de proteína vegetal. |
| Amilasas | Almidón | Granos, cereales, leguminosas. |
| Lipasas | Lípidos | Suplementos lipídicos y lípidos. |
| Manosomas, Celulasas, hemicelulasas y pectinasas | Pared celular (compuestos fibrosos) | Materia prima de origen vegetal. |

Fuente: (Ravindran, 2010).

1. Acción de las enzimas

En la siguiente figura se explica la acción de las enzimas.



Figura 1.- Acción de las enzimas

Fuente: (Paulino, 2018).

2. Condiciones de trabajo de las enzimas

Primera condición: Necesitan un sustrato adecuado. Por lo tanto, una proteasa no puede romper un carbohidrato, ni una fitasa puede trabajar en una proteína. Es por ello que debe haber una combinación entre cada enzima y su sustrato. La enzima reconoce y se adhiere sobre el sustrato en un mecanismo que se asemeja a la figura de un bloque de análogo clave (Paulino, 2018).

Segunda condición: Necesitan un entorno adecuado en términos de temperatura, pH (acidez o alcalinidad) y concentración del sustrato. Por ejemplo, enzimas secretadas en el intestino delgado trabaja mejor en un mayor pH al medio ambiente (Paulino, 2018).

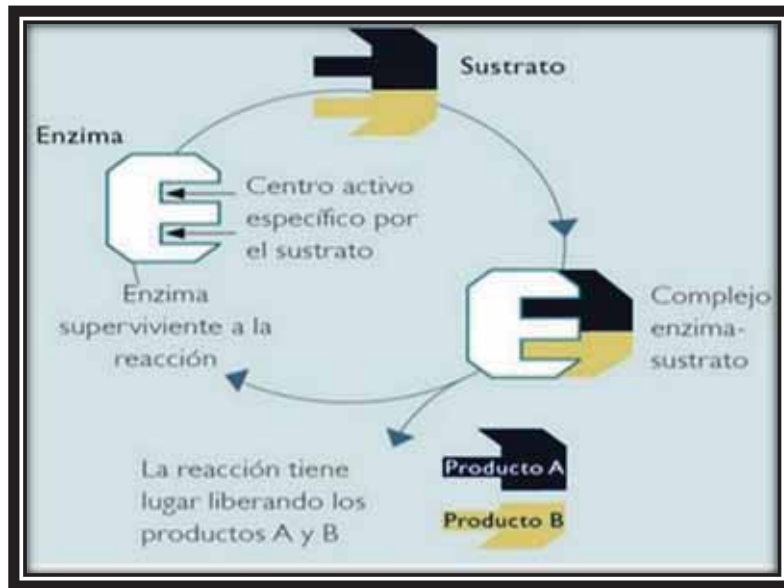


Figura 2.- Enzima Sustrato

Fuente: (Paulino, 2018).

4.2.2.2.- Clasificación de las enzimas

1. Clasificación de las enzimas según su función:

Las enzimas se pueden clasificar en dos grupos, según la función que desempeñan en el organismo (Biovet, 2008).

- a) **Digestivas:** permiten que el organismo aproveche eficazmente los nutrientes de los alimentos que conforman la dieta. Estas enzimas son secretadas a lo largo del tubo digestivo (Biovet, 2008).
- b) **Metabólicas:** se producen en el interior de las células del cuerpo y contribuyen en la alimentación de sustancias de desecho y toxinas, intervienen en procesos de obtención de energía, la regeneración de las células y en el buen funcionamiento del sistema inmunológico (Biovet, 2008).

2. Clasificación de las enzimas según su origen

Adicionalmente, las enzimas pueden ser clasificadas por su origen en endógenas y exógenas.

- a) **Enzimas endógenas:** Las enzimas endógenas son las producidas por los diferentes órganos propios del ser humano o del organismo animal (Biovet, 2008).
- b) **Enzimas exógenas:** las enzimas exógenas son suplementadas en el alimento, su origen es fúngico o bacteriano (Biovet, 2008). En la nutrición animal estas se utilizan para mejorar el proceso natural de la digestión.

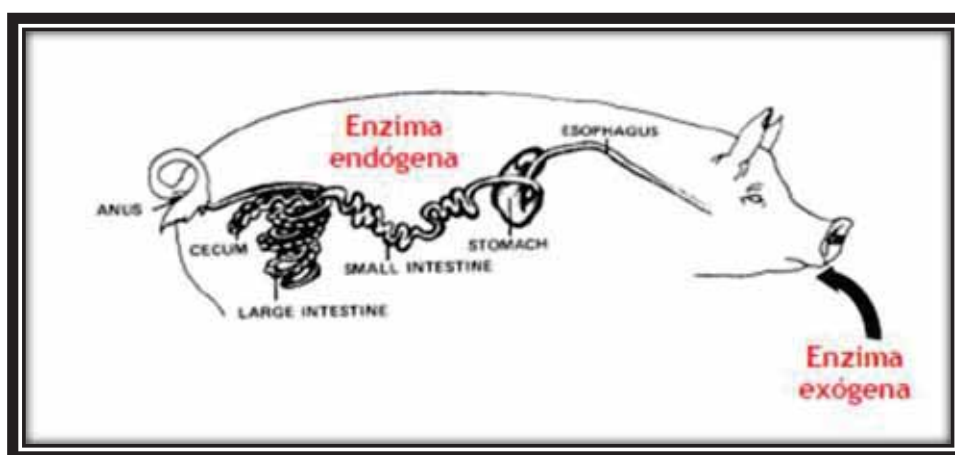


Figura 3.- Enzimas endógenas y exógenas

Fuente: (Paulino, 2018)

4.2.2.3.- Importancia de la suplementación de enzimas

Los beneficios de adicionar enzimas en la dieta son los siguientes: ruptura de las moléculas de factores anti-nutricionales: β -glucanos y arabinosilanos (enlaces beta), aumento en la disponibilidad de nutrientes existentes, permiten que el organismo tenga más disposición de aminoácidos para la síntesis de otras proteínas, permiten la búsqueda de ingredientes alternativos, mejora la calidad de la cama, permiten cumplir con la restricción internacional de no usar antimicrobianos, permiten cumplir con la restricción internacional de no usar en la alimentación productos de origen animal, aceleran las reacciones químicas que tienen lugar durante la digestión y permiten al animal aprovechar en un 15-

25% más el alimento, refuerzan el sistema enzimático inmaduro de los animales jóvenes (Ceccantini, 2008).

Las dietas con mayores cantidades de proteína bruta requieren una mayor capacidad enzimática por su total aprovechamiento, evitan la aparición de úlceras gástricas que las dietas con mayor proporción de trigo causan en algunas especies, ayudan a digerir la fibra (polisacáridos no amiláceos), reduciendo la viscosidad del bolo alimenticio, incrementan la biodisponibilidad de los nutrientes, facilitan el ataque de las enzimas endógenas a los nutrientes, permiten utilizar mejor el valor energético de los cereales, lo que supone un ahorro económico, permiten reducir la variabilidad en la calidad de nutrientes de los ingredientes, reducen la excreción o las pérdidas de ciertos compuestos, como el fósforo o el nitrógeno, y su liberación al medio ambiente, por tanto, disminuye el impacto ambiental de las explotaciones, reducen la humedad de la cama, producida por la alimentación con cebada, avena y trigo (Ceccantini, 2008).

4.2.2.4.- Funciones de las enzimas en la dieta animal

En la última década las enzimas se han establecido como un aditivo estándar en la industria de la alimentación animal. El uso de las enzimas exógenas en el alimento de los animales aumenta la utilización de todos los constituyentes del alimento y hace posible el uso de ingredientes de menor calidad (Cortés, 2002). Esto por supuesto, se traduce en costos menores de alimentos y utilidades más altas. Esto es necesario no solamente por motivos de control internos de calidad sino además de seguridad hacia el cliente de que está recibiendo lo que se le ofrece al precio adecuado (Spring, Filer, & Rheinheimer, 1999).

- Remover o destruir factores anti nutritivos en raciones para no rumiantes (Carey, 1998).
- Mejorar la digestibilidad total de la dieta. La baja digestibilidad de lagunas materias primas es por lo regular el resultado de la falta de enzimas endógenas del animal para extraer los nutrientes de los complejos dentro del ingrediente alimenticio (Carey, 1998).

- Aumentar la digestibilidad de polisacáridos no aminolíticos. De manera general, los no rumiantes carecen de la capacidad endógena para hidrolizar los carbohidratos de este tipo por lo que cuando se adicionan las enzimas necesarias los componentes monosacáridos producto de su hidrólisis, se pueden absorber y utilizar (Carey, 1998).
- Complementar la adición de las enzimas endógenas producidas por el animal. En cerdos y aves jóvenes cuando el sistema enzimático aún no se desarrolla completamente, hay deficiencia de algunas enzimas. Liberan algunos de los nutrientes atrapados, como azúcares simples y lisina, para reducir el impacto contaminante de las heces de los animales en el ambiente. El contenido de fosfatos en las heces de algunos animales tiene un potencial muy elevado como contaminantes (Carey, 1998).

4.2.2.5.- Tipos de enzimas incluidos en la dieta animal de los cuyes

a) Celulasa

La celulasa es una enzima hidrolasa que realiza la hidrólisis de la celulosa en moléculas de glucosa libre. La celulosa es un componente de la pared celular vegetal muy resistente al hidrólisis, y por tanto a la digestión. La celulosa está formada por un polímero de unidades de glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos tipo β -1,4. Las plantas contienen entre un 35 y un 50% de celulosa. La celulasa actúa rompiendo estos enlaces β -1,4glicosídicos de la celulosa transformándola en glucosa libre (Nutritienda, 2010).

Para la hidrólisis de la celulosa se necesita la acción sinérgica de un grupo de celulasas. El sistema de celulasa típico se compone de tres tipos de enzimas: la endo- β - 1,4-gluconasa, exo- β - 1,4-gluconasa y la β -1,4-glicosidasa. Estas enzimas son producidas por bacterias y hongos, como por ejemplo, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* o *Neurospora*. Aunque también las pueden producir otros tipos de organismos como las termitas (Nutritienda, 2010).

Los monogástricos no producen celulasa y por esta razón la celulosa pasa por el sistema digestivo sin ser digerida y sin poder ser absorbida. Sin embargo, en el rumen de los animales rumiantes viven bacterias beneficiosas que producen

estas enzimas celulasas y permiten que estos animales puedan digerir la celulosa de las plantas para obtener energía (Nutritienda, 2010).

¿Para qué sirve?

La celulasa es una hidrolasa que puede degradar la celulosa de los alimentos vegetales mejorando el valor nutricional de los alimentos y permitiendo la digestión de parte de la fibra presente en los alientos. Ingerir enzimas celulasas ayuda a romper las paredes celulares de las plantas, esto permite obtener una mayor cantidad de energía, al convertir la celulosa en unidades de glucosa. La glucosa es la principal fuente de energía, por lo tanto la celulasa nos ayuda a obtener mayor energía de las plantas. El consumo de celulasas también puede ayudar a disminuir la viscosidad intestinal acelerando la digestión de absorción de otros nutrientes que verían su absorción ralentizada por efecto de la fibra (Nutritienda, 2010).

b) Beta-glucanasa

La beta-glucanasa representa un grupo de enzimas carbohidrasas que descomponen enlaces glucosídicos en los beta-glucano. Estos glucanos también crean hasta un 60% de la pared celular de muchas formas de organismos fúngicos como la *C. albicans* y la biopelícula de *candida* (la presencia común de *candida* en el intestino). Las betas glucanasas pueden romper e hidrolizar el polisacáridos, los glucanos son estructuras grandes y ramificadas, estos enzimas pueden catalizar reacciones con efectos concretos y previsible (Ravindran, 2010).

c) Fitasa

El uso de la fitasa está bien establecido y en los últimos años se ha fortalecido más debido a cambios en la disponibilidad y a los precios de las fuentes de fósforo (fosfato dicálcico) para la alimentación animal y el aumento del costo de otras materias primas como el maíz y la harina de soya, produciendo que el ahorro logrado por la utilización de esta tecnología haya aumentado (García, 2014).

La fitasa es un tipo de enzima que tiene su uso más extendido en la nutrición de los animales monogástricos siendo comercializada desde 1991 (Rubio, 2010).

Es una enzima que tiene la capacidad de liberar el fósforo y los residuos minerales del ácido fítico (fitato), compuesto formado durante el proceso de maduración de los granos y semillas de las plantas que se encuentran frecuentemente en alimentos de origen vegetal. Aproximadamente dos tercios del fósforo presente en los alimentos de origen vegetal (cereal, trigo y varios granos) está unido en forma de fosfato fítico y que no es aprovechable por los monogástricos sino usan esta enzima (Ravindran, 2010).

En la última década las enzimas se han establecido como un aditivo estándar en la industria de la alimentación animal. El uso de las enzimas exógenas en el alimento de los animales aumenta la utilización de todos los constituyentes del alimento y hace posible el uso de ingredientes de menor calidad (Cortés, 2002).

d) Xilanasa

Xilanasa es una enzima derivada de una fuente fúngica. Esta enzima es útil en el hidrolisis de D-xilano y D-xilosa. Hemicelulosa, hecho de xilanos, es un componente principal de la mayoría de las paredes celulares de las plantas. Xilanasa hidroliza este componente y es por eso útil para una variedad de aplicaciones, incluyendo la reducción de la viscosidad de trigo, cebada, mazorcas de maíz y otros alimentos difíciles de digerir. Xilanasa está disponible en un polvo granular o una preparación de enzimas líquidas diseñado para una variedad de aplicaciones para la solubilización de fibras. Este producto tiene un gran rango de pH actividad y no requiere cambio del pH a un pH ácido para actividad óptima. Xilanasa polvo es no-OMG, no peligroso, enzima de grado industrial y grado para alimento animal (Rubio, 2010).

Las xilanasas se usan como una fuente concentrada de enzimas que degradan la celulosa para uso como aditivo de alimento animal, en aplicaciones industriales y su principal valor práctico de la utilización es ofrecer un incremento en la digestibilidad de la energía en dietas a base de maíz/soya y forrajes (cuyes), las cuales contienen granos de baja calidad. Desafortunadamente, cuando no se tiene un método que permita una rápida determinación de la calidad del grano antes de ser procesado, la única opción es la utilización de este tipo de enzimas en todos los casos. Cuando se utilizan granos de maíz de mala calidad, la enzima mejora significativamente la digestibilidad, incrementando los

valores energéticos de la matriz justificándose así su uso en las formulaciones de mínimo costo. El beneficio son ahorros consistentes con una reducción en la variabilidad del desempeño de los animales como resultado de la disminución de las diferencias en digestibilidad de la energía contenida entre granos de buena y mala calidad (Rubio, 2010).

e) Proteasa

Son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas. Se sintetizan y se encuentran de forma natural en los seres vivos, en los que intervienen en la digestión de las proteínas, facilitando su degradación, absorción y metabolismo. La suplementación con proteasas en la dieta de los animales, va a complementar la acción de las proteasas digestivas secretadas principalmente por el páncreas, aumentando la digestibilidad de las proteínas ingeridas. Desde hace años, las industrias productoras de enzimas intentan encontrar formas activas de proteasas con actividad suficiente para conseguir mejorar la digestibilidad de las proteínas in vivo (Martinez, 2006).

f) Alfa amilasa

Es una enzima que ayuda a descomponer los carbohidratos y los almidones en azúcares simples. Se produce principalmente en el páncreas y las glándulas salivales. Cataliza una reacción de hidrólisis que, en la digestión, culmina con la creación de azúcares simples para permitir la absorción y aprovechamiento de los mismos. Las amilasas son enzimas dependientes de calcio, completamente afuncionales en ausencia de iones de calcio. Actúan a lo largo de cualquier punto de la cadena de los carbohidratos, descomponiéndolos en dextrina desde la amilopectina. Dado que puede actuar en cualquier punto de la cadena es más rápida que la β -amilasa. En los animales es una enzima digestiva mayor y su pH óptimo está entre 6,7 y 7,2 (Nutrición animal, 2017).

4.3.- Bases conceptuales

4.3.1.- Enzimas exógenas en la alimentación animal

Las enzimas endógenas producidas por los monogástricos en su mayoría, son específicas para carbohidratos como el almidón y no tienen actividad sobre carbohidratos con enlaces β como la galactosa. La falta de la enzima exógena como la β -galactosidasa en cuyes y otros monogástricos, significa que estos oligosacáridos, como otros PNA (polisacáridos no amiláceos), son fermentados por la microflora intestinal, produciendo ácidos grasos volátiles y gases, en lugar de producir los monosacáridos y disacáridos que sí se utilizan, los cuales son producto de hidrólisis enzimática con la β -galactosidasa. Al darse la fermentación, en lugar del hidrólisis enzimática, se tiene como resultado la producción de menor energía y provoca problemas digestivos en muchas especies (Rebollar, 2002).

El uso de las enzimas como aditivos se ha hecho necesario debido a que el valor nutritivo potencial de las materias primas no es aprovechado completamente por la presencia de factores anti nutritivos y la falta o insuficiencia de enzimas exógenas, que permitan la liberación de los nutrientes. La utilización de enzimas exógenas persigue la mejora de la digestibilidad de los nutrientes y la eficiencia de utilización de los mismos. La utilización global tiende a optimizar el rendimiento de los animales a través de mayor y mejor consumo de alimento y mejor aprovechamiento de los nutrientes de estos y por lo tanto a una mejor y mayor conversión alimenticia, ganancia de peso (Ravindran, 2010).

Entre las enzimas exógenas utilizadas en la alimentación animal se tiene a las carbohidrasas y proteasas. Las carbohidrasas (amilasas, β -glucanasas y xilinasas) son enzimas indicadas para mejorar la digestibilidad de los almidones y de la fracción PNA (polisacáridos no amiláceos) de los cereales. Las proteasas mejoran la digestibilidad de las proteínas (Biovet, 2008). Los ejemplos incluyen amilasa (almidón) y proteasa (proteína). Otras enzimas se utilizan para mejorar la digestión de sustratos que no son digeridos por animales monogástricos. Esto incluye fitasa (fosforo fitico y xilanasas-glucanasas), componentes de la fibra. a mayoría de las enzimas comerciales son de esta última forma, aunque amilasas y proteasas están siendo utilizadas con mayor frecuencia y éxito (Paulino, 2018).

4.3.2.- Factores anti nutricionales

Son sustancias naturales no fibrosas generados por el metabolismo secundario de las plantas actuando como mecanismo de defensa ante el ataque de mohos, bacterias, insectos y pájaros; los cuales inhiben la utilización de los nutrientes o tienen la propiedad de degradarlos. Se han desarrollado en el proceso evolutivo de las plantas o en algunos casos, son productos del metabolismo de las plantas sometidas a condiciones de estrés, y pese a que la selección artificial de los cultivos ha disminuido su presencia, todavía están en cantidades apreciables en muchas de las materias primas de origen vegetal que utilizamos actualmente en nutrición animal, que al formar parte de ingredientes utilizados en la alimentación animal (López & Calderón, 2014).

Los FAN afectan al valor nutricional de los alimentos ya que dificultan o inhiben la asimilación de nutrientes, y sus mecanismos de acción son muy variados y complejos: Reducen el consumo de alimento, inactivan enzimas digestivas, impiden la absorción de nutrientes, vitaminas, minerales y oligoelementos e interfieren en el metabolismo, sistema hormonal y en el sistema inmunitario (López & Calderón, 2014).

4.3.2.1 Polisacáridos no amiláceos (PNA)

Son azúcares complejos, no digeribles para los monogástricos, por la falta de enzimas especializadas para estos azúcares. Actúan aumentando la viscosidad en el tubo digestivo, y a su vez el agua, afectando la absorción, e incluso la consistencia de las heces, provocando diarreas. Producen el efecto jaula con encapsulación de nutrientes, que habitualmente son muy digestibles. Se encuentran en varias materias primas de consumo animal, por ejemplo: Maíz 5.0%, Cebada 8.1%, Trigo 9,1%, pasta de soja 1,7%, espeller de soja 12,8% (Apajalahti & Kettunen, 2003).

Originalmente, los PNA eran considerados como una parte poco importante en la nutrición de monogástricos; sin embargo, existe evidencia de que algunos PNA tienen actividad antinutricional y afectan tanto la energía como la utilización de proteínas, especialmente en los animales jóvenes. La adición de enzimas a la dieta tiene como efecto la reducción de la viscosidad del contenido intestinal, incrementando la absorción de nutrientes y la digestibilidad. La

complementación con enzimas incrementa la digestibilidad de los almidones en el íleon y reduce la población microbiana el tracto gastrointestinal y sus efectos negativos (Apajalahti & Kettunen, 2003).

4.4.- Antecedente de la investigación

Se reporta que el complejo enzimático ayuda a los porcinos y aves en la digestión de la proteína vegetal, contenida en ingredientes alimenticios como la soya y otras provenientes de leguminosas (Alltech, 2010).

Se utilizó complejo enzimático en dietas de porcinos, obteniendo como resultado un aumento en el consumo, el alimento consumido fue convertido de manera más eficiente en comparación con la dieta control. También se reportó el aumento de peso diario de 60 g más alto que el control, además de porcinos más limpios y con menos problemas digestivos (Kitchen, 1999).

Se evaluó la respuesta de porcinos al complejo enzimático en las raciones formulado con ajustes a la matriz de nutrientes en términos de rendimiento y costos de alimentación vegpro, reportando que en fases de crecimiento, desarrollo y finalización, la ganancia promedio de peso corporal en las primerizas alimentadas con la dieta formulada con Vegpro superó la ganancia promedio de peso corporal de las primerizas alimentadas con la dieta control en 2,78; 1,91 y 0,45%, respectivamente; mientras que en la ganancia promedio de peso vivo para los machos castrados alimentados con la dieta formulada con Vegpro fue menor que la de los machos castrados alimentados con dieta control. En las fases de crecimiento y desarrollo las raciones formuladas con la matriz de nutrientes Vegpro ofrecieron ahorros en los costos de la dieta basal de 4,38 % y 5,11 %, respectivamente (Forat, 2005).

Se evaluó tres niveles de enzimas digestivas en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y finalización sobre los parámetros productivos, utilizando un total de 40 cuyes machos, incluyó enzimas (beta-glucanasa y xilanasa), con los siguientes tratamientos; T0 (Testigo), T1 (0.05%), T2 (0,1%) y (0,15%), en la alimentación de cuyes machos durante 8 semanas, con 1 semana de adaptación adicional. En los resultados se reportó que la variable consumo de alimento de materia seca mostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$), siendo el T3 el tratamiento con mayor consumo, seguido por los

tratamientos T0 (testigo) y T2 y finalmente el T1. No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) para las variables ganancia de peso, ni conversión alimenticia, esta última demostró que el T1 (3,94) y T3 (3,97) son los mejores con relación a los demás tratamientos, El análisis financiero demostró que el tratamiento más rentable es el T1 (Guerra, 2015).

Se evaluó el efecto de la suplementación con un complejo enzimático en dietas integrales para cuyes en etapa de crecimiento con 54 cuyes machos; sometidos a una dieta libre del complejo enzimático (T1), una dieta de al 0,1 por ciento de complejo enzimático (T2) y una dieta al 0,2 por ciento de complejo enzimático (T3), durante 7 semanas. Los resultados no indicaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) en los parámetros productivos de consumo de alimento con 2 146,41 g (T1); 2 120,12 g (T2) y 2 154,77 g (T3); al igual que los de pesos finales de 1 017,9 g (T1); 993,6 g (T2) y 1 007,8 g (T3); y de ganancia de peso 743,9 g (T1); 698,1 g (T2) y 719,6 g (T3); lo mismo ocurrió con la conversión alimenticia 2,9 (T1), 3,00 (T2), 3,00 (T3) y el rendimiento de carcasa 68,95 % (T1); 66,86 % (T2) y 69,58 (T3). La mejor retribución económica se logró en el T1, de S/ 12,30 en comparación con los T2 y T3. Se llegó la conclusión de que el complejo enzimático en la alimentación de cuyes machos mejorados no mejoró los parámetros de ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa (Bernaola, 2018).

Se evaluó el efecto de la gallinaza (GZ) más el uso de complejo enzimático (C.E.) en la alimentación de cuyes sobre los parámetros productivos, calidad de carcasa, beneficio económico y aspectos organolépticos sensoriales en cuyes machos. Utilizó un total de 40 cuyes de 21 días de edad fueron aleatoriamente distribuidos en cinco tratamientos; T1 control (sin GZ y sin complejo enzimático) T2 (sin GZ y con C.E.) y los demás tratamientos (T3, T4 y T5) con tres niveles de GZ más CE. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para los parámetros productivos ($P>0,05$). A excepción en la segunda semana se observó diferencias significativas en el consumo de alimento entre el T4 (180 g de GZ/kg) con el grupo control 1 (sin GZ y sin CE) ($P<0,05$). Se concluyó en que la utilización de complejo enzimático no mejoró los parámetros productivos en cuyes en las etapas de crecimiento y acabado (Sopla, 2017).

CAPITULO V

5.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION

5.1.- Ubicación

El presente estudio se realizó en la granja “Santa Mónica”, ubicada en el distrito de San Jerónimo, provincia y Región del Cusco.



Figura 4.- Mapa del distrito de San Jerónimo.

Fuente: Mapas del Perú.com

5.1.1.- Ubicación política

- Región: Cusco
- Departamento: Cusco
- Provincias: Cusco
- Distrito: San Jerónimo

5.1.2.- Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 13°33'07"
- Longitud Oeste : 71°52'53"
- Altitud : 3 245 m

5.2.- Materiales y Método de investigación

5.2.1.- Método de investigación

Se utilizó el método de investigación experimental analítico y descriptivo; ya que se trabajaron con variables las cuales fueron sometidas a una experimentación, y a su vez fueron analizadas y procesadas; para posteriormente establecer resultados; con el fin de describir de qué modo o porque causa ocurre esta situación particular para luego observar lo que sucede en situaciones controladas.

5.2.2.- Galpón y las pozas

El presente trabajo se realizó en la granja “Santa Mónica”, el galpón tuvo las siguientes dimensiones:

- Largo: 20 m
- Ancho: 8 m
- Altura central: 2,50 m
- Las paredes externas: 2,30 m de altura
- Material de construcción: Adobe y rollizos de madera

La Granja presenta adecuada ventilación y luminosidad; se utilizaron 09 pozas, con un área por poza de (1,50 m x 1,00 m) y una altura de 0,50 m, albergando en cada una de ellas a 5 cuyes. El área por cuy fue de 0,24 m²; con piso de tierra afirmada; se utilizó viruta de madera para la cama para evitar la acumulación de humedad. Se utilizaron 9 comederos de barro, con recubrimiento interno de loza y 09 bebederos de plástico acondicionados de botellas descartables con chupones de acero inoxidable.



Figura 5.- Instalaciones de crianza; pozas de cuyes.



Figura 6.- Pozas de cuyes

5.2.3.- Materiales para los controles de pesos

Se utilizó una balanza digital de 5 kg de capacidad, con aproximación de 1 g, también se utilizó un recipiente plástico para pesar el alimento suministrado, residual y a los animales semanalmente.



Figura 7.- Balanza digital y recipiente de plástico para el control de peso.

5.2.4.- Materiales de estudio

Animales experimentales

Se emplearon un total de 45 cuyes machos mejorados de tipo 1, de la raza Perú, con un peso inicial de 350 a 400 g, y una edad promedio de 3 a 4 semanas; los cuales fueron identificados con aretes. Estos fueron pesados individualmente para luego distribuirlos al azar formando grupos homogéneos de cinco animales por poza.

Complejo enzimático

Nombre comercial: Natuzyme

Composición: Alfa - amilasa, beta - glucanasa, fitasa, celulasa, xilanasa, proteasa.

Indicaciones: Es una mezcla de enzimas de alta calidad y multi-actividad para ser formulada en alimento para monogástricos en todas sus fases, lo que permite una óptima utilización de los nutrientes resultando en mejores tasas de

crecimiento, mejor conversión alimenticia y productos finales de calidad a menor costo (Battilana , 2010).

Presentación: Bolsas de 20 kg

5.2.5.- Equipos auxiliares

- Balanza electrónica; una de 5 kg /1 g y otra de a 20 kg /5g.
- 1 Termómetro digital.
- 1. Termómetro ambiental.
- Laptop.
- USB.
- Cámara fotográfica digital.

5.2.6.- Materiales auxiliares

- Fichas de registro.
- Materiales de oficina.
- Comederos y bebederos.
- Campana de cría.
- Libreta de campo.
- Aretes para la codificación.
- Yodo, agua oxigenada, jabón, ceniza y cal.
- Mascarilla y guantes.

5.3.- Tratamientos

Los tratamientos que se utilizaron en esta investigación fueron dos niveles de complejo enzimático, y un testigo sin inclusión de complejo enzimático, en las dietas de crecimiento y acabado.

| Dietas experimentales | | |
|-----------------------|--|---|
| Tratamientos | Alimento balanceado experimental | Repeticiones |
| T1 | Alimento balanceado y alfalfa en niveles restringidos de g/día/cuy sin complejo enzimático | R1: 5 cuyes R2: 5 cuyes R3: 5 cuyes |
| T2 | Alimento balanceado y alfalfa en niveles restringidos de g/día/cuy con complejo enzimático (Natuzyne) al 0,030 % | R1: 5 cuyes R2: 5 cuyes R3: 5 cuyes |
| T3 | Alimento balanceado con y alfalfa en niveles restringidos de g/día/cuy complejo enzimático (Natuzyne) al 0,035 % | R1: 5 cuyes R2: 5 cuyes R3: 5 cuyes |

5.4.- Preparación del alimento balanceado experimental

Los cuyes fueron alimentados bajo un sistema de alimentación mixta, en sus tres tratamientos considerando suministro de forraje verde restringido y así mismo el suministro de alimento balanceado se hizo al 6% del peso vivo de los cuyes. Las dietas experimentales fueron determinadas usando el programa informático Maximizador (Guevara, 2004), de acuerdo a las recomendaciones de (Vergara, 2008), con algunas modificaciones, utilizando insumos disponibles en el mercado.

La alfalfa Moapa se suministró a los cuyes durante las ocho semanas de evaluación, instaladas hace 6 años procedente del Centro Agronómico de K'ayra; el corte se realizó aproximadamente a los 30 a 45 cm El suministro fue restringido y administrado 50 g por día por cuy; con la finalidad de que los cuyes consuman mayor cantidad de alimento balanceado.

Tabla 3.- Análisis físico químico de la Alfalfa (base fresca).

| Nutrientes | Unidad | cantidad |
|-----------------|--------|----------|
| Materia seca | % | 15,4 |
| Humedad (%) | % | 84,6 |
| Proteína (%) | % | 2,65 |
| Grasa (%) | % | 0,42 |
| Ceniza (%) | % | 1,29 |
| Fibra Cruda (%) | % | 5,57 |

Fuente: (Laboratorio de Análisis Químico UNSAAC, 2017)

Tabla 4.- Dieta experimental para cuyes machos mejorados para las etapas de crecimiento y acabado.

| Insumos | T1 (%) | T2 (%) | T3 (%) |
|------------------------------------|--------|--------|--------|
| Harina de maíz grano amarillo duro | 47,06 | 47,06 | 47,06 |
| Torta de soya 44 % | 19,50 | 19,50 | 19,50 |
| Afrecho de trigo | 28,00 | 28,00 | 28,00 |
| Aceite de soya | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| Carbonato de Calcio | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Fosfato dicálcico | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Sal (ClNa) | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| DI-Metionina | 0,51 | 0,51 | 0,51 |
| Lisina | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Bicarbonato de sodio | 0,31 | 0,31 | 0,31 |
| Premix | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Cloruro de colina 60% | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Complejo enzimático | 0,00 | 0,030 | 0,035 |
| Total | 100,00 | 100,05 | 100,10 |

Tabla 5.- Contenido nutricional de las dietas de estudio.

| Nutrientes | Contenido nutricional (%) |
|---|---------------------------|
| Materia seca | 90,29 |
| Proteína | 16,62 |
| Fibra cruda | 6,06 |
| Energía metabolizable (kcal /kg) | 2,70 |
| Lisina, | 1,06 |
| Arginina | 0,98 |
| Metionina | 0,71 |
| Metionina | 0,94 |
| Triptófano | 0,15 |
| Treonina | 0,46 |
| Fosforo disponible | 0,40 |
| Calcio | 0,80 |
| Sodio | 0,17 |
| Potasio | 0,60 |
| Cloro | 0,19 |

5.5.- Metodología

5.5.1.- Alimentación de los animales

La alimentación de los animales fue realizada diariamente a partir de las 8:00 de la mañana. El sistema de alimentación fue con uso de forraje verde alfalfa en los tres tratamientos con suministro diario de 50 g por cuy. El suministro de alimento balanceado en la forma física de harina fue del 6 % del peso vivo de los cuyes, administrando la cantidad total para cada poza, dichas dietas fueron ofrecidas en comederos de arcilla por las mañanas. Diariamente se sacaron las heces que pudieron haberse depositado dentro de los comederos; esto principalmente para la prevención de contaminación para evitar la toma de datos erróneos a la hora del control semanal.

5.5.2.- Suministro de agua.

Se realizó el suministró ab libitum de agua potable limpia y fresca para todos los tratamientos durante el periodo experimental, en bebederos de plástico utilizando botellas descartables con chupones de acero inoxidable. Así mismo se realizó el cambio de agua dos veces al día, una en las mañanas (08:30 horas) y

otra en las tardes (15:30 horas). Los bebederos eran lavados antes del suministro del agua y desinfectados semanalmente para evitar la contaminación.

5.5.3.- Sanidad

Antes de comenzar el trabajo experimental, las pozas fueron debidamente limpiadas, flameadas con fuego y desinfectadas, como medida de prevención; para lo cual se aplicó un potente desinfectante con un atomizador, dejándola secar por tres días; para finalmente tratarlas con una capa de cal.

Como prevención para evitar la presencia de parásitos externos se aplicó sobre el lomo de los animales, una solución de fipronil al 10 %, con una dosis referencial de 1 ml/kg de peso corporal. Los problemas de neumonía fueron tratados con el producto comercial "piolín", sobre todo de manera preventiva, el cual está indicado para las infecciones del aparato respiratorio, y cuya dosis preventiva es de 1 g por cada 5 kg de peso vivo, disuelto en agua.

5.6.- Variables en estudio

5.6.1.- Variable independiente

Alimento balanceado con la inclusión de dos niveles de Complejo enzimático (0,035 % y 0,030 %).

5.6.2.- Variable dependiente

- Ganancia de peso vivo
- Consumo alimento
- Conversión alimenticia
- Rendimiento de carcasa
- Mérito económico

5.7.- Evaluaciones

5.7.1.- Peso vivo

Las evaluaciones se realizaron en forma semanal (cada 7 días) hasta la octava semana, donde se determinó la ganancia de peso vivo en los animales del experimento. Las evaluaciones (pesaje) de los animales se realizaron todos los viernes de cada semana, a la misma hora (8:30 a.m.) y estando los animales en ayunas, suprimiendo el alimento 12 horas antes.

5.7.2.- Método de beneficio

a. Recepción y Pesado: Los cuyes tuvieron un proceso de ayuno de 12 horas, lo que permite que el tracto intestinal esté con menor contenido y con una menor carga de bacterias entéricas.

b. Beneficio: Operación que consistió en desnucar al animal provocándole una insensibilidad, y posterior muerte y el proceso....

c. Escaldado: El pelado se realizó en una mesa de madera, cubierta de un plástico para mantener la higiene, así mismo se utilizó agua caliente para dicha actividad, por otro lado, aquellos animales que presentaron pelos adicionales fueron afeitados.

d. Eviscerado: se realizó la extracción de las vísceras (órganos digestivos, circulatorios, respiratorios y reproductivos) haciendo un corte en la zona ventral abdominal de arriba hacia abajo, se extrajo la vejiga, estómago, intestinos y vesícula, dejando en la carcasa los riñones, corazón e hígado, las vísceras fueron recibidas en el área de tratamiento de vísceras, en un recipiente de plástico; para así no producir una contaminación cruzada a la carcasa y luego se hizo un lavado del animal eviscerado.

5.7.3.- Ganancia de peso

Se llevó en forma semanal un registro de pesos, para luego por medio de la diferencia estimar la ganancia de peso en cada una de las etapas fisiológicas consideradas.

$$\text{Ganancia de peso, } g = (\text{Peso inicial (periodo)}) - (\text{Peso final (periodo)})$$

5.7.4.- Consumo de alimento en materia seca.

El consumo de alimento se determinó mediante la sumatoria del consumo diario del lote y dividido para el número de cuyes por tratamiento, realizándose esta actividad diariamente. Considerando así mismo el 6 % del peso vivo de los cuyes, para la cantidad de alimento suministrado.

$$\text{Consumo de alimento, } g = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Número de cuyes}}$$

5.7.5.- Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se calculó de acuerdo al consumo total de alimento en materia seca dividido para la ganancia de peso total en cada etapa.

$$\text{conversión alimenticia} = \frac{\text{consumo de alimento en materia seca (periodo)}}{\text{Ganancia de pes (periodo)}}$$

5.7.6.- Rendimiento de la carcasa

El rendimiento de carcasa se determinó en 15 cuyes (cinco por tratamiento) elegidos al azar. Todos los animales estaban en ayuno antes del sacrificio.

La carcasa incluyó: piel, cabeza, miembros anteriores y posteriores y vísceras rojas (corazón, pulmones, hígado y riñones); así mismo se hizo el pesaje en la etapa post mortem, aproximadamente 6 horas después del beneficio.

$$\text{RC} = \frac{(\text{Peso de la carcasa en gramos } \times 100)}{\text{Peso vivo referido}}$$

5.7.7.- Mérito económico

Es un indicador parcial de rentabilidad que considera el ingreso y los egresos de mayor importancia (costo inicial del cuy y la alimentación). Se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$M.E. = \frac{VF - (VI + C.A.) * 100}{(VI + C.A.)}$$

Donde:

M.E. = Mérito económico

VI = Valor Inicial (se consideró S/ 10,00 por cada cuy).

VF = Valor Final (se consideró el peso final del cuy, multiplicado por S/. 25,00)

C.A. = Costo de alimentación

5.8.- Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 3 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estuvo conformada por cinco cuyes alojados en una poza. El modelo aditivo lineal será el siguiente:

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

Donde:

Y_{ij}: Observación en el tratamiento k-ésimo de un Diseño Completo al Azar.

μ: Media general de las observaciones.

T_i: Efecto del i-esimo tratamiento (niveles de complejo enzimático).

e_{ij}: Error aleatorio.

Las ganancias de peso, el consumo de alimento y el rendimiento de carcasa fueron evaluados usando el programa estadístico INFOSTAT para la prueba de Análisis de Varianza. Para la comparación de los promedios se utilizó la prueba de TUKEY con una confiabilidad de 0,05 %.

CAPITULO VI

6.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1.- Parámetros productivos

6.1.1.- Peso vivo y ganancia de peso

Los resultados de los pesos iniciales, crecimiento y pesos finales de cuyes correspondiente hasta la octava semana de evaluación, se encuentran en la tabla 7, mientras que las ganancias de peso total y por tratamiento se encuentran en la tabla 8. Así mismo, se muestran en detalle los pesos semanales y ganancias de pesos, semanales y diarios en los Anexos 1 y 2.

Al realizar el análisis de variancia de los pesos finales y ganancia de peso, se encontró diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos; siendo el T3 (complejo enzimático al 0,035 %) el tratamiento con mayor peso final (1 053,40 g) y mayor ganancia de peso (722,07 g). Estos resultados muestran que, a un mayor nivel de complejo enzimático, se obtiene un buen comportamiento productivo en relación al peso final y a la ganancia de peso, por lo tanto, indicarían que el nivel de complejo enzimático del T3 incluidos en las dietas de los cuyes, mejora los pesos finales para la etapa de crecimiento y acabado en cuyes machos mejorados.

Tabla 6.- Comparación de promedios de los pesos por etapas y por tratamiento de los cuyes machos mejorados (g/cuy) (Tukey)

| Tratamientos | Peso inicial (g) | Crecimiento (g) | Peso final (g) |
|--------------|------------------|-----------------|----------------|
| T1 | 335,67 a | 606,53 ab | 895,00 b |
| T2 | 345,33 a | 641,60 b | 954,60 b |
| T3 | 331,33 a | 557,60 a | 1 053,40 a |
| C.V. | 8,37 % | 9,51 % | 9,52 % |

Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). T1 (Testigo), T2: (0,030 % de complejo enzimático), T3: (0,035 % de complejo enzimático), C.V. = Coeficiente de Variación. Peso inicial = etapa de destete, Crecimiento = 4 semanas, Peso final (acabado) = 8 semanas.

Tabla 7.- Comparación de promedios de ganancia de peso total por tratamientos de los cuyes machos mejorados(g/cuy) (Tukey)

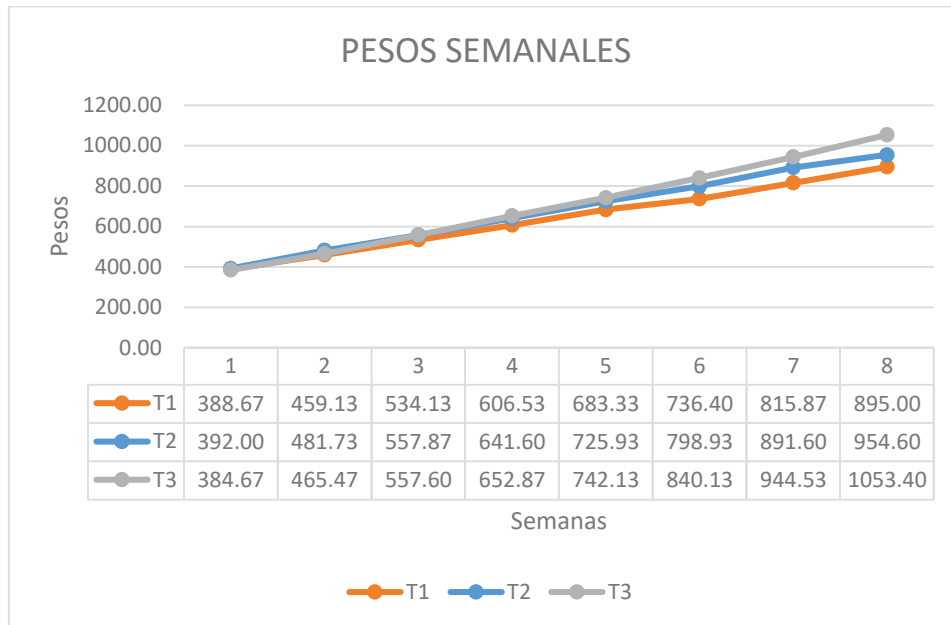
| Tratamientos | Crecimiento (g) | Acabado (g) | Ganancia total (g) |
|---------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|
| T1 | 270,87 b | 288,47 b | 559,33 a |
| T2 | 296,27 ab | 318,07 b | 604,93 b |
| T3 | 321,53 a | 400,53 a | 722,07 b |
| C.V. | 11,95 % | 10,32 % | 10,64 % |

Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). T1 (Testigo), T2: (0,030 % de complejo enzimático), T3: (0,035 % de complejo enzimático), C.V. = Coeficiente de Variación. Peso inicial = etapa de destete, Crecimiento = 4 semanas, Ganancia total = crecimiento + acabado.

Benaola (2018) y Guerra (2015) ambos no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) para la variable de Pesos finales; sin embargo, los resultados para la variable de ganancia de peso, reportados por Guerra, si existió diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P < 0,05$) a favor del T2 (con inclusión de complejo enzimático); mientras que el tratamiento control fue el que reportó menor ganancia de peso, datos que son similares al presente trabajo.

Así mismo Soplá (2017) reportó que no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos para los pesos finales, ni la ganancia de pesos, resultados que no corroboran el presente trabajo

Figura 8.- Promedios de pesos semanales de cuyes machos mejorados por tratamiento (gr/cuy)



En los resultados de la Figura 8, se muestra una tendencia de mayores pesos para el T3. Para el caso del tratamiento control se observa que mantiene pesos similares hasta la tercera semana con el T2 y T3, para posteriormente reportar menores incrementos de peso y ganancia de peso hasta la octava semana. Estos datos reportados indican que la inclusión de complejo enzimático en los niveles adecuados mejora la degradación de nutrientes presentes en la dieta, los cuales se reflejan en la ganancia de peso durante toda la etapa experimental.

6.1.2.- Consumo de materia seca

Los resultados de los consumos de alimento se observan en la tabla 9, donde se muestran los consumos por etapas de crianza y por tratamientos. En el análisis de variancia para el consumo total de materia seca en todo el período de crianza (destete – octava semana), no se encontró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos evaluados; lo que indicaría que la utilización de complejo enzimático no mejora el consumo de materia seca frente al tratamiento control; sin embargo, si bien es cierto que la prueba estadística de tukey no determinó diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, si se observan diferencias numéricas siendo el T3 (Complejo enzimático al 0,035 %), el tratamiento que reportó el mayor consumo (2 770,10 g).

Tabla 8.- Comparación de promedios de Consumo de materia seca por etapas de crianza y tratamiento en cuyes machos mejorados (g/cuy) (Tukey)

| Tramamiento | Crecimiento (g) | Acabado(g) | Consumo total(g) |
|--------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|
| T1 | 1 031,12 a | 1 510,85 a | 2 541,97 a |
| T2 | 1 066,74 a | 1 611,85 a | 2 678,59 a |
| T3 | 1 079,42 a | 1 699,68 a | 2 779,10 a |
| C.V. | 4,07 % | 5,62 % | 4,86 % |

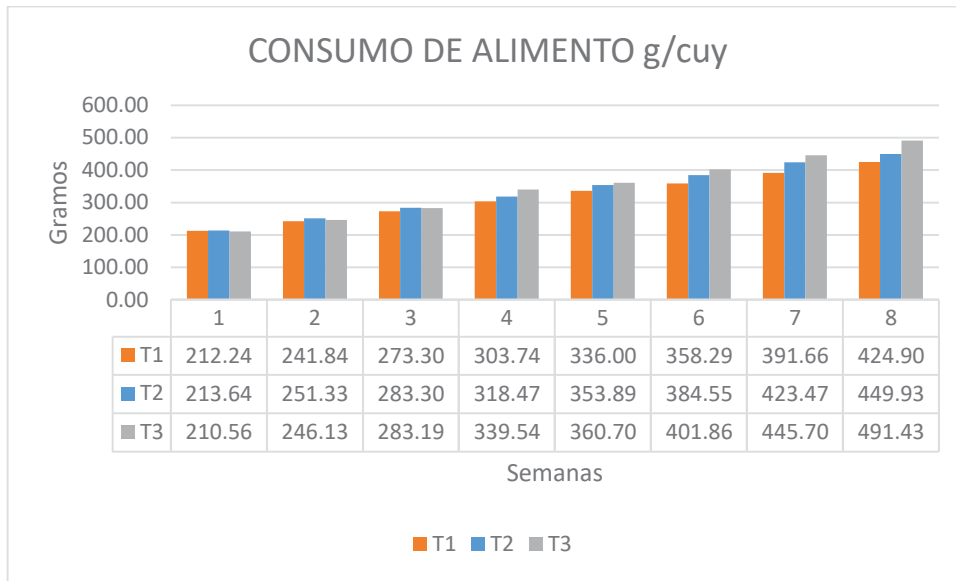
Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). T1 (Testigo), T2: (0,030 % de complejos enzimáticos), T3: (0,035 % de complejos enzimáticos), C.V. = Coeficiente de Variación. Peso inicial = etapa de destete, Crecimiento = 4 semanas, Consumo total = crecimiento + acabado.

Estos datos corroboran los citados por Bernaola (2018) quien reportó que, en términos de consumo de materia seca, no se observaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) a la suplementación con complejo enzimático.

Resultados similares obtuvo Sopla (2017) quien reportó que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre sus tratamientos para la variable consumo de materia seca; sin embargo, observó que el tratamiento control (T1) sin complejo enzimático mostró el mayor consumo durante todo el ensayo (40,45g/animal/día); mientras que el presente trabajo muestra los más altos consumos de materia seca en el tratamiento que tuvo el más alto nivel de inclusión de complejo enzimático (T3).

Guerra (2015) por su parte no corrobora el presente trabajo, ya que, si reportó diferencias estadísticas significativas al consumo de materia seca, observando que a mayor incremento de complejo enzimático existió una mejor respuesta de consumo de materia seca total.

Figura 9.- Promedios de consumo semanal de materia seca por tratamiento (kg/MS/ cuy)



En la figura 9, observamos que hasta la tercera semana hubo un consumo similar entre los 3 tratamientos, posteriormente a partir de la semana 4 el T3 (Complejo enzimático al 0,035 %), reportó mayor consumo de materia seca en comparación al T2 (Complejo enzimático al 0,030 %) y al tratamiento control hasta la semana 8 del trabajo experimental. De igual forma el T2 mantuvo un mayor consumo frente al tratamiento control desde la semana 4 hasta la semana 8. En tal sentido la inclusión de complejo enzimático en las dietas, tiene un impacto positivo, ya que promueve el mayor consumo de alimento para un mejor aprovechamiento acelerando las reacciones bioquímicas en el organismo (Montero, 1997).

6.1.3.- Conversión Alimenticia

Los resultados de los consumos de alimento se observan en la tabla 10, donde se muestran los consumos por etapas de crianza y por tratamientos. En el análisis de variancia para la conversión alimenticia en todo el periodo de crianza (destete – octava semana), no se encontró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos evaluados; lo que indicaría que la utilización de complejo enzimático no mejora la conversión alimenticia frente al tratamiento control.

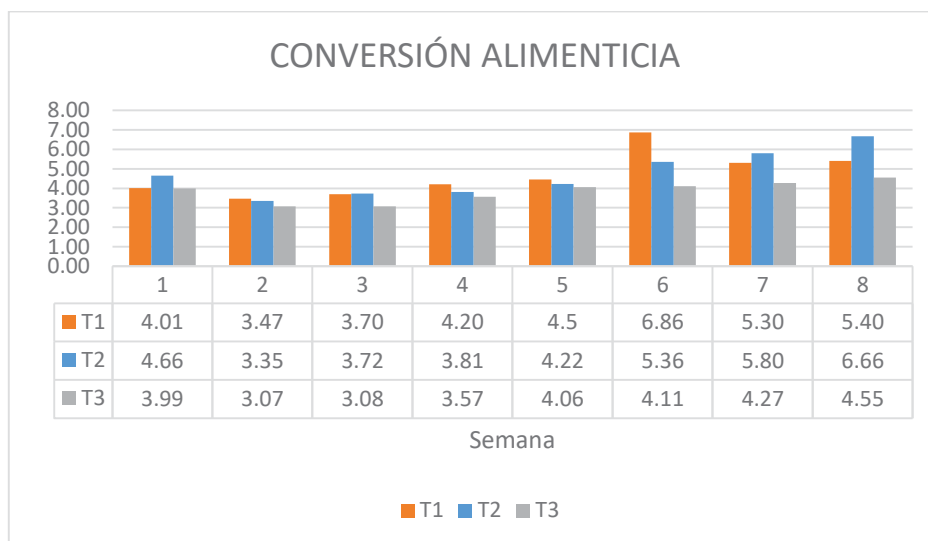
Tabla 9.- Comparación de promedios de Conversión alimenticia por etapas de crianza en cuyes machos mejorados (Tukey)

| Tratamientos | Crecimiento (g) | Acabado (g) | Conversión total(g) |
|--------------|-----------------|-------------|---------------------|
| T1 | 3,81 a | 5,27 a | 4,55 a |
| T2 | 3,67 a | 5,25 a | 4,49 a |
| T3 | 3,36 a | 4,25 b | 3,85 a |
| C.V. | 8,84 % | 6,59 % | 7,00 % |

Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$). T1 (Testigo), T2: (0,030 % de complejos enzimáticos), T3: (0,035 % de complejos enzimáticos), C.V. = Coeficiente de Variación. Peso inicial = etapa de destete, Crecimiento = 4 semanas, conversión total = crecimiento + acabado.

En el presente trabajo el tratamiento que mostró mejores resultados de conversión alimenticia fue el tratamiento con mayores niveles de complejo enzimático (T3); sin embargo, Bernaola (2018) y Soplá (2017), reportaron que la conversión alimenticia más eficiente corresponde a la dieta sin complejo enzimático, esto probablemente a la diferencia de los niveles de complejo enzimático; así mismo a las condiciones medioambientales en las que se trabajó, ya que este trabajo fue realizado en la sierra mientras que los trabajos de Bernaola y Soplá se realizaron en la costa.

Figura 10.- Promedios de la conversión alimenticia por semanas y por tratamiento



Como se observa en la Figura 10, el T3 mantuvo una conversión alimenticia baja frente a los otros T1 y T2, el T2 sin embargo también fue menor frente al tratamiento control, este mantuvo la más alta conversión alimenticia hasta la sexta semana donde alcanzó una conversión superior en comparación a las semanas anteriores. Las últimas 2 semanas reporta las menores conversiones desde la segunda semana hasta la octava semana. En tal sentido, el uso de complejos enzimáticos al mejorar el consumo de materia seca, incrementa una mayor ganancia de peso por una mejor eficiencia en la asimilación de nutrientes, obteniendo así mejores conversiones alimenticias.

6.1.4.- Evaluación del rendimiento de carcasa

De acuerdo a los resultados en el análisis de los resultados con respecto al rendimiento de carcasa, no se encontró diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos, como se observa en la tabla 11. Los cuyes alimentados con niveles de complejos enzimáticos en las dietas T2 (Complejo enzimático al 0,030 %) y T3 (Complejo enzimático al 0,035 %) presentaron un rendimiento de carcasa similar a los del tratamiento control. Demostrando que se encontraron respuestas productivas muy similares; lo que indicaría que los complejos enzimáticos no tienen efecto en el rendimiento de carcasa.

Tabla 10.- Comparación de promedios del Rendimiento de Carcasa por tratamientos de cuyes machos mejorados por tratamiento (Tukey)

| Tratamientos | Nivel de complejo enzimático (%) | Peso vivo (g) | Peso carcasa (g) | Rendimiento (%) |
|---------------------|---|----------------------|-------------------------|------------------------|
| T1 | Testigo | 1002,80 a | 757,60 a | 67,85 a |
| T2 | 0,030 | 1056,00 a | 717,20 a | 68,06 a |
| T3 | 0,035 | 1111,20 a | 681,40 a | 67,85 a |

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$). T1 (Testigo), T2: (0,030 g de complejos enzimáticos), T3: (0,035 g de complejos enzimáticos), C. V = Coeficiente de Variación.

Estos datos corroboran lo citado por Bernaola (2018) y Sopla (2017) quienes manifiestan que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$) para el rendimiento de carcasa. Además, Bernaola (2018) muestra una leve diferencia numérica a favor del tratamiento con mayor inclusión de complejos enzimáticos, con un rendimiento de carcasa de 69,43%, siendo el T2 (Complejo enzimático al 0,1 %) el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento de carcasa datos muy similares a los reportados por al presente trabajo, donde también el mejor rendimiento de carcasa lo obtuvo el T2 (Complejo enzimático al 0,30 %) ; sin embargo Sopla muestra que el tratamiento con mejores rendimientos de carcasa fue para el control (73,05 %).

6.2.- Merito económico

En la tabla 12 se muestra el costo de alimentación promedio por cuy durante todo el experimento, posteriormente en la tabla 13 se indica el valor inicial, valor final y mérito económico promedio por cuy durante todo el experimento. De acuerdo a lo reportado se puede observar que el mejor indicador parcial de rentabilidad, mérito económico, se encontró con el T3 (Complejo enzimático al 0,035 %), esto puede atribuirse a los mejores incrementos de peso que mostraron los animales suplementados con complejo enzimático.

Así mismo se observa que el mayor costo de alimentación también lo reporto el T3 (Complejo enzimático al 0,035 %), lógicamente por la inclusión del aditivo; los cuyes que tuvieron menor costo de alimentación fueron los cuyes a los que no se les suplementó con complejos enzimáticos; sin embargo, al análisis económico no lograron el mejor indicador de rentabilidad, lo cual refleja que no siempre tener el menor costo de alimentación influye en la rentabilidad del proceso productivo pecuario.

Tabla 11.- Costo de alimentación promedio por cuy, según tratamiento

| Tratamientos | Consumo FV, kg | Costo/kg (S/) | Costo FV (S/) | Consumo balanceado o Kg | Costo/kg (S/) | Costo balanceado (S/) | Costo Alimentación (S/) |
|--------------|----------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| T1 | 2,80 | 0,100 | 2,80 | 2,54 | 1,49 | 3,785 | 6,585 |
| T2 | 2,80 | 0,100 | 2,80 | 2,68 | 1,52 | 4,074 | 6,874 |
| T3 | 2,80 | 0,100 | 2,80 | 2,78 | 1,55 | 4,309 | 7,109 |

Dónde: T1: Testigo, T2: 0,030 % de complejo enzimático, T3: 0,035 % de complejo enzimático.

Consumo de FV (forraje verde) en kg: Se determinó con el consumo de alfalfa diario por cuy que fue de 50 g multiplicado por las 8 semanas (56 días) para todos los tratamientos.

Costo de FV: Se determinó multiplicando la cantidad de forraje consumida por los cuyes (2,80 g) por el costo del mercado (s/ 1,00).

Consumo de concentrado en kg: Se determinó con el consumo de concentrado diario por cuy para cada tratamiento multiplicado por las 8 semanas (56 días)

Costo de Concentrado: Se determinó multiplicando la cantidad de alimento balanceado consumido por los cuyes para cada tratamiento por el costo.

Costo de alimentación: Se determinó sumando el costo de FV más el costo del alimento balanceado para cada tratamiento respectivamente.

Tabla 12.- Valor inicial, valor final y mérito económico promedio por cuy durante todo el experimento.

| Tratamientos | Valor Inicial S/ | Peso final, g | Precio/kg S/ | Valor Final S/ | Costo Alimentación, S/ | Mérito Económico % |
|--------------|------------------|---------------|--------------|----------------|------------------------|--------------------|
| T1 | 10,00 | 895,00 | 25,00 | 22,38 | 6,585 | 34,94 |
| T2 | 10,00 | 954,60 | 25,00 | 23,88 | 6,874 | 41,52 |
| T3 | 10,00 | 1 053,4 | 25,00 | 26,33 | 7,109 | 53,90 |

Dónde: T1: Testigo, T2: 0,030 % de complejos enzimáticos, T3: 0,035 % de complejos enzimáticos.

Valor inicial S/: Es el precio de compra de los cuyes que fue de S/ 10.00 por cuy.

Precio/ Kg: Se estimó con el precio actual de la carne de cuy por kg, que es de S/ 25.00

Valor final: Se determinó multiplicando el peso final de cada tratamiento por 100 dividido entre el Precio/kg (S/ 25.00) del cuy.

Los datos son similares a lo reportado por Bernaola (2018), quien determinó el efecto de la adición de niveles de complejos enzimáticos en la dieta de cuyes en crecimiento sobre los parámetros productivos, donde se observó que el mayor costo de producción lo reportó el T3 con mayores niveles de complejos enzimáticos; seguido del tratamiento 2 y finalmente el tratamiento 1, al cual no se le añadió complejo enzimático. Sin embargo, el mayor mérito económico, lo reportó el tratamiento 1 (testigo) frente a los tratamientos 2 y 3, mientras que en el presente trabajo lo reportó también el T3.

De igual manera Guerra (2015), al evaluar el efecto del uso de complejos enzimáticos en cuyes en crecimiento; observó que el mayor costo se reportó en el T3, seguido del T2 y finalmente el T1, el cual representó el más económico de aquellos que fueron adicionados con enzimas digestivas, lógicamente, ya que no fueron adicionadas dichas enzimas. Así mismo el T2 fue el que obtuvo mayor mérito económico, seguido por el Experimental 1 y finalmente se ubicó el T3 con el menor mérito económico.

VII. CONCLUSIONES

1.- De acuerdo a los resultados encontrados para los parámetros productivos se obtuvo:

a) En los parámetros productivos de peso final y ganancia de peso los tratamientos con inclusión de complejos enzimáticos, reportaron valores más altos valores, en comparación al tratamiento control; por lo tanto, indicarían que la inclusión de complejos enzimáticos en las dietas de los cuyes machos mejorados, mejora estos parámetros productivos en para las etapas de crecimiento y acabado.

b) El uso de complejo enzimático no tuvo efecto positivo en la mejora de los parámetros productivos de: consumo de materia seca, conversión alimenticia, ni rendimiento de carcasa.

3.- El mayor mérito económico se obtuvo con el tratamiento 3 (Con complejo enzimático al 0.035%) con 53,90 % y un valor final de 23,33 soles por cuy.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó este experimento, se hacen las siguientes recomendaciones:

- El suministro de complejos enzimáticos determino un mayor incremento de peso de los animales; por lo que se recomienda incluir en las dietas de los cuyes, en concentraciones al 0,035 %, para la obtención de mejores resultados productivos.
- Realizar trabajos utilizando concentraciones mayores de complejos enzimáticos, esperando se obtengan resultados superiores a los obtenidos en este estudio.
- Se recomienda realizar investigaciones de suministro de complejos enzimáticos con animales de ambos sexos.
- Realizar nuevas investigaciones comparando el comportamiento de los cuyes mejorados y nativos bajo la influencia complejos enzimáticos.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Alcarraz, M., Flores, A., & Godoy, J. (2010). Producción de celulasas por Inmovilización Celular para el tratamiento de efluentes Industriales Lignocelulósicos. *Revista del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias geográficas*(Vol 13 (Nº 26):), 5-6.
- Aliaga. (2009). *Producción de cuyes*. Lima, PERU: Fondo editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae.
- Aliaga, L. (2001). *Crianza de Cuyes. Proyecto sistema de producción*. Lima - Perú: INIA. p. 2-29.
- Alltech. (11 de juni de 2010). *Allzyme Vegpro (en línea)*. Lima, Perú. Obtenido de <http://alltech.perulactea.com/2010/05/31/allzyme-vegpro/>
- Apajalahti, & Kettunen. (2003). Obtenido de Efecto de la dieta sobre la flora microbiana en el tracto gastrointestinal de aves (en línea): <http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/sumanpr.htm>
- Arroyo, O. 1. (1986). *Avances de investigación sobre cuyes en el Perú. Series de Informes Técnicos 7*. Lima, Lima, Perú: Lima: Proyecto PISA, INIPA, CIID, ACDI.
- Battilana . (2010). *Battilana Nutrición*. Obtenido de Battilana Nutrición: <http://www.battilana.biz/es/productos/aves/natuzyme>
- Bernaola, F. C. (2018). *Suplementación con un complejo enzimático en dietas balanceadas de crecimiento en cuyes mejorados (Cavia porcellus)*. Programa Nacional de Investigación de Cuyes del Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- BIBLIOTECA LA CHACRA. (1986). *Producción y crianza del Cuy*. Lima , Perú: Mercurio S.A.
- Biovet. (2008). Simposium Internacional.

- Blas, D., García, Gómez, & Cabaraño. (2002). *Restricciones a la formulación de piensos. Publicaciones del XVIII Curso de especialización FEDNA, Recuperado el 12 de Mayo del 2001.* Barcelona-España.
- Cadena, S. (2005). *Cuyes: Crianza casera y comercial.* Quito Ecuador.
- Canchingnia, M. (2012). *Probiótico lactina (abg2210138) más enzimas (ssf) en dietas a base de palmiste en crecimiento engorde de cuyes mejorados, Escuela superior politécnica de Chimborazo. Facultad de ciencias pecuarias escuela de ingeniería zootécnica.*
- Capecuy. (17 de octubre de 2016). Producción de cuy en en los últimos cinco años. (Agraria.pe, Ed.) "camara peruana de cuy", Agraria.pe.
- Carey, J. (1998). *Factores que influyen en la calidad del cascarón. Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica.* Publicaciones de Midia Relaciones S.A. .
- Castro, H. (2002). *Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar - el sector rural.* Universidad Técnica del Norte. p. 1-25.
- Ceccantini. (2008). *Complejo Enzimático con enzimas PNA y Fitasa y el Desempeño de Pollos Parrilleros con Dietas a base de maíz.*
- Chauca, & Muscari. (2001). *Mejoramiento por selección del cuy o cobayo peruano. Informe Programa de investigación en crianzas familiares.* Lima: Proyecto cuyes del INIA.
- Chauca, F. M. (2001). *Mejoramiento por selección del cuy o cobayo peruano. Informe Programa de investigación en crianzas familiares.* Lima: Proyecto cuyes del INIA.
- Chauca, L. (2007). *Producir una oferta de carne de cuy destinada a mercados exigentes de calidad. 11 Seminario Internacional del Cuy, Oportunidades de Negocio en el Mercado Nacional e Internacional.* Lima: ADEX. Lima, Perú.
- Cortés, C. (2002). *La Utilización de enzimas como aditivos en dietas para pollos de engorda.* . México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F.

- Cruz, O. H. (2008). *“Evaluación de cebada hidropónica (hordeum vulgare), maíz hidropónico (zea mays), alfalfa (medicago sativa) y mezcla forrajera en la alimentación de cuyes (cavia porcellus), en Antonio Ante, provincia Imbabura. Imbabura.*
- Danisco. (13 de Abril de 2012). *Animal Nutrition, Enzimas en la alimentación animal.* Recuperado el 2018, de Animal Nutrition, Enzimas en la alimentación animal.: www.engormix.com/avicultura/articulos/enzimas-alimentacion-animal-t29447.htm
- Estupiñan, E. (2003). *Crianza y manejo de cuyes. Cotopaxi. P. 7.* Universidad Técnica de Cotopaxi. .
- FAO. (2012). *El cuy generalidades, nutrición y reproducción.*
- FAO. (s.f.). *Peoducción de cuyes (cavia porcellus)-FAO.* Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura.
- Forat, M. (2005). *Effect of Supplementation with Allzyme ®Vegpro on Swine Performance and Feed Cost. Institute International de Investigation Animal. In Annual Symposium on Nutritional Biotechnologies in the feed and food industries 2.* Kentucky, USA.
- García L, M. V. (2012). *Caracterización de la actividad de las enzimas hidrolíticas localizadas en la región cecal de cuyes (cavia porcellus).* Lima, Perú: Perú. Tesis de grado. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina Veterinaria E. A. P. de Medicina Veterinaria.
- García, C. (2014). *Evaluación de tres enzimas comerciales sobre comportamiento productivo de cobayas reproductoras (Cavia porcellus) en la Irrigación Majes.* Arequipa, Caylloma: Universidad Católica de Santa María Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Gómez, & Vergara. (1993). *Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso nacional de capacitación en crianzas familiares.* Lima: INIA- EELM-EEBI.
- Guerra. (2015). *Evaluación del uso de dietas con tres niveles de enzimas digestivas en la alimentación de cuyes en la fase de crecimiento y*

- finalización*". Ecuador: Universidad central del Ecuador. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia.
- Guerra, C. 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"*. Quito, Ecuador : universidad central del Ecuador facultad de medicina veterinaria y zootecnia carrera de medicina . Quito, Ecuador : Universidad central del Ecuador facultad de medicina veterinaria y zootecnia carrera de medicina veterinaria y zootecnia.
- Guevara. (2004). Programa de formulación de alimentos balanceados MAXIMIZADOR.
- INEI. (2012). *IV Censo nacional agropecuario*.
- INIA. (2001). *Manual de cuyes "Mejora tu producción de cuyes"*.
- J, A., & Kettunen. (2003). Efecto de la dieta sobre la flora microbiana en el tracto gastrointestinal de aves . *XVIII Curso de especialización fedna*. Barcelona España.
- Kitchen, D. (1999). *Commercial performance response to vegpro™: Farm trials in the UK. In Annual Symposium Biotechnology in the feed industry 15*. Lancashire, UK, Kentucky, USA.
- Laboratorio de Análisis Químico UNSAAC. (2017). *Análisis químico de Alfalfa (medicago sativa) MOAPA de Kayra*. UNSAAC, Cusco. Recuperado el 07 de Marzo de 2017
- Liranzo, I. M. (2000). *Características de los cobayos*.
- López, & Calderón. (Julio/ Agosto de 2014). *PLANSTARPORCINO*. Obtenido de PLANSTARPORCINO:
<http://www.eumedia.es/portales/files/documentos/MG259STAR3.pdf>
- Martinez, R. (2006). *Proceso de nutrición y alimentación de los cuyes en sus diferentes etapas productivas, En memorias primer curso internacional de Cuyicultura*. Ibarra, Ecuador: ASOPRAN.
- Miguel, L. S. (2004). *Manual de Crianza de Animales*, p. 76. Cotopaxi: Lexus.

- Montero, C. (1997). *Manual de técnicas de histoquímica básica*,. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí,.
- Montoya, S. (2002). *Técnica de crianza de cuyes*. Quito - Ecuador: Producción Jacas.
- Mullo, L. (2009). *Aplicación del promotor natural de crecimiento (Sel-plex) en la alimentación de cuyes mejorados (Cavia porcellus) en la etapa de crecimiento - engorde y gestación lactancia*. Riobamba , Ecuador: Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Narváez, J. (2014). *Efecto de la suplementación alimenticia con levadura de cerveza (saccharomyces cereviciae) y promotores de crecimiento en la etapas de gestación y recría de cuyes (cavia porcellus)*. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Tumbaco-Pichincha. Ecuador.
- Núñez Torres, O. P. (s.f.). *Los costos de la alimentación en la producción pecuaria*. Tungurahua , Ecuador: Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Nutrición animal . (17 de febrero de 2017). *Nutrición animal MX*. Obtenido de Nutrición animal MX: <http://nutricionanimal.mx/glosario-nutricion-animal/amilasa>
- Nutritienda. (2010). *Nutritienda*. Obtenido de Nutritienda: <https://blog.nutritienda.com/celulasa/>
- Palomino, M. (2002). *Crianza y comercialización de cuyes*. Lima Peru: Ediciones Ripalme p. 135.
- Paulino, J. A. (11 de agosto de 2018). *Ventaco*. Obtenido de Ventaco: <https://www.vetanco.com/es/>
- Quispe, S. A. (2015). *Manejo Técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Lima: Cáritas el Perú .
- Ravindran. (2010). *FEDNA Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. Obtenido de FEDNA Fundación Española para el

Desarrollo de la Nutrición Animal:
http://fundacionfedna.org/sites/default/files/10CAP_I.pdf

Rebollar, M. (2002). *Evaluación de indicadores productivos en pollos de engorda al incluir maíz y pasta de soya extrudidos y malta de cebada (en línea)*. Universidad de Colima. Programa Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Colima, México. Recuperado el junio de 2018, de http://www.digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/pdf/Maria_Esmeralda_Rebollar_Serrano.pdf

Rivas., R. y. (2003). *Manual sobre el manejo de cuyes*. 50p .

Rodríguez, D. (2016). *Uso de Enzimas: Consideraciones prácticas y su influencia en los costos de producción del alimento en Ecuador*. Ecuador.

Rubio, A. (2010). *Modo de acción y beneficio económico en la utilización de fitasas y xilanasas en pollos de engorde*.

Serrano, V. (2002). *Cuy*. Quito Ecuador: Desde el Surco p. 21.

Sopla, H. (2017). *Utilización de gallinaza y de un complejo enzimático en la alimentación de cuyes raza Perú (Cavia porcellus L.) en etapa de recría*. Chachapoyas, Amazonas, Perú: Módulo de Investigación en Cuyes de la Estación Experimental de Chachapoyas de la Universidad Nacional de Amazonas.

Spring, Filer, & Rheinheimer. (1999). *Las enzimas: Métodos y aplicaciones en la industria de la alimentación animal. Biotecnología en la industria de la alimentación animal (Vol. VII.)*. México: Alltech México S.a.

Unknown. (19 de Octubre de 2013). *Blogspot.com*. Obtenido de Blogspot.com: <http://signosvitalesdelosanimales-afhd.blogspot.com/2013/10/cuy-cavia-porcellus-esta-especie.html>

Van Soest, J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. New York: Cornell University.

Vergara, A. (2008). *Anatomía del cuy*.

X. ANEXOS

Anexo 1.- Control de peso semanal por tratamientos y repeticiones (g).

| Tratamiento | Repetición | Peso inicial | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
|-------------|------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| T1 | T1-R1 | 320 | 390 | 484 | 528 | 600 | 650 | 689 | 742 | 803 |
| | T1-R1 | 350 | 400 | 498 | 555 | 645 | 688 | 735 | 818 | 925 |
| | T1-R1 | 250 | 280 | 323 | 393 | 459 | 545 | 607 | 680 | 748 |
| | T1-R1 | 370 | 450 | 546 | 599 | 664 | 759 | 802 | 898 | 1024 |
| | T1-R1 | 300 | 340 | 411 | 498 | 552 | 630 | 681 | 725 | 792 |
| | T1-R2 | 355 | 400 | 443 | 525 | 594 | 665 | 715 | 780 | 831 |
| | T1-R2 | 370 | 450 | 519 | 602 | 687 | 770 | 853 | 939 | 1048 |
| | T1-R2 | 350 | 390 | 440 | 504 | 587 | 643 | 700 | 759 | 811 |
| | T1-R2 | 360 | 420 | 517 | 580 | 654 | 725 | 800 | 886 | 950 |
| | T1-R2 | 360 | 400 | 503 | 596 | 645 | 702 | 756 | 839 | 941 |
| | T1-R3 | 310 | 360 | 411 | 501 | 595 | 645 | 725 | 813 | 876 |
| | T1-R3 | 290 | 340 | 384 | 471 | 512 | 606 | 652 | 739 | 813 |
| | T1-R3 | 350 | 420 | 443 | 550 | 642 | 759 | 776 | 891 | 960 |
| | T1-R3 | 370 | 420 | 523 | 592 | 653 | 776 | 817 | 928 | 1024 |
| | T1-R3 | 330 | 370 | 442 | 518 | 609 | 687 | 738 | 801 | 879 |
| | | Promedio | 335,67 | 388,67 | 459,13 | 534,13 | 606,53 | 683,33 | 736,4 | 815,87 |

| Tratamiento | Repetición | Peso inicial | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
|-----------------|------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| T2 | T2-R1 | 350 | 390 | 471 | 524 | 607 | 698 | 767 | 856 | 950 |
| | T2-R1 | 340 | 390 | 424 | 492 | 544 | 601 | 678 | 761 | 843 |
| | T2-R1 | 360 | 410 | 487 | 590 | 691 | 750 | 797 | 933 | 982 |
| | T2-R1 | 350 | 400 | 481 | 528 | 644 | 740 | 793 | 919 | 958 |
| | T2-R1 | 380 | 420 | 570 | 663 | 705 | 773 | 834 | 948 | 988 |
| | T2-R2 | 350 | 380 | 435 | 503 | 580 | 642 | 704 | 782 | 848 |
| | T2-R2 | 340 | 360 | 409 | 480 | 554 | 621 | 687 | 738 | 817 |
| | T2-R2 | 380 | 430 | 510 | 598 | 689 | 766 | 854 | 902 | 995 |
| | T2-R2 | 360 | 410 | 429 | 501 | 602 | 674 | 725 | 803 | 844 |
| | T2-R2 | 350 | 400 | 425 | 500 | 591 | 665 | 739 | 793 | 838 |
| | T2-R3 | 290 | 350 | 494 | 566 | 686 | 752 | 840 | 946 | 1030 |
| | T2-R3 | 280 | 340 | 449 | 544 | 612 | 768 | 898 | 943 | 997 |
| | T2-R3 | 360 | 410 | 592 | 663 | 735 | 878 | 923 | 1049 | 1105 |
| | T2-R3 | 340 | 400 | 583 | 634 | 710 | 814 | 897 | 1047 | 1088 |
| | T2-R3 | 350 | 390 | 467 | 582 | 674 | 747 | 848 | 954 | 1036 |
| Promedio | | 345,33 | 392 | 481,73 | 557,87 | 641,6 | 725,93 | 798,93 | 891,6 | 954,6 |

| Tratamiento | Repetición | Peso inicial | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| T3 | T3-R1 | 340 | 390 | 467 | 556 | 642 | 741 | 839 | 935 | 1032 |
| | T3-R1 | 340 | 390 | 476 | 568 | 660 | 745 | 830 | 939 | 1045 |
| | T3-R1 | 350 | 450 | 553 | 660 | 772 | 888 | 990 | 1122 | 1224 |
| | T3-R1 | 350 | 400 | 499 | 587 | 675 | 767 | 856 | 940 | 1028 |
| | T3-R1 | 330 | 390 | 484 | 574 | 686 | 765 | 873 | 980 | 1072 |
| | T3-R2 | 290 | 340 | 391 | 487 | 596 | 690 | 801 | 911 | 1016 |
| | T3-R2 | 320 | 350 | 428 | 499 | 578 | 654 | 740 | 841 | 919 |
| | T3-R2 | 350 | 410 | 505 | 616 | 721 | 825 | 940 | 1082 | 1251 |
| | T3-R2 | 340 | 400 | 498 | 589 | 678 | 764 | 871 | 980 | 1095 |
| | T3-R2 | 340 | 380 | 450 | 565 | 645 | 759 | 864 | 940 | 1054 |
| | T3-R3 | 330 | 380 | 464 | 569 | 634 | 728 | 840 | 970 | 1075 |
| | T3-R3 | 320 | 370 | 418 | 526 | 663 | 723 | 809 | 899 | 1002 |
| | T3-R3 | 310 | 370 | 455 | 534 | 616 | 698 | 777 | 864 | 987 |
| | T3-R3 | 300 | 340 | 398 | 478 | 592 | 683 | 779 | 870 | 999 |
| | T3-R3 | 360 | 410 | 496 | 556 | 635 | 702 | 793 | 895 | 1002 |
| Promedio | 331,33 | 384,67 | 465,47 | 557,6 | 652,87 | 742,13 | 840,13 | 944,53 | 1053,4 | |

Anexo 2.- Ganancias de peso semanal por tratamientos y repeticiones (g).

| Tratamientos | Repetición | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Total |
|--------------|------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| T1 | T1-R1 | 70 | 94 | 44 | 72 | 50 | 39 | 53 | 61 | 483 |
| | T1-R1 | 50 | 98 | 57 | 90 | 43 | 47 | 83 | 107 | 575 |
| | T1-R1 | 30 | 43 | 70 | 66 | 86 | 62 | 73 | 68 | 498 |
| | T1-R1 | 80 | 96 | 53 | 65 | 95 | 43 | 96 | 126 | 654 |
| | T1-R1 | 40 | 71 | 87 | 54 | 78 | 51 | 44 | 67 | 492 |
| | T1-R2 | 45 | 43 | 82 | 69 | 71 | 50 | 65 | 51 | 476 |
| | T1-R2 | 80 | 69 | 83 | 85 | 83 | 83 | 86 | 109 | 678 |
| | T1-R2 | 40 | 50 | 64 | 83 | 56 | 57 | 59 | 52 | 461 |
| | T1-R2 | 60 | 97 | 63 | 74 | 71 | 75 | 86 | 64 | 590 |
| | T1-R2 | 40 | 103 | 93 | 49 | 57 | 54 | 83 | 102 | 581 |
| | T1-R3 | 50 | 51 | 90 | 94 | 50 | 80 | 88 | 63 | 566 |
| | T1-R3 | 50 | 44 | 87 | 41 | 94 | 46 | 87 | 74 | 523 |
| | T1-R3 | 70 | 23 | 107 | 92 | 117 | 17 | 115 | 69 | 610 |
| | T1-R3 | 50 | 103 | 69 | 61 | 123 | 41 | 111 | 96 | 654 |
| | T1-R3 | 40 | 72 | 76 | 91 | 78 | 51 | 63 | 78 | 549 |
| | | Promedio | 53 | 70,47 | 75 | 72,4 | 76,8 | 53,07 | 79,47 | 79,13 |

| Tratamientos | Repetición | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Total |
|--------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|
| T2 | T2-R1 | 40 | 81 | 53 | 83 | 91 | 69 | 89 | 94 | 600 |
| | T2-R1 | 50 | 34 | 68 | 52 | 57 | 77 | 83 | 106 | 527 |
| | T2-R1 | 50 | 77 | 103 | 101 | 59 | 47 | 136 | 49 | 622 |
| | T2-R1 | 50 | 81 | 47 | 116 | 96 | 53 | 126 | 39 | 608 |
| | T2-R1 | 40 | 150 | 93 | 42 | 68 | 61 | 114 | 92 | 660 |
| | T2-R2 | 30 | 55 | 68 | 77 | 62 | 62 | 78 | 66 | 498 |
| | T2-R2 | 20 | 49 | 71 | 74 | 67 | 66 | 51 | 79 | 477 |
| | T2-R2 | 50 | 80 | 88 | 91 | 77 | 88 | 48 | 93 | 615 |
| | T2-R2 | 50 | 19 | 72 | 101 | 72 | 51 | 78 | 41 | 484 |
| | T2-R2 | 50 | 25 | 75 | 91 | 74 | 74 | 54 | 45 | 488 |
| | T2-R3 | 60 | 144 | 72 | 120 | 66 | 88 | 106 | 84 | 740 |
| | T2-R3 | 60 | 109 | 95 | 68 | 156 | 130 | 45 | 54 | 717 |
| | T2-R3 | 50 | 182 | 71 | 72 | 143 | 45 | 126 | 56 | 745 |
| | T2-R3 | 60 | 183 | 51 | 76 | 104 | 83 | 150 | 41 | 748 |
| | T2-R3 | 40 | 77 | 115 | 92 | 73 | 101 | 106 | 82 | 686 |
| | Promedio | | 46,67 | 89,73 | 76,13 | 83,73 | 84,33 | 73 | 92,67 | 68,07 |

| Tratamientos | Repetición | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 | Total |
|--------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| T3 | T3-R1 | 50 | 77 | 89 | 86 | 99 | 98 | 96 | 97 | 692 |
| | T3-R1 | 50 | 86 | 92 | 92 | 85 | 85 | 109 | 106 | 705 |
| | T3-R1 | 100 | 103 | 107 | 112 | 116 | 102 | 132 | 102 | 874 |
| | T3-R1 | 50 | 99 | 88 | 88 | 92 | 89 | 84 | 88 | 678 |
| | T3-R1 | 60 | 94 | 90 | 112 | 79 | 108 | 107 | 92 | 742 |
| | T3-R2 | 50 | 51 | 96 | 109 | 94 | 111 | 110 | 105 | 726 |
| | T3-R2 | 30 | 78 | 71 | 79 | 76 | 86 | 101 | 78 | 599 |
| | T3-R2 | 60 | 95 | 111 | 105 | 104 | 115 | 142 | 169 | 901 |
| | T3-R2 | 60 | 98 | 91 | 89 | 86 | 107 | 109 | 115 | 755 |
| | T3-R2 | 40 | 70 | 115 | 80 | 114 | 105 | 76 | 114 | 714 |
| | T3-R3 | 50 | 84 | 105 | 65 | 94 | 112 | 130 | 105 | 745 |
| | T3-R3 | 50 | 48 | 108 | 137 | 60 | 86 | 90 | 103 | 682 |
| | T3-R3 | 60 | 85 | 79 | 82 | 82 | 79 | 87 | 123 | 677 |
| | T3-R3 | 40 | 58 | 80 | 114 | 91 | 96 | 91 | 129 | 699 |
| | T3-R3 | 50 | 86 | 60 | 79 | 67 | 91 | 102 | 107 | 642 |
| | Promedio | | 53,33 | 80,8 | 92,13 | 95,27 | 89,27 | 98 | 104,4 | 108,87 |

Anexo 3.- Consumo de materia seca semanal por tratamientos y repeticiones (g).

| REPETICIÓN | SEMANAS | | | | | | | | TOTAL |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| R1 | 205.24 | 239.01 | 265.02 | 294.28 | 323.85 | 344.18 | 373.49 | 409.53 | 2454.59 |
| R2 | 222.04 | 252.45 | 284.79 | 315.03 | 343.42 | 370.22 | 402.05 | 433.80 | 2623.80 |
| R3 | 209.44 | 234.05 | 270.09 | 301.92 | 340.73 | 360.47 | 399.45 | 431.37 | 2547.52 |
| PROMEDIO | 212.24 | 241.84 | 273.30 | 303.74 | 336.00 | 358.29 | 391.66 | 424.90 | 2541.97 |
| R1 | 217.84 | 253.37 | 283.95 | 317.04 | 348.21 | 374.00 | 420.03 | 445.56 | 2660.00 |
| R2 | 215.32 | 234.47 | 265.89 | 302.34 | 331.91 | 360.56 | 386.51 | 413.73 | 2510.73 |
| R3 | 207.76 | 266.14 | 300.08 | 336.03 | 381.56 | 419.10 | 463.88 | 490.50 | 2865.04 |
| PROMEDIO | 213.64 | 251.33 | 283.30 | 318.47 | 353.89 | 384.55 | 423.47 | 449.93 | 2678.59 |
| R1 | 218.68 | 257.24 | 296.38 | 337.54 | 377.10 | 417.59 | 461.94 | 502.68 | 2869.16 |
| R2 | 206.92 | 244.75 | 280.50 | 368.31 | 359.13 | 403.14 | 448.34 | 497.14 | 2808.23 |
| R3 | 206.08 | 236.40 | 272.69 | 312.76 | 345.86 | 384.83 | 426.83 | 474.46 | 2659.92 |
| PROMEDIO | 210.56 | 246.13 | 283.19 | 339.54 | 360.70 | 401.86 | 445.70 | 491.43 | 2779.10 |

Anexo 4.- Conversiones alimenticias semanal y por tratamientos.

| SEMANA | TRATAMIENTO | | REPETICIONES | | | PROMEDIO |
|--------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | R1 | R2 | R3 | |
| 1 | T1 | | 3.80 | 4.19 | 4.03 | 4.01 |
| 2 | T1 | | 2.97 | 4.06 | 3.37 | 3.47 |
| 3 | T1 | | 4.26 | 3.70 | 3.15 | 3.70 |
| 4 | T1 | | 4.24 | 4.38 | 3.98 | 4.20 |
| 5 | T1 | | 4.60 | 5.08 | 3.69 | 4.46 |
| 6 | T1 | | 7.11 | 5.80 | 7.67 | 6.86 |
| 7 | T1 | | 5.35 | 5.30 | 5.26 | 5.30 |
| 8 | T1 | | 4.77 | 5.74 | 5.68 | 5.40 |
| | | TOTAL | 3.38 | 3.49 | 3.15 | 3.34 |
| 1 | T2 | | 4.74 | 5.38 | 3.85 | 4.66 |
| 2 | T2 | | 2.99 | 5.14 | 1.91 | 3.35 |
| 3 | T2 | | 3.90 | 3.55 | 3.71 | 3.72 |
| 4 | T2 | | 4.02 | 3.48 | 3.93 | 3.81 |
| 5 | T2 | | 4.42 | 4.71 | 3.52 | 4.22 |
| 6 | T2 | | 6.09 | 5.29 | 4.69 | 5.36 |
| 7 | T2 | | 6.80 | 6.25 | 4.35 | 5.80 |
| 8 | T2 | | 5.86 | 6.38 | 7.74 | 6.66 |
| | | TOTAL | 3.28 | 3.62 | 3.14 | 3.35 |
| 1 | T3 | | 3.53 | 4.31 | 4.12 | 3.99 |
| 2 | T3 | | 2.80 | 3.12 | 3.27 | 3.07 |
| 3 | T3 | | 3.18 | 2.90 | 3.16 | 3.08 |
| 4 | T3 | | 3.44 | 3.99 | 3.28 | 3.57 |
| 5 | T3 | | 4.00 | 3.79 | 4.39 | 4.06 |
| 6 | T3 | | 4.33 | 3.85 | 4.15 | 4.11 |
| 7 | T3 | | 4.37 | 4.17 | 4.27 | 4.27 |
| 8 | T3 | | 5.18 | 4.28 | 4.18 | 4.55 |
| | | TOTAL | 2.80 | 2.71 | 3.08 | 2.86 |

Anexo 5.- Rendimiento de carcasa por tratamiento.

| Tratamientos | Peso vivo | Peso carcasa | % de carcasa |
|---------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| T1 | 1 024 | 697 | 68,07 |
| T1 | 1 050 | 647 | 61,62 |
| T1 | 955 | 691 | 72,36 |
| T1 | 965 | 668 | 69,22 |
| T1 | 1 020 | 704 | 69,02 |
| Promedio | 1 002,80 | 681,40 | 68,06 |
| T2 | 1 034 | 704 | 68,09 |
| T2 | 1 006 | 665 | 66,10 |
| T2 | 1 115 | 791 | 70,94 |
| T2 | 1 084 | 746 | 68,82 |
| T2 | 1 041 | 680 | 65,32 |
| Promedio | 1 056 | 717,20 | 67,85 |
| T3 | 1 220 | 804 | 65,90 |
| T3 | 1 008 | 695 | 68,95 |
| T3 | 1 235 | 882 | 71,42 |
| T3 | 1 095 | 762 | 69,59 |
| T3 | 998 | 645 | 64,63 |
| Promedio | 1 111,20 | 757,60 | 68,10 |

Anexo 6.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo inicial.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| P.I | 45 | 0.04 | 0.00 | 8.37 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|----------|----|--------|------|---------|
| Modelo. | 1541.11 | 2 | 770.56 | 0.97 | 0.3888 |
| TRATAMIENTOS | 1541.11 | 2 | 770.56 | 0.97 | 0.3888 |
| Error | 33490.00 | 42 | 797.38 | | |
| Total | 35031.11 | 44 | | | |

Anexo 7.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de la etapa de crecimiento.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| 30 DIAS | 45 | 0.28 | 0.25 | 9.51 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|----|----------|------|---------|
| Modelo. | 53400.71 | 2 | 26700.36 | 8.14 | 0.0010 |
| TRATAMIENTOS | 53400.71 | 2 | 26700.36 | 8.14 | 0.0010 |
| Error | 137758.93 | 42 | 3279.97 | | |
| Total | 191159.64 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=50.80663

Error: 3279.9746 gl: 42

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. | |
|--------------|--------|----|-------|-----|
| T2 | 641.60 | 15 | 14.79 | a |
| T1 | 606.53 | 15 | 14.79 | a b |
| T3 | 557.60 | 15 | 14.79 | b |

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

Anexo 8.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de la etapa de acabado

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| 60 DIAS | 45 | 0.35 | 0.32 | 9.52 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 192020.80 | 2 | 96010.40 | 11.30 | 0.0001 |
| TRATAMIENTOS | 192020.80 | 2 | 96010.40 | 11.30 | 0.0001 |
| Error | 356749.20 | 42 | 8494.03 | | |
| Total | 548770.00 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=81.76021

Error: 8494.0286 gl: 42

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. | |
|--------------|---------|----|-------|---|
| T3 | 1053.40 | 15 | 23.80 | a |
| T2 | 954.60 | 15 | 23.80 | b |
| T1 | 895.00 | 15 | 23.80 | b |

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

Anexo 9.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso de la etapa de crecimiento.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|-------------|----|----------------|-------------------|-------|
| CRECIMIENTO | 45 | 0.18 | 0.14 | 15.60 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 19253.38 | 2 | 9626.69 | 4.51 | 0.0168 |
| TRATAMIENTO | 19253.38 | 2 | 9626.69 | 4.51 | 0.0168 |
| Error | 89692.40 | 42 | 2135.53 | | |
| Total | 108945.78 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=40.99570

Error: 2135.5333 gl: 42

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|-------|-----|
| T3 | 321.53 | 15 | 11.93 | a |
| T2 | 296.27 | 15 | 11.93 | a b |
| T1 | 270.87 | 15 | 11.93 | b |

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

Anexo 10.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso de la etapa de acabado.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| ACABADO | 45 | 0.50 | 0.48 | 14.59 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 101179.24 | 2 | 50589.62 | 21.08 | <0.0001 |
| TRATAMIENTO | 101179.24 | 2 | 50589.62 | 21.08 | <0.0001 |
| Error | 100796.40 | 42 | 2399.91 | | |
| Total | 201975.64 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=43.45933

Error: 2399.9143 gl: 42

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|-------|---|
| T3 | 400.53 | 15 | 12.65 | a |
| T2 | 318.07 | 15 | 12.65 | b |
| T1 | 288.47 | 15 | 12.65 | b |

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

Anexo 11.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para ganancia de peso total.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| TOTAL | 45 | 0.37 | 0.33 | 13.31 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|----|----------|-------|---------|
| Modelo. | 173662.58 | 2 | 86831.29 | 12.07 | 0.0001 |
| TRATAMIENTO | 173662.58 | 2 | 86831.29 | 12.07 | 0.0001 |
| Error | 302068.00 | 42 | 7192.10 | | |
| Total | 475730.58 | 44 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=75.23378

Error: 7192.0952 gl: 42

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|----|-------|---|
| T3 | 722.07 | 15 | 21.90 | a |
| T2 | 614.33 | 15 | 21.90 | b |
| T1 | 575.13 | 15 | 21.90 | b |

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

Anexo 12.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca de la etapa de crecimiento.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| 30 DIAS | 9 | 0.25 | 2.8E-03 | 4.07 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 3762.70 | 2 | 1881.35 | 1.01 | 0.4184 |
| TRATAMIENTOS | 3762.70 | 2 | 1881.35 | 1.01 | 0.4184 |
| Error | 11163.24 | 6 | 1860.54 | | |
| Total | 14925.94 | 8 | | | |

Anexo 13. Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca de la etapa de acabado.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| 60 DIAS | 9 | 0.52 | 0.36 | 5.62 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|----|----------|------|---------|
| Modelo. | 53572.88 | 2 | 26786.44 | 3.28 | 0.1090 |
| TRATAMIENTOS | 53572.88 | 2 | 26786.44 | 3.28 | 0.1090 |
| Error | 49000.71 | 6 | 8166.78 | | |
| Total | 102573.59 | 8 | | | |

Anexo 14.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para consumo de materia seca total.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| TOTAL | 9 | 0.46 | 0.28 | 4.86 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|-----------|----|----------|------|---------|
| Modelo. | 84999.37 | 2 | 42499.68 | 2.53 | 0.1597 |
| TRATAMIENTOS | 84999.37 | 2 | 42499.68 | 2.53 | 0.1597 |
| Error | 100812.55 | 6 | 16802.09 | | |
| Total | 185811.92 | 8 | | | |

Anexo 15.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia para la etapa de crecimiento.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| 30 DIAS | 9 | 0.34 | 0.11 | 8.84 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 0.31 | 2 | 0.15 | 1.51 | 0.2935 |
| TRATAMIENTOS | 0.31 | 2 | 0.15 | 1.51 | 0.2935 |
| Error | 0.61 | 6 | 0.10 | | |
| Total | 0.92 | 8 | | | |

Anexo 16.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia para la etapa de acabado

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| 60 DIAS | 9 | 0.76 | 0.69 | 6.59 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 2.05 | 2 | 1.03 | 9.76 | 0.0130 |
| TRATAMIENTOS | 2.05 | 2 | 1.03 | 9.76 | 0.0130 |
| Error | 0.63 | 6 | 0.11 | | |
| Total | 2.69 | 8 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.81295

Error: 0.1053 gl: 6

| TRATAMIENTOS | Medias | n | E.E. |
|--------------|--------|---|--------|
| T2 | 5.27 | 3 | 0.19 a |
| T1 | 5.25 | 3 | 0.19 a |
| T3 | 4.25 | 3 | 0.19 b |

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

Anexo 17.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para conversión alimenticia total.

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|---|----------------|-------------------|------|
| TOTAL | 9 | 0.62 | 0.50 | 7.00 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|--------------|------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 0.89 | 2 | 0.45 | 4.94 | 0.0539 |
| TRATAMIENTOS | 0.89 | 2 | 0.45 | 4.94 | 0.0539 |
| Error | 0.54 | 6 | 0.09 | | |
| Total | 1.44 | 8 | | | |

Anexo 18.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso vivo de rendimiento de carcasa

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| P.V | 15 | 0.31 | 0.20 | 6.97 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|----------|------|---------|
| Modelo. | 29379.73 | 2 | 14689.87 | 2.71 | 0.1069 |
| TRATAMIENTO | 29379.73 | 2 | 14689.87 | 2.71 | 0.1069 |
| Error | 65051.60 | 12 | 5420.97 | | |
| Total | 94431.33 | 14 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=124.23158

Error: 5420.9667 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|---------|---|---------|
| T3 | 1111.20 | 5 | 32.93 a |
| T2 | 1056.00 | 5 | 32.93 a |
| T1 | 1002.80 | 5 | 32.93 a |

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

Anexo 19.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para peso de carcasa

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| CARCASA | 15 | 0.24 | 0.11 | 8.71 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|------|---------|
| Modelo. | 14533.73 | 2 | 7266.87 | 1.85 | 0.1986 |
| TRATAMIENTO | 14533.73 | 2 | 7266.87 | 1.85 | 0.1986 |
| Error | 47013.20 | 12 | 3917.77 | | |
| Total | 61546.93 | 14 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=105.61191

Error: 3917.7667 gl: 12

| TRATAMIENTO | Medias | n | E.E. |
|-------------|--------|---|---------|
| T3 | 757.60 | 5 | 27.99 a |
| T2 | 717.20 | 5 | 27.99 a |
| T1 | 681.40 | 5 | 27.99 a |

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

Anexo 20.- Análisis de Varianza y Prueba de Tukey para porcentaje de carcasa

Análisis de la varianza

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------|----|----------------|-------------------|------|
| % | 15 | 1.5E-03 | 0.00 | 4.51 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|--------|----|------|------|---------|
| Modelo. | 0.17 | 2 | 0.09 | 0.01 | 0.9910 |
| TRATAMIENTO | 0.17 | 2 | 0.09 | 0.01 | 0.9910 |
| Error | 113.09 | 12 | 9.42 | | |
| Total | 113.26 | 14 | | | |

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=5.17975

Error: 9.4239 gl: 12

TRATAMIENTO Medias n E.E.

| | | | | |
|----|-------|---|------|---|
| T3 | 68.10 | 5 | 1.37 | A |
| T1 | 68.06 | 5 | 1.37 | A |
| T2 | 67.85 | 5 | 1.37 | A |

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

Anexo 21.- Análisis físico químico de la Alfalfa



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA
INFORME DE ANÁLISIS

Nº0071-18-LAQ

SOLICITANTE: ERIKA VALDEZ QUISPE
MUESTRA : Alfalfa (Medicago Sativa)
FECHA : c/07/03/2017

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

| | |
|------------|-------|
| Humedad % | 84.60 |
| Proteína % | 12.65 |
| Grasa % | 1.42 |
| Ceniza % | 1.29 |
| Fibra % | 42.24 |

Cusco, 14 de Marzo 2017


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO

Anexo 22.- Acondicionamiento del galpón.



Anexo 23.- Distribución de las pozas de crianza.



Anexo 24.- Control de semanal de peso.



Anexo 25.- Alimentación de los cuyes y pesaje del alimento.



Anexo 26.- Beneficio de cuyes.



Anexo 27.- Pesaje de carcasa.



Anexo 28.- Oreado de carcasa

