

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*)”

Trabajo de titulación previa la obtención del

título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Diana Janeth Villarreal Méndez

TUTOR: Ing. Marcelo Ibarra, M.Sc.

TULCAN – ECUADOR

2019

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Diana Janeth Villarreal Méndez con el número de cédula 100402931-8 ha elaborado el trabajo de titulación: “Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

.....

Ing. Marcelo Ibarra, M.Sc.

.....

Dr. Luis Balarezo, Ph.D.

Tulcán, 05 de Abril de 2019

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniera de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Diana Janeth Villarreal Méndez con cédula de identidad número 100402931-8 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal. Los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Diana Villarreal

Tulcán, 05 de Abril de 2019

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Diana Janeth Villarreal Méndez declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Inclusión de cuatro aminoácidos esenciales (Lisina, Metionina, Treonina, Triptófano) en un programa de alimentación forraje - balanceado para el engorde de cuyes (*Cavia porcellus*)” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

.....

Diana Villarreal

Tulcán, 05 de Abril de 2019

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a *Dios*, por brindarme cada día la oportunidad de seguir adelante para poder cumplir cada una de mis metas.

A mis padres quienes son el pilar fundamental en mi vida, gracias a ellos por sus consejos y palabras de apoyo que me brindaron en los momentos difíciles que se presentaron en mi vida universitaria. A mi hermana, porque sin su apoyo y ejemplo para seguir adelante no hubiese podido culminar una etapa más en mi vida estudiantil.

A mi tutor Ing. *Marcelo Ibarra* M.Sc. gracias por guiarme en mi vida universitaria y en la realización de mi trabajo de investigación, ya que con constancia y dedicación supo apoyarme para poder terminar con éxito este trabajo.

Por ultimo agradecer a la *Universidad Politécnica Estatal del Carchi* por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios superiores.

Diana Janeth Villarreal Méndez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a *Dios* porque me dio salud y su bendición para poder compartir este logro con las personas más importantes de mi vida.

A mis padres *Eduardo* y *Nilda* quienes me brindaron su amor y su apoyo incondicional y supieron guiarme siempre con palabras correctas para poder salir adelante.

A mi hermana *Ximena* porque me dio el mejor ejemplo y palabras de aliento para no rendirme nunca frente a cualquier obstáculo que se presentó.

A mi tutor Ing. *Marcelo Ibarra* quien estuvo siempre presente brindándome su apoyo incondicional, su ayuda y sus consejos así logré salir adelante en la realización de mi trabajo de investigación.

A todos mis amigos, amigas y profesores quienes me supieron brindar su apoyo y sus conocimientos para culminar con éxito esta etapa importante en mi vida.

Diana Janeth Villarreal Méndez

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR | i |
| AUTORÍA DE TRABAJO | ii |
| ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| I. PROBLEMA..... | 2 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| 1.4.1 Objetivo General | 4 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.4.3 Preguntas de investigación..... | 5 |
| II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 5 |
| 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 5 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO..... | 9 |
| 2.2.1. Generalidades del cuy | 9 |
| 2.2.2. Clasificación taxonómica..... | 10 |
| 2.2.3. Razas | 11 |
| 2.2.3.1. Raza Perú | 11 |
| 2.2.3.2. Raza Andina | 11 |
| 2.2.3.3. Raza Inti..... | 11 |
| 2.2.4. Tipos..... | 11 |
| 2.2.4.1. Tipo A | 11 |
| 2.2.4.2. Tipo B..... | 12 |

| | |
|---|----|
| 2.2.4.3. Tipo 1 | 12 |
| 2.2.4.4. Tipo 2 | 12 |
| 2.2.4.5. Tipo 3 | 12 |
| 2.2.4.6. Tipo 4 | 12 |
| 2.2.5. Manejo del cuy..... | 12 |
| 2.2.5.1. Instalaciones | 12 |
| 2.2.5.2. Crianza en pozas | 13 |
| 2.2.5.3. Crianza en jaulas | 13 |
| 2.2.6. Manejo Reproductivo..... | 13 |
| 2.2.6.1. Empadres | 13 |
| 2.2.7. Manejo Productivo | 14 |
| 2.2.7.1. Nutrición y Alimentación | 14 |
| 2.2.7.2. Alimentación básica (en base a forraje)..... | 14 |
| 2.2.7.3. Alimentación mixta. | 15 |
| 2.2.8. Nutrición | 15 |
| 2.2.9. Proteínas y aminoácidos | 16 |
| 2.2.9.1. Lisina..... | 17 |
| 2.2.9.2. Metionina | 18 |
| 2.2.9.3. Treonina..... | 18 |
| 2.2.9.4. Triptófano | 19 |
| 2.2.10. Sanidad de los cuyes | 20 |
| 2.2.10.1. Neumonía | 20 |
| 2.2.10.2. Salmonela..... | 20 |
| 2.2.10.3. Ectoparásitos..... | 20 |
| 2.2.11. Actividades zootécnicas..... | 21 |
| 2.2.11.1. Gestación..... | 21 |
| 2.2.11.2. Parto | 21 |
| 2.2.11.3. Lactación..... | 21 |
| 2.2.11.4. Destete | 22 |
| 2.2.11.5. Sexaje | 22 |
| 2.2.11.6. Recría..... | 22 |
| 2.2.11.7. Castración..... | 22 |

| | |
|--|----|
| 2.2.12. Variables en estudio | 23 |
| 2.2.12.1. Conversión alimenticia..... | 23 |
| 2.2.12.2. Ganancia de peso diaria..... | 23 |
| 2.2.12.3. Peso final..... | 23 |
| 2.2.12.4. Rendimiento a la canal | 23 |
| 2.2.12.5. Consumo de alimento..... | 24 |
| 2.2.12.6. Análisis beneficio costo..... | 24 |
| III. METODOLOGÍA | 24 |
| 3.1.1. Enfoque | 24 |
| 3.1.2. Tipo..... | 24 |
| 3.2. HIPÓTESIS | 24 |
| 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES | 26 |
| 3.4. MÉTODOS UTILIZADOS | 27 |
| 3.4.1. Ubicación geográfica | 27 |
| 3.4.2. Manejo del experimento | 27 |
| 3.4.3. Población y muestra de la investigación | 28 |
| 3.4.4. Análisis Estadísticos | 29 |
| 3.4.5. Diseño experimental | 29 |
| 3.4.6. Tratamientos | 29 |
| 3.4.7. Características de la unidad experimental | 30 |
| 3.4.8. Análisis funcional..... | 30 |
| 3.4.9. Variables a evaluarse | 30 |
| 3.4.9.1. Ganancia diaria de peso | 30 |
| 3.4.9.2. Peso final | 30 |
| 3.4.9.3. Consumo de alimento | 30 |
| 3.4.9.4. Rendimiento a la canal | 31 |
| 3.4.9.5. Conversión alimenticia | 31 |
| 3.4.9.6. Análisis beneficio costo | 31 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 32 |
| 4.1. RESULTADOS | 32 |
| 4.1.1. Análisis de covarianza..... | 32 |
| 4.1.2. Análisis de normalidad, prueba de Shapiro-Wilks | 32 |

| | |
|---|----|
| 4.1.3. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso..... | 33 |
| 4.1.4. Análisis de varianza para peso final | 34 |
| 4.1.5. Análisis de varianza para rendimiento a la canal | 35 |
| 4.1.6. Análisis de varianza para conversión alimenticia..... | 36 |
| 4.1.7. Análisis de varianza para consumo de alimento | 37 |
| 4.1.8. Análisis beneficio costo..... | 38 |
| 4.2. DISCUSIÓN | 40 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 43 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 43 |
| 5.2. RECOMENDACIONES..... | 43 |
| VI. BIBLIOGRAFÍA | 45 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Clasificación taxonómica del cuy (<i>Cavia porcellus</i>) | 10 |
| Tabla 2: Definición y operacionalización de variables | 26 |
| Tabla 3: Cuadro de Análisis de covarianza. | 32 |
| Tabla 4: Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilks..... | 33 |
| Tabla 5: Resultados del análisis de varianza Ganancia diaria de peso | 34 |
| Tabla 6: Resultados del análisis de varianza Peso final | 35 |
| Tabla 7: Resultados de análisis de varianza Rendimiento a la canal..... | 36 |
| Tabla 8: Resultado de Análisis de la Varianza Conversión alimenticia | 37 |
| Tabla 9: Resultado de la prueba de Friedman Consumo de alimento desde los 15 días hasta los 1000 gr de peso. | 38 |
| Tabla 10 Análisis beneficio costo | 39 |

RESUMEN

Para evaluar la inclusión de cuatro tipos de aminoácidos (metionina, lisina, triptófano y treonina) en dosis alta, media y baja en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes, se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar. El experimento se implantó con 13 tratamientos y 9 repeticiones, en donde cada repetición estaba conformada por un cuy. Las variables en estudio fueron consumo de alimento, ganancia diaria de peso, peso final, conversión alimenticia, rendimiento a la canal, y relación beneficio costo. Para el análisis estadístico se aplicó una prueba de covarianza para el peso inicial, donde se observó que ésta no era covariable para las variables en estudio, además se realizó un análisis de varianza y la prueba de Tukey al 5%. El consumo de alimento y el rendimiento a la canal no mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos. En las variables ganancia diaria de peso, peso final y conversión alimenticia el mejor tratamiento fue el T9 (treonina alta) y los tratamientos menos eficientes fueron T4, T10, T1 y T11 (metionina, triptófano, lisina en dosis bajas y triptófano en dosis media respectivamente). En el análisis beneficio/costo se observó que el tratamiento que mayor beneficio económico presentó fue el T9 (treonina en dosis alta).

Palabras clave: aminoácidos esenciales, cuyes, conversión alimenticia, ganancia de peso.

ABSTRACT

To evaluate the inclusion of four types of amino acids (methionine, lysine, tryptophan and threonine) in high, medium and low doses in a forage plus balanced diet feeding program for the fattening of guinea pigs, an experimental design of randomized complete blocks was used. The experiment was implemented with 13 treatments and 9 repetitions, where each repetition was with one guinea pig. The variables in study were food consumption, daily weight gain, final weight, feed conversion, yield to the carcass, and cost benefit ratio. For the statistical analysis, a covariance test was applied for the initial weight, where it was not covariate for the variables under study, in addition an analysis of variance and the Tukey test at 5% was performed. Food consumption and yield to the carcass showed no statistical differences between treatments. In the variables daily weight gain, final weight and feed conversion the best treatment was T9 (threonine in high dose) and treatments T4, T10, T1 and T11 (methionine, tryptophan, low dose lysine and tryptophan in mean dose respectively) were the less efficient. In the benefit / cost analysis, it was observed that the treatment with the greatest economic benefit was T9 (threonine in high dose).

Keywords: essential amino acids, guinea pigs, feed conversion, weight gain

INTRODUCCIÓN

Algunos cantones del país se caracterizan por consumir en gran cantidad la carne de cuy debido a su sabor y sus propiedades nutritivas, sin embargo en la cría de este animal se observan sistemas tradicionales de manejo, en la serranía del Ecuador, las familias de muchas comunidades practican la crianza del cuy, la mayoría de familias practican una crianza tradicional, no tecnificada lo cual trae como resultado una producción deficiente en calidad y cantidad (Barriga, 2017).

El cuy contiene una carne con alto contenido de proteína y minerales, además que es una buena alternativa para elevar los estándares nutricionales de las familias ecuatorianas (Castro, 2002).

A pesar de que el cuy es un animal que no requiere de muchos cuidados, en la cría y explotación de esta especie se descuidan aspectos como la alimentación, manejo, nutrición, desinfección de instalaciones, entre otras, es por esto que existen bajos índices productivos y reproductivos que al final repercuten en bajos ingresos a los productores.

Entre los aspectos más importantes y que menos cuidado se pone se encuentra la nutrición del cuy ya que a éste se le suministra únicamente alimentos forrajeros los cuales no cumplen en cantidad ni en calidad lo que éste animal requiere.

Dentro de la nutrición de los cuyes es importante considerar a más del requerimiento proteico, el requerimiento de aminoácidos, ya que existen algunos aminoácidos que el cuy no puede sintetizar por ello se debe suministrar estos aminoácidos en la alimentación, bajo ésta realidad se realizó la presente investigación para evaluar la inclusión de aminoácidos (lisina, metionina, treonina y triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para la ganancia de peso en cuyes.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con Tapie, (2013) se ha identificado que la inadecuada nutrición del cuy (*Cavia porcellus*) afecta directamente la ganancia de peso, además vuelve a estos animales susceptibles a contraer enfermedades que pueden retrasar el crecimiento o incluso causar la muerte, y que conlleva a un problema económico para personas dedicadas a la crianza de dicho animal. Si el animal no obtiene la suficiente cantidad de proteínas, pueden existir problemas como un bajo crecimiento, no existe la adecuada utilización del alimento por consiguiente hay menor peso al nacimiento y baja fertilidad (Alarcón, 2017).

Desde el punto de vista estructural las proteínas están constituidas por monómeros o polímeros cuya base principal son los aminoácidos, la unión de éstos forman un péptido, si el número de aminoácidos es superior a 50 se forma la proteína, lo que denota la importancia de los aminoácidos y su secuencia para la constitución de proteínas como base de la nutrición de los animales (Ríos, 2018).

Además, Huamaní, Zea, Gutiérrez, & Vílchez, (2016) mencionan que las proteínas son las moléculas más diversas y versátiles por la enorme cantidad de funciones que tiene, destacándose funciones estructurales, enzimáticas y transportadoras. Algunos de los aminoácidos que conforman las proteínas, muchas veces no pueden ser sintetizados por los cuyes, por eso se deben suministrar en la alimentación, caso contrario se presentarían resultados bajos en ámbitos productivos y reproductivos.

Además a lo antes mencionado, se suma el desconocimiento de los productores al dar a los animales una alimentación insuficiente en calidad y cantidad, que a la final ocasiona la disminución del rendimiento (Tubón, 2013).

Según Burbano, (2015) en la provincia del Carchi no se practica una crianza tecnificada del cuy ya que los productores presentan limitaciones en la alimentación de estos animales, por lo que dejan de lado la cantidad y calidad de las mezclas forrajeras como dietas en la nutrición animal.

En la provincia del Carchi la producción y crianza de cuyes se basa en suministrar únicamente alimentos forrajeros lo cual hace que dichos animales no reciban la cantidad adecuada de proteínas y por ende de aminoácidos esenciales que necesitan para su correcto crecimiento y desarrollo, como consecuencia existe una pérdida en el consumo de alimento, una disminución en la ganancia de peso.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los cuyes sintetizan solo cierto grupo de aminoácidos esenciales, mientras que la lisina, metionina, treonina y triptófano deben ser suministrados en la alimentación.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Según Moreta, (2017) la crianza y comercialización de cuyes ayuda a mejorar la economía de muchas familias ecuatorianas además representa una alternativa para la producción de proteína animal a un bajo costo, la cual está sustentada en la alta eficiencia reproductiva. En el Ecuador la producción y el consumo de estos animales son más común en las poblaciones de la Sierra.

Según el Censo Nacional Agropecuario, (2002) en la región sierra, la provincia del Carchi ocupa el cuarto lugar en producción de cuyes, dentro de ésta el Cantón Montúfar alcanza una producción de 26,060 unidades.

Fernández, Martin, & Apraez, (2015) mencionan que existen aminoácidos que deben ser suministrados en la alimentación ya que el organismo no los puede sintetizar. En los cuyes los aminoácidos que se debe tener en cuenta son la lisina, metionina treonina y triptófano.

Según menciona Heredia, (2017) existe una relación directa entre la ganancia de peso y el aporte o incorporación de lisina y metionina a la dieta de cuyes, también mejora el rendimiento en peso de la carcasa (cuartos anteriores, cuartos posteriores).

La treonina ayuda a evitar el hígado graso, facilitando la absorción de otros nutrientes, así también formando el colágeno y la elastina, esta es utilizada como un protector para las infecciones intestinales. El triptófano es importante para formar las proteínas corporales con mayor importancia en el sistema inmunológico (López A. , 2014).

Una alimentación combinada es importante porque a más de los forrajes se emplean alimentos concentrados, los mismos que equilibrados con balanceado proporcionan buenos resultados (Alarcón, 2017).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la inclusión de aminoácidos (lisina, metionina, treonina y triptófano) en un programa de alimentación forraje – balanceado para el engorde de cuyes.

1.4.2 Objetivos Específicos

Evaluar el efecto de los aminoácidos sobre la ganancia diaria de peso, peso final, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento a la canal en cuyes.

Identificar cuál de los aminoácidos es el que mejor efecto tiene sobre las variables en estudio

Determinar la mejor dosis de los tratamientos.

Determinar económicamente cuál es el tratamiento con mejor relación beneficio costo.

1.4.3 Preguntas de investigación

¿Existe efecto en la inclusión de cuatro aminoácidos en la alimentación forraje-balanceado para el engorde de cuyes?

¿Cuál es la dosis óptima de cada aminoácido?

¿Cuál es el tratamiento más rentable?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Maldonado & Mejia, (2013) evaluaron 4 dietas a base de alimento concentrado de acuerdo al contenido de proteína y fibra para cuyes desde la edad de 18 días de nacidos hasta los 70 días, en dicha investigación aplicaron un testigo y el concentrado de 16% de proteína y 10% de fibra, en cuanto a los tratamientos utilizaron diferentes dosis de alimento con distintas cantidades de proteína y fibra, los autores evaluaron varias variables como son: ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento estas como variables principales y como variables secundarias rendimiento a la canal y grasa cervical, observaron en la etapa final que el tratamiento 2 (14% de proteína y 10% de fibra) dio resultados positivos en cuanto a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La alimentación del cuy está determinado en base a la explotación, disponibilidad de forraje y exigencias del mercado, por el tipo de alimentación que se basa en mezclas nutritivas y balanceadas. La alimentación solo con forraje verde no aporta los suficientes nutrientes y energía que se necesitan para el crecimiento rápido y las exigencias reproductivas.

En la investigación realizada en la Universidad Nacional Autónoma La Molina Perú se utilizaron 40 cuyes machos de 21 días de edad, en dicha investigación se implantó cuatro

tratamientos con dos repeticiones cada uno con 10 animales, los tratamientos que se aplicaron fueron el testigo que no se aplicó lisina, a los cuyes del tratamiento 1 se los alimentó con alfalfa, 30 gr de cebada y 0,80% de lisina, los cuyes del tratamiento 2 fueron alimentados con la misma cantidad de alimento que a los cuyes del tratamiento 1 pero con distinta dosis de lisina, al tratamiento 3 se le aplicó la misma cantidad de alimento pero con 1,20% de lisina todos los cuyes fueron alimentados durante 8 semanas, el autor de la investigación menciona que los requerimientos adecuados de aminoácidos azufrados para cuyes en crecimiento son de 0,43% y para engorde es de 0,31%, mientras que para obtener un mejor crecimiento y mejores ganancias de peso se podría utilizar 0,68% de lisina para el crecimiento y 0,58% para el engorde (Comettant, 2017).

En la investigación realizada por Gutiérrez, y otros, (2015) se evaluó dos niveles de lisina y treonina en cerdos para analizar el comportamiento productivo, características de la canal y la concentración de urea en plasma, en el primer experimento los autores utilizaron 36 cerdos durante cuatro semanas distribuidos en bloque completamente al azar, se utilizaron dosis de lisina de 0,38 y 0,93% y treonina de 0,52 y 0,62%. En el experimento 2 utilizaron 35 cerdos durante seis semanas donde evaluaron cinco niveles de treonina (0.52, 0.62, 0.72, 0.82 y 0.92 %), al final determinaron el nivel óptimo biológico (NOB) para ganancia de peso y consumo de alimento fue de 0,90% de treonina, como resultado los autores obtuvieron que el nivel más adecuado de lisina para la dieta de los cerdos es de 0,83% y 0,90% de treonina.

Según Remigio & Vergara, (2006) en su investigación realizada en el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria usaron dietas con diferentes niveles de lisina y aminoácidos azufrados, los autores usaron 72 cuyes machos de 14 días de edad, distribuyeron a los animales en 9 tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. En cada tratamiento utilizaron 0,78%, 0,84% y 0,90% de lisina y 0,63%, 0,71% y 0,79% de aminoácidos azufrados durante el crecimiento de los animales los autores demostraron que el peso vivo, ganancia de peso y conversión alimenticia mostraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, siendo la dosis media de lisina (0.84%) y la dosis baja de aminoácidos azufrados (0.79%) los mas recomendados para ganancia de peso. Sin embargo no encontraron diferencias estadísticas para

el consumo de balanceado, los aminoácidos que obtuvieron mejores resultados para la ganancia de peso mostraron altos porcentajes en cuanto a rendimiento de la carcasa, pero el contenido de grasa incrementó en los tratamientos con menor dosis de lisina.

Hidalgo & Carrillo, (2008) en su trabajo de investigación aplicaron cuatro tratamientos con 14, 16, 18 y 20% de proteína, las variables que observaron fueron, consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento a la canal, análisis económico y análisis organoléptico de la carne, alimentaron a los cuyes con balanceado compuesto por cuatro niveles distintos de proteína en el cual para la variable consumo de alimento se demuestra que el mejor tratamiento fue el T2 (16% de proteína), mientras que para la variable ganancia de peso no se observaron diferencias significativas ya que hubo un aumento de peso igual para todos los tratamientos, para la variable rendimiento a la canal se observó que existen diferencias significativas ya que el concentrado influyó en la ganancia de peso desde el inicio hasta finalizar el ensayo.

En el barrio Conde ubicado en el cantón Ambato provincia de Tungurahua Castillo, (2010) evaluó los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales para cuyes, el tratamiento 1 consistió en probar la lisina 0,85 y 0,70% para el tratamiento 2 niveles superiores de lisina 0,95 y 0,80% el tratamiento 3 niveles inferiores de lisina 0,75 y 0,60% para la etapa de crecimiento y engorde respectivamente en las raciones alimenticias a base de concentrado. La investigación se llevó a cabo durante 120 días con 150 cuyes machos, como resultado con el tratamiento 2 se obtuvieron mejores resultados con pesos de 1754,66 g con una diferencia altamente significativa en relación al tratamiento 1 y 3, con el tratamiento 2 se obtuvieron pesos de 1486,37 g, en cuanto a conversión alimenticia se obtuvo un valor de 3,75, rendimiento a la canal de 72% con un peso de 1263,36 g, también observaron que con el tratamiento dos se obtuvieron mejores beneficios económicos, es por esto que el autor recomienda aplicar dosis más altas de aminoácidos esenciales con un porcentaje de 0,95% para el crecimiento y 0,80% para engorde, esto debido a la rentabilidad que se obtuvo.

Morales, Jínez, Ávila, & Martínez, (2017) en su investigación observaron si la necesidad de treonina en la dieta no se incrementa al someter a pollos de engorda a un calendario cerrado de vacunación, se utilizaron 990 pollos de 1 a 42 días de edad los autores aplicaron seis tratamientos con cinco repeticiones cada uno en donde se aplicaron tres niveles distintos de teonina (95, 100 y 105%), la alimentación consistió en dietas de sorgo mas pasta de soya para iniciación y finalización, a los 42 días de edad para ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad general no observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, al finalizar el ensayo observaron que las necesidades adecuadas de treonina para un adecuado comportamiento productivo e inmunidad de pollos es de 95%.

Reynaga, (2018) realizó su investigación con el fin de observar los efectos de la alimentación mixta (concentrado + maíz) en cuanto a la producción de cuyes, criados en condiciones ambientales similares, el autor observó la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y costos, se evaluó dos programas de alimentación en tres razas de cuyes, estos programas de alimentación fueron el integral (concentrado) y mixto (concentrado + maíz), en dicha investigación se obtuvo como resultados que los mayores pesos finales se obtuvieron en el tratamiento 4 (concentrado + maíz + raza Perú) con 1010,30 g y el tratamiento 1 (concentrado + raza Perú) con 991,90 g, en cuanto a consumo de alimento se observó que el mejor tratamiento fue el 4 (concentrado + maíz + raza Perú) y el peor fue el tratamiento 3 (concentrado + raza Inti). Respecto a la conversión alimenticia se obtuvo que el tratamiento mas eficiente fue el tratamiento 1 (concentrado + raza Perú) y el menos eficiente fue el tratamiento 6 (concentrado + maíz + raza Inti).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Generalidades del cuy

El cuy (*Cavia porcellus*), es un roedor nativo de América del Sur, originario de la zona alto andina, de países como Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y Bolivia. El cuy, un animal sencillo pero de múltiples utilidades, se convierte en un recurso para la seguridad alimentaria de las familias y en dinamizador de la economía doméstica (Quispe, 2012).

El cuy es originario de los andes sudamericanos, actualmente por lo apreciado de su carne, sus características y su aptitud de transformar alimentos de baja calidad a alimentos de buena calidad (carne) se proyecta como una alternativa para generación de empresas productoras con la finalidad de aprovechar su carne para consumo humano (Aucapiña & Marín, 2016).

Bazán, y otros (2014) mencionan que en las comunidades andinas la crianza y producción de cuyes es indispensable en la vida cotidiana de las familias rurales, ya que la mayoría puede criarlos sin mucho cuidado y con la finalidad de tener carne a su alcance, en los últimos años la crianza de cuyes se ha vuelto indispensable para muchas familias ya que esto les permite tener ingresos a través de la comercialización, así como también pueden utilizar de manera adecuada el estiércol de estos animales para producir abono orgánico.

En Perú, el cuy conforma uno de los platos principales de las familias campesinas pero también en uno de los favoritos de los paladares más exigentes. Se trata de un producto de excelente calidad, alto valor nutritivo, con elevado contenido de proteína y bajo contenido de grasa en comparación con otras carnes (Quispe, 2012).

En el Ecuador la crianza de cuyes es una actividad realizada por las familias que viven en las zonas rurales de nuestro país, debido al gran consumo de su carne por su alto contenido de proteína, el cuy es un animal que no requiere de muchos cuidados por esto se puede afirmar que es una buena alternativa para elevar los estándares económicos y el estilo de vida de las familias campesinas (López R. , 2016).

Según López, (2016) menciona que en el Ecuador existe un promedio de 21 millones de cuyes que puede llegar a producir hasta 47 millones de estos animales al año que son destinados a la venta, por lo cual esto representa una producción de 14300 toneladas de carne según los datos del INIAP, sin embargo dicha cantidad de producción no ha sido suficiente para abastecer al mercado local por lo cual han tenido que recurrir a importar carne de otros países.

2.2.2. Clasificación taxonómica

Vaca, (2016) menciona la clasificación taxonómica del cuy según como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Clasificación taxonómica del cuy (Cavia porcellus)

| | |
|-----------|---|
| Orden: | Rodentia |
| Suborden: | <i>Hystricomorpha</i> |
| Familia: | <i>Caviidae</i> |
| Género: | <i>Cavia</i> |
| Especie: | <i>Cavia aperea aperea Erxleben</i> <i>Cavia aperea aperea Lichtenstein</i> <i>Cavia cutleri King</i> <i>Cavia porcellus Linnaeus</i> <i>Cavia cobaya</i> |

Fuente: (Vaca, 2016).

2.2.3. Razas

Ataucusi, (2015) clasifica a los cuyes según su raza en:

2.2.3.1. Raza Perú.- esta es una raza pesada con un desarrollo muscular marcado, es precoz y es un eficiente convertidor de alimento, sus características principales son que tiene las orejas caídas, ojos negros y algunos pueden tener ojos rojos, existe una fertilidad promedio del 95% con un tamaño de camada de 2 a 3 crías, su periodo de gestación esta entre 65 a 68 días.

2.2.3.2. Raza Andina.- se caracteriza por su poder de reproducción esta raza se adapta a todos los ecosistemas, desde el nivel del mar hasta los 3500 msnm, no se recomienda su estancia en galpones donde la temperatura es mayor a los 28 °C ya que pueden presentar problemas para reproducirse, el periodo de gestación es de 67 días con una fertilidad promedio del 98%, el tamaño de sus camadas es de 3 crías por parto.

2.2.3.3. Raza Inti.- posee un pelaje lacio y corto de color amarillo en todo el cuerpo, es de forma redondeada y se adapta a todos los sistemas de producción logrando un alto porcentaje de sobrevivencia y reproducción con un porcentaje de fertilidad del 87%, un periodo de gestación de 68 días y con un tamaño de camada de 3 crías.

2.2.4. Tipos

Según la conformación del cuerpo

2.2.4.1. Tipo A.- son cuyes que forman un paralelepípedo, desarrollando en gran parte sus músculos fijados en una buena base ósea, tienen buena conversión alimenticia y se adaptan a cualquier tipo de producción, su cabeza es redondeada con un cuerpo profundo y orejas grandes (Ramos, 2017).

2.2.4.2. Tipo B.- estos no desarrollan adecuadamente sus músculos, su cabeza es de forma triangular y alargada y sus orejas varían en su tamaño, son muy nerviosos por lo cual dificulta su manejo (Ramos, 2017).

Según su forma del pelaje Ataucusi, (2015) clasifica en:

2.2.4.3. Tipo 1.- su pelaje es corto y lacio este es el mayor productor de carne existen de varios colores como simples, claros, oscuros o combinados.

2.2.4.4. Tipo 2.- su pelaje es corto y lacio pero forma rosetas en todo el cuerpo, no es precoz como otros tipos de cuyes pero fácilmente se pierde si se cruza con otras razas o tipos, hay varios colores y es un buen productor de carne.

2.2.4.5. Tipo 3.- tiene un pelaje lacio y largo en algunas ocasiones puede presentar rosetas, no es muy conocido para su producción pero si se lo puede tener como mascota debido a la belleza de su pelaje, no es buen productor de carne.

2.2.4.6. Tipo 4.- después del nacimiento su pelaje es rizado pero con su crecimiento este va desapareciendo y se torna algo erizado, su cuerpo y cabeza son redondeados y de un tamaño medio es un buen productor de carne y ésta es destacada debido a su sabor.

2.2.5. Manejo del cuy

2.2.5.1. Instalaciones

Kajjak, (2015) menciona que las instalaciones deben satisfacer las necesidades de crianza y reproducción de esta especie, para esto se debe tener en cuenta que el galpón debe ser lo suficientemente aireado, con suficiente luz donde permita controlar la humedad y temperatura.

2.2.5.2. Crianza en pozas

Son construcciones implantadas en el piso, estas permiten manejar a los cuyes en grupos, se pueden construir de ladrillo, adobe, madera o malla, estas deben tener unas medidas de 1,50 x 1,00 m por cada 10 cuyes hembras, generalmente por un animal se debe construir 0,07 m², su costo de construcción es bajo ya que el piso puede ser de tierra con aserrín o paja lo que permite absorber la humedad, también se puede utilizar pisos que sean de material lavable como el cemento (Kajjak, 2015).

2.2.5.3. Crianza en jaulas

Kajjak, (2015) menciona que para un mejor manejo del cuy se pueden construir jaulas de madera, malla o metal, en estas instalaciones el animal necesita un área de 0,14 m² para reproductores y 0,05 m² para recria, estas pueden ser de hasta cuatro pisos, también son ideales al momento de la limpieza, para suministrar el alimento y se puede tener mayor espacio en el galpón para aumentar la población.

2.2.6. Manejo Reproductivo

Los cuyes pueden llegar a vivir hasta los 8 años, pero para algunas causas lo más recomendable es tenerlos hasta 1,5 o 2 años ya que así no pierden su vigor reproductivo (Kajjak, 2015). El ciclo evolutivo de los cuyes está basado en el manejo ya sea en galpones o en granja, a este ciclo lo constituyen tres etapas las cuales son: lactación, recria o engorde y reproducción, el productor debe conocer estas etapas ya que son importantes al momento de la producción (Ataucusi, 2015).

2.2.6.1. Empadres

Según Kajjak, (2015) menciona que para el empadre se toma en cuenta al cuy que haya ganado más peso y tamaño para juntarlo con las hembras que están listas para la reproducción, estas pueden reproducirse cuando hayan alcanzado los 3 meses de edad.

El macho se junta con 6 o 10 hembras máximo, esto depende del área de la poza, este debe permanecer en la poza junto con las hembras para aprovechar el celo que se da luego del parto a esto se denomina empadre intensivo así se asegura un mayor crecimiento de lote (Ataucusi, 2015). El empadre extensivo consiste en separar al macho de las hembras para que vuelva luego del parto y la lactancia que dura 15 días, donde permanecen un mes más.

2.2.7. Manejo Productivo

2.2.7.1. Nutrición y Alimentación

Se trata de dar un adecuado alimento a los cuyes, estos alimentos pueden ser: pasto verde (forraje), granos de cosecha (concentrados), y alimentos alternativos (Guerra C. , 2009). La alimentación es muy importante ya que de ésta depende que haya una buena producción, para esto se debe garantizar un buen suministro de forraje con esto logramos que los cuyes crezcan rápidamente y tengan buena producción (Vergara, 2016).

También es necesario hacer una selección y combinación adecuada de los nutrientes que tienen los alimentos para obtener una eficiencia productiva desde el punto de vista económico (Rico & Rivas, 2003).

2.2.7.2. Alimentación básica (en base a forraje).

Esta alimentación consiste en el suministro de forraje, en éste caso éste es la única fuente principal de nutrientes y asegura la ingestión adecuada de vitaminas (Rico & Rivas, 2003). Un cuy de 500 a 800 g de peso consume en forraje verde hasta el 30% de su peso vivo. Se satisfacen sus exigencias con cantidades que van de 150 a 240 g de forraje por día. El forraje verde constituye la fuente principal de nutrientes, en especial de vitamina C (Marín, 2017).

Se recomienda suministrar gramíneas combinadas con leguminosas para asegurar una buena nutrición y mayor ganancia de peso, así también podemos obtener crías con un buen peso al nacer y se evita problemas de reproducción.

2.2.7.3. Alimentación mixta.

Se denomina alimentación mixta al suministro de forraje y concentrados. En la práctica, la dotación de concentrados no es permanente, cuando se efectúa puede constituir hasta un 40% del total de toda la alimentación. Los ingredientes utilizados para la preparación del concentrado deben ser de buena calidad, bajo costo e inoocuos (Marín, 2017).

El alimento concentrado completa una nutrición adecuada para obtener rendimientos óptimos, por tanto un alimento concentrado completa una buena alimentación para satisfacer los requerimientos de proteína, energía, minerales entre otros (Rico & Rivas, 2003).

Según Vergara, (2016) mencionan que los ingredientes que componen el alimento concentrado deben ser de buena calidad, evitando que estos tengan insectos y hongos que pueden afectar la calidad del producto concentrado lo cual puede conllevar a que los animales que van a consumir estos alimentos pueden verse afectados por alguna enfermedad.

2.2.8. Nutrición

Según López, (2016) la alimentación en los cuyes es el factor que más tiene una incidencia directa en el éxito de la producción. Las escalas de alimentación están dadas por las diferentes categorías y en que la alimentación de los cuyes está basada en una proporción cercana al 90% de forraje y 10% de concentrado.

El cuy consume en forraje verde 30% de su peso vivo y el concentrado puede constituir el 40% de toda la alimentación. El requerimiento de proteína es realmente el requerimiento de los distintos aminoácidos que la componen. Algunos aminoácidos son sintetizados, mientras que otros no se sintetizan, entre ellos se encuentra la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina y valina. Se recomienda niveles de 18 a 20 por ciento de proteína total, con niveles de arginina de 1,26 por ciento, triptófano 0,16 a 0,20 por ciento, cistina (0,36 por ciento) y metionina (0,35 por ciento) con un total de aminoácidos

azufrados de 0,71 por ciento. Las necesidades del cuy en términos de energía digestible (ED) es de 3 000-3 250 kcal/kg de MS (Fernández, Martín, & Apraez, 2015).

2.2.9. Proteínas y aminoácidos

Las proteínas son los componentes estructurales básicos de la materia viviente. Desde el punto de vista químico, se caracteriza por el hecho de contener en su molécula, además de los elementos carbono (C), oxígeno (O), e hidrógeno (H) comunes a los tres “principios inmediatos” biológicos: glúcidos, lípidos y proteínas, el elemento nitrógeno (N), el cual, por tanto, las diferencia de los otros dos “principios inmediatos” biológicos. Son también frecuentes en ellas el azufre (S) y el fósforo (P) y, en menor medida, el hierro (Fe) y el cobre (Cu). Todos estos elementos químicos se hallan agrupados formando unas moléculas sencillas llamadas aminoácidos (AA) (Ríos, 2018).

Las proteínas cumplen diversas funciones en el organismo como son: catálisis, ésta función realiza reacciones químicas eficientes y se encarga de degradar los alimentos, la función reguladora se encarga de mantener en un nivel óptimo la glucosa en la sangre, estructural, ésta función da resistencia y elasticidad para formar tejidos, la función defensiva protege al organismo del ataque de cuerpos extraños, de transporte ésta función lleva sustancias requeridas a través del organismo por medio de la sangre y la función receptora es la que recibe señales para que las células realicen sus funciones (Navarro & González, 2018).

Los AA son los componentes básicos de las proteínas. A pesar de que en la naturaleza existen más de 500 AA y de que cada especie biológica tiene un gran número de proteínas diferentes a las de los otros organismos, de manera común solamente intervienen en su constitución 20 AA diferentes, que son, por ello, considerados indispensables para la vida (Ríos, 2018).

Un aminoácido, de ahí su nombre, posee dos grupos funcionales característicos: un grupo amino —NH₂ y un grupo carboxílico —COOH. Hay aminoácidos con un solo grupo amino y un solo grupo carboxílico, denominándose entonces monoamino-monocarboxílicos. Hay otros, sin

embargo, que poseen más de un grupo amino o más de un grupo carboxílico. Un aminoácido con un grupo amino y dos grupos carboxílicos, por ejemplo, recibiría el nombre de monoamino-dicarboxílico (Teijón & Garrido, 2009).

Los aminoácidos esenciales son los que el organismo no los puede sintetizar, por esto se deben incluir en la alimentación, algunos alimentos de buena calidad son los que tienen proteínas con todos los aminoácidos esenciales, pero para que los animales tengan todos los aminoácidos se debe proporcionar una alimentación mixta, es decir forraje con balanceado (Again, 2014).

2.2.9.1. Lisina

Según Olazábal , Pérez, Crespo, & Martínez, (2015) este es un aminoácido que no puede ser sintetizado, por lo cual se requiere suministrarlo en el alimento, este es esencial en la formación de proteínas así también es importante en la producción de diferentes hormonas que son necesarias para el funcionamiento adecuado del organismo, reparación de tejidos después de una herida y en la producción de enzimas y anticuerpos.

Juega un rol importante en la absorción del calcio así como a la construcción de las proteínas musculares ayudando al cuerpo a recuperarse de una herida o inflamación. La lisina actúa como catalizador (acelerador de una reacción química), esta no se sintetiza como aminoácido esencial, debe ser ingerida como lisina o como proteína que contenga lisina (Olazábal , Pérez, Crespo, & Martínez, 2015).

La lisina desempeña una función importante en la formación de colágeno, esta sustancia es muy importante para la formación de huesos, cartílagos, tendones y tejidos incluyendo la piel (Martínez, 2018).

2.2.9.2. Metionina

La metionina es un aminoácido esencial lo cual quiere decir que no se sintetiza en el organismo es por esto que se debe obtener por medio de la alimentación, este aminoácido aporta varios elementos y compuestos que el organismo necesita para su correcto crecimiento y desarrollo, la metionina pertenece a un grupo de sustancias químicas que ayudan a que el hígado procese las grasas, la metionina es un elemento principal al momento de reforzar las proteínas que están presentes en las células y tejidos (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2003).

El aminoácido metionina puede estar presente en muchos puntos de la secuencia de aminoácidos de una proteína. Sin embargo, la metionina también ocupa un lugar singular en la síntesis de proteínas. El primer aminoácido de toda proteína que se sintetiza es la metionina. Sólo el codón AUG especifica metionina y únicamente los RNAt con un anticodón UAC transportan metionina (Vargas & Elizondo, 2017).

Entre las principales funciones encontramos las siguientes: la metionina ayuda a evitar la acumulación de grasa en el hígado y arterias, es importante para conseguir un buen rendimiento muscular (Morales , Ávila, & Laparra, 2016).

2.2.9.3. Treonina

Este aminoácido es importante para la desintoxicación del hígado interviniendo en diversas funciones metabólicas del organismo, estos aminoácidos el organismo puede absorberlos únicamente a través de diversos suplementos alimenticios aportando varios beneficios a la salud, también es importante porque facilita la absorción de otros nutrientes y participa en la formación de colágeno y elastina (Hurtado & Gutiérrez, 2015).

La Treonina actúa como factor lipotrópico evitando el hígado graso; facilita la absorción de otros nutrientes; participa en la formación de colágeno y elastina; ayuda a transportar el fosfato

en las fosfoproteínas; es utilizada como agente protector en las infecciones intestinales; y ayuda en el funcionamiento hepático (Hurtado & Gutiérrez, 2015).

Este aminoácido sirve para controlar las grasas que se ubican en el hígado llevando ésta grasa hacia las células para transformarla en energía, que junto a la metionina y el ácido aspártico cumplen la función principal la cual es la de metabolizar las grasas por parte del hígado la cual interactúa junto con otras partes del organismo como son el sistema digestivo, nervioso, cardiovascular e inmunológico (Devlin, 2004).

2.2.9.4. Triptófano

Según Devlin (2004) el triptófano se sintetiza a partir del ácido corísmico en una ruta de cinco pasos catalizada por tres enzimas diferentes, el triptófano contiene los cinco genes estructurales que codifican subunidades diferentes. Más arriba de esta agrupación de genes se encuentra el promotor en el que empieza la transcripción y un operador al que se une la proteína represora codificada por un gen separado de los demás.

Los aminoácidos cumplen una función importante en el organismo la cual es la de formar proteínas, para poder formar proteínas dentro del organismo se requiere la intervención de los diferentes aminoácidos dentro de la biosíntesis proteica, para la reparación tanto de células como de tejido se requiere un proceso de formación de proteínas que se lleva a cabo en el organismo con la presencia del triptófano.

Además estas proteínas son importantes para el correcto desarrollo y crecimiento, también ayuda a la producción de niacina, la cual es una forma de vitamina B3 la cual ayuda al correcto funcionamiento del organismo así como el funcionamiento de las células e interviene en los procesos de metabolización y desintoxicación (Aragón, 2018).

2.2.10. Sanidad de los cuyes

En la crianza de cuyes se pueden presentar varios problemas como son las enfermedades, estas llevan consigo la muerte de dichos animales, es por esto que antes de que los cuyes ingresen al galpón o las jaulas se debe realizar una correcta desinfección y limpieza de las instalaciones, así como también una buena alimentación son la base para que los animales crezcan sanos y sin problemas que pueden causar una gran pérdida económica.

Algunas enfermedades que se pueden presentar en los cuyes son:

2.2.10.1. Neumonía

Los animales que tengan esta enfermedad pueden presentar secreciones nasales, respiración rápida y dificultosa, pérdida de peso (Kajjak, 2015).

Kajjak, (2015) menciona que para evitar el contagio con otros animales se debe identificar al animal enfermo y eliminarlo, también se debe controlar la temperatura del galpón.

2.2.10.2. Salmonela

Esta enfermedad se transmite por vía oral los animales se pueden contagiar por diferentes causas, una de ellas es el suministro de alimentos contaminados como por ejemplo pasto regado con aguas servidas o alimento concentrado en mal estado (Kajjak, 2015).

Puede presentar varios síntomas pero el principal es la parálisis de las extremidades posteriores, pérdida de apetito, diarrea y vómito y en hembras en gestación puede existir aborto.

2.2.10.3. Ectoparásitos

Son los piojos, pulgas o ácaros que se encuentran sobre la piel, producen molestias en el animal lo cual hace que estos reaccionen rascándose produciendo así irritaciones, heridas, costras y

caída de pelo esto produce una reducción en el consumo de alimento por ende una disminución de peso y pérdidas económicas (Kajjak, 2015).

Se debe aislar a los cuyes que presenten estos parásitos para evitar el contagio a los otros animales, para estos parásitos se recomienda usar desparasitantes externos.

2.2.11. Actividades zootécnicas

2.2.11.1. Gestación

El período de gestación es de 67 días máximo, el número de crías depende del tamaño de la madre, es recomendable tener a la madre durante 4 partos pasado ese tiempo ya se debe descartar para consumo o venta (Tello, 2017).

2.2.11.2. Parto

Después de la gestación inicia el parto, este proceso demora entre 10 y 30 minutos de acuerdo al número de crías este puede ser entre 1 y 7 crías, aquí la madre los lame para limpiarlos y ayudar en la circulación, las crías pueden desplazarse al poco tiempo de haber nacido y empiezan a amamantarse (Ramos, 2017).

2.2.11.3. Lactación

Según Salinas, (2015) en el vientre materno las crías se desarrollan completamente y nacen con la necesidad de amamantarse del calostro de sus madres para que se hagan resistentes a enfermedades, las madres producen buena calidad de leche para amamantar a sus crías durante 2 semanas, después de este tiempo se recomienda retirar a las crías para alimentarlas con forraje o alimento concentrado.

2.2.11.4. Destete

Se separa a las crías de las madres a los 15 o 18 días de edad agrupándoles entre hembras y machos, a ésta edad ya están listos para consumir su propio alimento (Guerra C. , 2009).

2.2.11.5. Sexaje

Se debe determinar el sexaje de los animales para poder identificarlos con facilidad, para esto se separa a las hembras de los machos ubicándolos en pozas separadas, el sexaje se realiza observando los genitales de los animales, se puede observar que las hembras tienen una especie de “Y” en la región genital y los machos una especie de “i” diferenciando claramente cada uno.

2.2.11.6. Recría

El manejo se realiza desde el destete hasta el final se puede manejar en grupos de 10 cuyes por poza, se recomienda suministrar alimento de calidad y suficiente en cantidad para obtener animales grandes, esta fase tiene una duración de 45 a 60 días dependiendo de la raza y la alimentación, no se recomienda mantenerlos por mucho tiempo juntos para evitar peleas lo cual causaría heridas y problemas en el rendimiento de la carcasa (Caicedo, 2016).

2.2.11.7. Castración

Durante el engorde de cuyes se presentan algunos problemas debido a que estos pueden presentar agresividad de unos a otros lo que ocasiona graves heridas que pueden retrasar el engorde. Esta se debe realizar apenas se pueda manipular el testículo para que los cuyes sufran y tarden menos en recuperarse (Tello, 2017).

Nasimba & Ortega, (2012) mencionan que existen tres métodos de castración en cuyes, estos son: por aplastamiento se aplasta manualmente los testículos, químico se realiza inyectando ácido lo cual hace que los testículos disminuyan hasta desaparecer y quirúrgico se realiza un corte en la parte baja del abdomen y se extrae los testículos.

2.2.12. Variables en estudio

2.2.12.1. Conversión alimenticia

En animales en crecimiento es la relación que se da entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo obtenido durante un determinado período de tiempo, esta relación incluye todos los alimentos consumidos independientemente si es utilizado para mantenimiento o crecimiento (Pérez, 2016).

2.2.12.2. Ganancia de peso diaria

Cantidad de peso que un animal gana diariamente de acuerdo a la cantidad de alimento consumido, según Collado, (2016) la ganancia de peso consiste en la acumulación de grasa, proteína y agua, la masa del animal aumenta en proporción del peso aún si se varia la alimentación.

2.2.12.3. Peso final

El peso final permite estimar la duración de engorde del animal, esta es una variable relacionada con los costos de producción ya que se determina en cuanto tiempo se logra obtener un peso específico de un animal (Loughlin, 2016).

2.2.12.4. Rendimiento a la canal

Es la estructura anatómica que queda luego de que un animal ha sido sacrificado, eliminando piel y vísceras (Salazar, 2009). El rendimiento a la canal se atribuye también a la genética y al manejo tecnificado del cuy.

2.2.12.5. Consumo de alimento

Es la cantidad de alimento consumido por los animales para satisfacer sus necesidades nutricionales, su crecimiento, producción y reproducción en un periodo de tiempo (Sánchez, y otros, 2017).

2.2.12.6. Análisis beneficio costo

Es el método que se utiliza para medir la relación entre los costos y los beneficios que un proyecto genera con el fin de calcular su rentabilidad, este método no solo se utiliza en proyectos que ya están en marcha sino que también es utilizado para proyectos que están empezando (Castañer, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1.1. Enfoque

El enfoque de esta investigación es cuantitativo ya que se recolectó datos, con base en la medición numérica y análisis estadístico para aprobar o refutar la hipótesis planteada.

3.1.2. Tipo

Experimental, ya que se establece la relación que existe entre la alimentación con aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano y la ganancia diaria de peso, peso final, conversión alimenticia, rendimiento a la canal y consumo total.

3.2. HIPÓTESIS

H1: El uso de lisina, metionina, treonina y triptófano en la alimentación de cuyes influye en la ganancia de peso.

H0: El uso de lisina, metionina, treonina y triptófano en la alimentación de cuyes no influye en la ganancia de peso.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2: Definición y operacionalización de variables

| Hipótesis | Variable | Definición conceptual de la variable | Dimensión | Indicadores | Técnica | Instrumento |
|--|--|--|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| El uso de aminoácidos en la alimentación de cuyes influirá en la ganancia de peso. | VI: Aminoácidos | Son compuestos orgánicos que se combinan para formar proteínas | Lisina | % | Observación | Balanza, libro de campo |
| | | | Metionina | % | Observación | Balanza, libro de campo |
| | | | Treonina | % | Observación | Balanza, libro de campo |
| | | | Triptófano | % | Observación | Balanza, libro de campo |
| | VD: Ganancia diaria de peso | Cantidad de peso que un animal gana diariamente de acuerdo a la cantidad de alimento consumido. | gr | Observación | Balanza, libro de campo | |
| | Peso final | El peso final permite estimar la duración de engorde del animal, esta es una variable relacionada con los costos de producción ya que se determina en cuanto tiempo se logra obtener un peso específico de un animal | gr | Observación | Balanza, libro de campo | |
| | Conversión alimenticia | Relación que se da entre la cantidad de alimento consumido y la ganancia de peso vivo obtenido durante un determinado período de tiempo. | gr | Observación | Balanza, libro de campo | |
| | Rendimiento a la canal | Es la estructura anatómica que queda luego de que un animal ha sido sacrificado. | % | Observación | Balanza, libro de campo | |
| | Consumo de alimento | Es la cantidad de alimento consumido por los animales para satisfacer sus necesidades nutricionales. | % | Observación | Balanza, libro de campo | |
| Beneficio costo | Es el método que se utiliza para medir la relación entre los costos y los beneficios de un proyecto. | gr | Observación | Balanza, libro de campo | | |

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó en la provincia del Carchi, Cantón Montúfar, Parroquia Gonzáles Suárez, Barrio Santa Rosa. La ciudad de San Gabriel se encuentra a una altitud de 2818 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas de 0° 35' 59.6'' N de latitud norte y 77° 49' 37.2'' W de latitud oeste.

3.4.2. Manejo del experimento

Para realizar el ensayo se procedió en primera instancia a la elaboración del galpón con madera, malla y plástico este galpón tenía un área de 24 metros cuadrado en el cual se construyeron 117 jaulas de 0,15 metros cuadrados, cada una elaboradas con madera a los lados y malla en la base para que el excremento no se acumule en la jaula y no haya presencia de enfermedades.

Después de terminado la construcción de las instalaciones se procedió a realizar la desinfección del área interna del galpón para evitar presencia de agentes patógenos que podrían provocar enfermedades o causar la muerte de los animales.

Para los diferentes tratamientos se utilizó los siguientes aminoácidos: lisina, metionina, treonina y triptófano

Se adquirió 117 cuyes en los diferentes criaderos existentes en las ciudad de Bolívar, para el inicio de la investigación se realizó la toma del peso inicial de todos los animales.

Al siguiente día se suministró balanceado para engorde de cuyes, como periodo de adaptación, en cada jaula durante una semana ya que algunos animales no consumían el balanceado. Una vez terminado el período de adaptación durante el experimento se ofreció a los animales una alimentación mixta (forraje más balanceado) en cantidades del 30% de su peso vivo y de este el

40% representó la inclusión del balanceado, para el cálculo del porcentaje de la inclusión de aminoácidos se consideró como 100% la cantidad del balanceado. Los cálculos de la ración se realizaron semanalmente.

El forraje que se suministró era a base de ray grass y se entregó a los animales dos veces al día en la mañana y en la tarde.

Diariamente en el balanceado se colocaban los aminoácidos en relación con cada tratamiento y en la noche se pesaba la cantidad de concentrado restante para obtener los datos de consumo de alimento.

A la tercera semana después de haber empezado el ensayo se realizó la desparasitación a cada cuy suministrándoles dos gotas de Biomisol como desparasitante, pasados tres días después de haber realizado la desparasitación se procedió a vacunar contra salmonelosis con la vacuna Cuy -Con - Vac + Y vía subcutánea a cada animal para evitar la presencia de dicha enfermedad.

Los datos para la variable consumo de alimento se tomaron diariamente considerando el desperdicio. Para la variable ganancia de peso se tomaron datos semanales de cada uno de los cuyes, para rendimiento a la canal se tomaron tres animales por cada tratamiento al final del experimento.

3.4.3. Población y muestra de la investigación

En la presente investigación existió una población total de 117 cuyes, tomando en cuenta que existieron 13 tratamientos en donde cada repetición estaba representada por un animal, dando un total de ciento diecisiete unidades experimentales.

En cuanto a la muestra se tomó datos de todos los cuyes existentes en cada unidad experimental, con excepción de la variable rendimiento a la canal, para la cual se tomó tres cuyes al azar por cada tratamiento, dando un total de 39 animales para esta variable.

3.4.4. Análisis Estadísticos

Se realizó el análisis de covarianza para determinar la influencia del peso inicial sobre las variables es estudio, luego el análisis de normalidad la prueba de Shapiro Wilks para determinar la normalidad de los datos tomados, también se realizó la prueba de Friedman, luego el análisis de varianza para determinar la diferencia entre los tratamientos y el coeficiente de variación, se utilizó el programa estadístico Infostat versión libre.

3.4.5. Diseño experimental

En la presente investigación se estableció un diseño de bloques completamente al azar con trece tratamientos y nueve repeticiones, cada repetición constó de un cuy.

3.4.6. Tratamientos

Los tratamientos aplicados en la investigación fueron:

- T1: Forraje + Balanceado + Lisina 0,5%.
- T2: Forraje + Balanceado + Lisina 0,7%.
- T3: Forraje + Balanceado + Lisina 0,9%.
- T4: Forraje + Balanceado + Metionina 0,25%.
- T5: Forraje + Balanceado + Metionina 0,35%.
- T6: Forraje + Balanceado + Metionina 0,45%.
- T7: Forraje + Balanceado + Treonina 0,40%.
- T8: Forraje + Balanceado + Treonina 0,60%.
- T9: Forraje + Balanceado + Treonina 0,80%.
- T10: Forraje + Balanceado + Triptófano 0,16%.
- T11: Forraje + Balanceado + Triptófano 0,18%.
- T12: Forraje + Balanceado + Triptófano 0,22%.
- T13: Forraje + Balanceado (Testigo).

3.4.7. Características de la unidad experimental

Cada unidad experimental constó de un cuy de quince días de edad hasta alcanzar 1000 gr de peso vivo cada uno, considerado como peso comercial.

3.4.8. Análisis funcional

Para determinar el comportamiento de cada uno de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

3.4.9. Variables a evaluarse

3.4.9.1. Ganancia diaria de peso

Se tomó el peso final de los animales restado del peso inicial y se dividió para el número de días en las que una unidad experimental llegaba al kg de peso vivo.

3.4.9.2. Peso final

Se pesó cada semana a los animales observando la ganancia de peso, a la semana 7 de iniciado el experimento se observó que el cuy de un tratamiento obtuvo los 1000 gr de peso.

3.4.9.3. Consumo de alimento

Diariamente se suministró el 30% del peso vivo de alimento de los cuales el 40% era balanceado y el 60% de forraje, en la noche se procedía a pesar el alimento restante, con estos datos se observó cuanto alimento consumieron en el día, en cuanto al forraje se suministró una cantidad de acuerdo al peso del animal.

3.4.9.4. Rendimiento a la canal

Para los datos de esta variable, se sacrificó tres animales por cada tratamiento escogidos al azar, tomando en cuenta el peso vivo obtenido y el peso del cuy después del sacrificio eliminando piel, vísceras y sangre, para observar el rendimiento en canal.

3.4.9.5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se calculó mediante los datos obtenidos del consumo de alimento versus la ganancia de peso se usó la siguiente fórmula como lo menciona Castellanos, (2017) se divide el consumo de alimento para la ganancia de peso.

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

3.4.9.6. Análisis beneficio costo

Se tomó en cuenta los costos de todos los suplementos utilizados para la investigación, de acuerdo a esto se realizaron algunos cálculos lo cual permitió obtener un resultado final en una relación beneficio/costo, observando cual tratamiento generó más ganancias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis de covarianza

En la tabla 3 se realizó el análisis de covarianza del peso inicial para determinar la influencia de éste en las variables en estudio, donde se obtuvo que éste no es covariable para la ganancia de peso diaria ($p=0,8019$), consumo total ($p=0,3204$), peso final ($p=0,2379$), rendimiento a la canal ($p=0,1555$) y conversión alimenticia ($p=0,2756$).

Tabla 3: Cuadro de Análisis de covarianza.

| FV | p-valor |
|---|-----------|
| Peso Inicial para ganancia diaria de peso | 0,8019 ns |
| Peso Inicial para consumo total | 0,3204 ns |
| Peso Inicial para peso final | 0,2379 ns |
| Peso Inicial para rendimiento a la canal | 0,1555 ns |
| Peso Inicial para conversión alimenticia | 0,2756 ns |

FV: Factor de variación

ns: no significativo

4.1.2. Análisis de normalidad, prueba de Shapiro-Wilks

Para el análisis de normalidad se realizó la prueba de Shapiro-Wilks (Tabla 4) donde se demostró que para la ganancia diaria de peso ($p=0,0320$), peso final ($0,0523$) y rendimiento a la canal ($p=0,0554$) los datos si mostraron normalidad, mientras que para consumo total ($p<0,0001$) y conversión alimenticia ($p<0,0001$) no presentaron normalidad ya que el valor de $p \geq 0,05$ por lo que se realizó una transformación a raíz cuadrada. Los datos que fueron sometidos a raíz cuadrada fueron procesados nuevamente a la prueba de Shapiro-Wilks donde

los valores de conversión alimenticia ($p= 0,0790$) mostraron normalidad, mientras que para consumo total ($p < 0,0001$) no presentaron normalidad por lo cual ésta variable se analizará mediante la prueba de Friedman.

Tabla 4: Resultados de prueba de normalidad Shapiro-Wilks.

| Variable | W | P |
|-------------------------|----------|-----------|
| Ganancia diaria de peso | 0,92 | 0,0320 ns |
| Consumo total | 0,78 | 0,0000 ** |
| Peso final | 0,86 | 0,0523 ns |
| Rendimiento a la canal | 0,93 | 0,0554 ns |
| Conversión alimenticia | 0,83 | 0,0000 ** |

ns: no significativo

W: valor de W

4.1.3. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso

Una vez realizado el análisis de varianza para la ganancia diaria de peso se observa que existen diferencias estadísticas en los tratamientos y no en las repeticiones (Tabla 5). Además se observan 2 rangos de significancia donde el T9 (treonina dosis alta) se encuentra en el rango B, siendo el mejor tratamiento mientras que los tratamientos T4, T10 y T1 (metionina, triptófano y lisina en dosis bajas respectivamente) se encuentran en el rango A y son los tratamientos menos eficientes para la ganancia diaria de peso. El coeficiente de variación es de 19,67% que son datos aceptables para este tipo de investigaciones y el promedio es de 8,93 g.

Tabla 5: Resultados del análisis de varianza Ganancia diaria de peso

| Tratamientos | Medias (gr) | Rango | |
|----------------------------|-------------|-------|---|
| T4 | 5,80 | A | |
| T10 | 5,75 | A | |
| T1 | 5,76 | A | |
| T12 | 7,69 | A | B |
| T11 | 7,82 | A | B |
| T8 | 8,80 | A | B |
| T13 | 9,02 | A | B |
| T3 | 9,70 | A | B |
| T5 | 9,39 | A | B |
| T7 | 9,91 | A | B |
| T2 | 11,06 | A | B |
| T6 | 11,65 | A | B |
| T9 | 13,77 | | B |
| CV= 19,67% | | | |
| $\bar{x} = 8,93 \text{ g}$ | | | |

4.1.4. Análisis de varianza para peso final

El tratamiento que llegó primero a los 1000 gr de peso fue el tratamiento T9 (treonina en dosis alta) peso que lo alcanzó a la semana 7 de iniciado el experimento, a partir de ello se consideró como peso final el peso de cada uno de los animales a ese tiempo.

Una vez realizado el análisis de varianza para peso final (Tabla 6) observamos que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos y no en las repeticiones, existiendo dos rangos de significancia en donde se observa que el mejor tratamiento es el T9 (treonina en dosis alta) y el tratamiento menos eficiente es el T12 (triptófano en dosis alta), el coeficiente de variación es de 20,13% y el promedio es de 870,33 gr.

Tabla 6: Resultados del análisis de varianza Peso final

| Tratamientos | Medias (gr) | Rango | |
|-----------------------|-------------|-------|---|
| T12 | 715,88 | A | |
| T1 | 747,14 | A | B |
| T10 | 757,33 | A | B |
| T11 | 765,57 | A | B |
| T7 | 795,75 | A | B |
| T4 | 813,17 | A | B |
| T8 | 837,17 | A | B |
| T13 | 879,43 | A | B |
| T5 | 965,67 | A | B |
| T2 | 967,86 | A | B |
| T3 | 970,29 | A | B |
| T6 | 1042,25 | A | B |
| T9 | 1056,83 | | B |
| CV= 20,13% | | | |
| $\bar{x} = 870,33$ gr | | | |

4.1.5. Análisis de varianza para rendimiento a la canal

Una vez realizado el Análisis de varianza para la variable rendimiento a la canal (Tabla 7) observamos que no existen diferencias estadísticas en los tratamientos y repeticiones, pero se observa que el mejor tratamiento es el T8 (treonina en dosis media) con mayor rendimiento a la canal con un porcentaje de 58. El coeficiente de variación es de 8,28% que son datos aceptables para este tipo de investigaciones y el promedio es de 61,92%.

Tabla 7: Resultados de análisis de varianza Rendimiento a la canal

| Tratamientos | Medias (%) | Rango |
|---------------------|------------|-------|
| T8 | 58,00 | A |
| T3 | 58,33 | A |
| T5 | 58,33 | A |
| T10 | 59,67 | A |
| T9 | 61,00 | A |
| T2 | 61,33 | A |
| T11 | 62,00 | A |
| T6 | 62,33 | A |
| T7 | 63,33 | A |
| T1 | 63,67 | A |
| T12 | 64,33 | A |
| T4 | 65,67 | A |
| T13 | 67,00 | A |
| CV= 8,28% | | |
| $\bar{x} = 61,92\%$ | | |

4.1.6. Análisis de varianza para conversión alimenticia

Una vez realizado el análisis de varianza para la conversión alimenticia se observa que existen diferencias estadísticas en los tratamientos y no en las repeticiones (Tabla 8). Además se observan 2 rangos de significancia donde el T9 (treonina dosis alta) se encuentra en el rango B, siendo el mejor tratamiento mientras que el tratamiento T11 (triptófano en dosis media) se encuentra en el rango A y es el menos eficiente para la conversión alimenticia. El coeficiente de variación es de 14,65% que son datos aceptables para este tipo de investigaciones y el promedio es de 2,17.

Tabla 8: Resultado de Análisis de la Varianza Conversión alimenticia

| Tratamientos | Medias | Rango | |
|------------------|--------|-------|---|
| T11 | 2,86 | A | |
| T1 | 2,76 | A | B |
| T6 | 2,52 | A | B |
| T12 | 2,41 | A | B |
| T4 | 2,27 | A | B |
| T10 | 2,21 | A | B |
| T3 | 2,18 | A | B |
| T5 | 1,95 | A | B |
| T13 | 1,93 | A | B |
| T8 | 1,92 | A | B |
| T7 | 1,87 | A | B |
| T2 | 1,81 | A | B |
| T9 | 1,59 | | B |
| CV= 14,65% | | | |
| $\bar{x} = 2,17$ | | | |

4.1.7. Análisis de varianza para consumo de alimento

Para la variable consumo de alimento se realizó la prueba de Friedman (Tabla 9) en la cual se observa las medias para cada tratamiento, que muestra una tendencia decreciente en el consumo de alimento donde el T6 (metionina dosis baja) es el que más consume y el T7 (treonina dosis alta) es el que menos consume.

Tabla 9: Resultado de la prueba de Friedman Consumo de alimento desde los 15 días hasta los 1000 gr de peso.

| Tratamientos | Medias (gr) |
|--------------|-------------|
| T6 | 1062,9 |
| T11 | 880,6 |
| T3 | 875,0 |
| T1 | 773,2 |
| T5 | 719,5 |
| T4 | 706,9 |
| T10 | 702,5 |
| T2 | 673,4 |
| T12 | 646,5 |
| T13 | 622,2 |
| T9 | 615,7 |
| T8 | 593,3 |
| T7 | 593,0 |

4.1.8. Análisis beneficio costo

Para el análisis beneficio costo se realizó una tabla en la cual se toma en cuenta los costos de la alimentación y de los aminoácidos utilizados, así también se determinó un costo total para observar cual es el tratamiento más costoso (Tabla 10), para determinar el valor de la venta se tomó en cuenta el peso de los animales, los animales que sobrepasaban los 1000 gr de peso obtuvieron un valor de \$12,00 y los que pesaban menos de 1000 gr obtuvieron un valor de \$10,00 tomando en cuenta esto se determinó el beneficio obtenido para cada tratamiento siendo el tratamiento 9 (treonina en dosis alta) el que obtuvo mayor beneficio.

Tabla 10 Análisis beneficio costo

| Tratamientos | CUYES \$ | Manejo \$ | BALANCEADO \$ | HIERBA \$ | AMINOACIDOS \$ | COSTO TOTAL \$ | Peso Final gr | VENTA \$ | BENEFICIO/ COSTO |
|----------------------|-------------|--------------|------------------|--------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|---------------------|
| T1 Lisina Baja | 4 | 1,75 | 1,51 | 1,25 | 0,02 | 8,53 | 747 | 10 | 1,41 |
| T2 Lisina Media | 4 | 1,75 | 1,3 | 1,25 | 0,03 | 8,33 | 967 | 10 | 1,2 |
| T3 Lisina Alta | 4 | 1,75 | 2,63 | 1,25 | 0,04 | 9,67 | 970 | 10 | 1,24 |
| T4 Metionina Baja | 4 | 1,75 | 1,21 | 1,25 | 0,01 | 8,22 | 813 | 10 | 1,22 |
| T5 Metionina Media | 4 | 1,75 | 1,36 | 1,25 | 0,02 | 8,38 | 965 | 10 | 1,43 |
| T6 Metionina Alta | 4 | 1,75 | 2,45 | 1,25 | 0,03 | 9,48 | 1042 | 12 | 1,06 |
| T7 Treonina Baja | 4 | 1,75 | 1,4 | 1,25 | 0,02 | 8,42 | 795 | 10 | 1,43 |
| T8 Treonina Media | 4 | 1,75 | 1,11 | 1,25 | 0,03 | 8,14 | 837 | 10 | 1,47 |
| T9 Treonina Alta | 4 | 1,75 | 1,02 | 1,25 | 0,04 | 8,06 | 1056 | 12 | 1,49 |
| T10 Triptófano Baja | 4 | 1,75 | 1,47 | 1,25 | 0,13 | 8,6 | 757 | 10 | 1,16 |
| T11 Triptófano Media | 4 | 1,75 | 1,16 | 1,25 | 0,15 | 8,31 | 765 | 10 | 1,2 |
| T12 Triptófano Alta | 4 | 1,75 | 1,08 | 1,25 | 0,18 | 8,26 | 715 | 10 | 1,45 |
| T13 Testigo | 4 | 1,75 | 1,45 | 1,25 | 0 | 8,45 | 879 | 10 | 1,18 |

Cuyes: \$ 4 c/u

Manejo: desparasitación, vacunación, instalaciones

Balanceado: consumo de cada cuy durante todo el ensayo

Hierba: consumo de cada cuy durante todo el ensayo

Aminoácidos: cantidad por cada tratamiento

Costo total: suma de todos los insumos

Venta: \$12>1000; \$10<1000

Beneficio/costo: venta/costo total

4.2. DISCUSIÓN

La nutrición y la alimentación tiene una incidencia directa en la producción de cuyes, teniendo particular interés los requerimientos de los distintos aminoácidos que componen las proteínas. Muchos aminoácidos son sintetizados por el metabolismo propio de los animales, pero otros deben ser proporcionados por fuentes externas a través de la alimentación.

En la presente investigación se evaluó la adición de metionina, lisina, triptófano y treonina en tres dosis (alta, media y baja) en la alimentación de cuyes mediante un sistema de alimentación mixto (forraje + balanceado).

En la variable consumo de alimento no hubo diferencias estadísticas para los aminoácidos y sus dosis, similar a los resultados de Remigio & Vergara, (2006) quienes mencionan que no encontraron diferencias estadísticas para el consumo de balanceado. Además, Reynaga (2018) menciona que la base de la alimentación de los monogástricos rumiantes es el forraje, y el balanceado es una fuente extra para cubrir los requerimientos que el animal necesita y que el forraje no los puede suplir. Para la presente investigación el forraje suministrado a los animales representó en todos los tratamientos el 30% del peso vivo del animal, y estaba compuesto únicamente por “ray grass”. También, Maldonado & Mejía, (2013) en su investigación denotan la importancia de la alimentación en base a mezclas nutritivas y balanceadas, y que muchas veces el forraje solo no aporta los suficientes nutrientes y energía que se necesitan para el crecimiento y la reproducción, por lo que la adición de balanceado mejora el consumo, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia.

Para la variable ganancia diaria de peso y conversión alimenticia el mejor tratamiento fue el T9 (Treonina dosis alta) y los tratamientos que mostraron rendimientos bajos para ganancia diaria de peso fueron el T4, T10 y T1 (metionina, triptófano, y lisina en dosis bajas respectivamente) y para conversión alimenticia fue el T11 (triptófano en dosis media) esto atribuido más que al tipo de aminoácido a la dosis, ya que en las investigaciones de Remigio & Vergara, (2006); Hidalgo & Carrillo (2008); y Castillo, (2010), mencionan la importancia de utilizar dosis altas

de aminoácidos para obtener resultados significativos para las variables ganancia de peso y conversión alimenticia, lo que puede referirse en la presente investigación donde los peores resultados fueron con las dosis bajas y medias.

En lo que respecta a los tipos de aminoácidos algunos autores mencionan que los aminoácidos no influyen en variables como ganancia diaria de peso, peso final y conversión alimenticia, ya que muchas veces estos aminoácidos cumplen funciones esenciales como la lisina que absorbe el calcio para la formación de colágeno, huesos, cartílagos y tejidos como la piel tal como lo mencionan Martínez, (2018) y Olazábal , Pérez, Crespo, & Martínez, (2015). También Morales , Ávila, & Laparra, (2016) mencionan que la metionina ayuda con el transporte de la grasa, evita el hígado graso y facilita la absorción de otros nutrientes importantes para evitar infecciones intestinales. La treonina transporta la grasa que se encuentra en el cuerpo hacia las células y la transforma en energía lo que hace que los animales tengan mayor energía para consumir el alimento y obtener buenos resultados productivos también forma proteínas importantes para el sistema inmunológico Devlin, (2004), y el triptófano tal como lo menciona Aragón, (2018) forma proteínas importantes para el desarrollo y correcto funcionamiento del organismo y de las células de los animales.

Para la variable rendimiento a la canal no hubo diferencias estadísticas, observando los porcentajes del peso vivo del animal, tanto para tipo de aminoácidos como para dosis, esto atribuido a que el rendimiento a la canal es una variable dependiente del manejo y del tipo de alimentación, en donde la alimentación mixta (forraje + balanceado) es la que mejor rendimiento a la canal obtiene, resultados similares fueron descritos por Comettant (2017) y Reynaga (2018).

El factor raza no se evaluó en la presente investigación, ya que a nivel de los criaderos de cuyes del Carchi, se está criando animales de raza peruana, que como menciona Reynaga (2018) la raza de cuyes peruana son las que mejores ganancias de peso y conversión alimenticia presentan en relación a la raza Inti, aunque es importante mencionar que los estereotipos de raza en cuyes son complicados de identificar.

Para la presente investigación es importante mencionar que al realizar el análisis de covarianza para el peso inicial, éste no es un factor que influye en las variables en estudio, ya que el valor de $p \geq 0,05$, además todos los animales durante la investigación estuvieron sometidos a la misma presión referente a la cantidad y tipo de alimentación, condiciones de alojamiento, ambientales, y manejo sanitario, tal como lo menciona Leyva, (2016) al decir que para realizar investigaciones en cuyes las instalaciones deben ser lo mas adecuadas posibles para evitar la inferencia de factores externos dentro de la investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Al realizar el análisis de covarianza del peso inicial se observó que no existe influencia de éste para las variables ganancia diaria de peso, peso final, consumo total, rendimiento a la canal y conversión alimenticia.
- En la prueba de Shapiro Wilks se observó que los datos obtenidos presentaban normalidad para las variables rendimiento a la canal, ganancia diaria de peso y peso final mientras que para las variables consumo de alimento y conversión alimenticia no existió normalidad por lo que se realizó una transformación a raíz cuadrada.
- La aplicación de aminoácidos y diferentes dosis en la alimentación de cuyes no generó un efecto en las variables consumo de alimento y rendimiento a la canal.
- En las variables ganancia diaria de peso, peso final y conversión alimenticia el mejor tratamiento fue el T9 (treonina alta) y los tratamientos con bajos rendimientos fueron T4, T10, T1, T11 (metionina, triptófano, lisina y triptófano en dosis bajas y medias respectivamente).
- El T9 (treonina alta) fue el que primero llegó a los 1000 gr de peso, alcanzando éste a las 7 semanas de iniciado el experimento, y el que menos peso final obtuvo es el T12 (triptófano alta)
- En el análisis beneficio/costo se observó que el mejor tratamiento fue el tratamiento 9 con la aplicación de treonina en dosis alta ya que se obtuvo un beneficio de \$1,49, mientras que el tratamiento más costoso fue el tratamiento 3 con lisina en dosis alta generando un costo de 9,67.

5.2. RECOMENDACIONES

- Desde el punto de vista de ganancia diaria de peso, peso final y relación beneficio costo se recomienda el tratamiento T9 (treonina en dosis alta).
- Realizar futuras investigaciones usando dosis más altas de los aminoácidos para obtener diferencias estadísticas entre los tratamientos.

- Experimentar con aminoácidos combinados (metionina + lisina) para obtener diferencias estadísticas entre los tratamientos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Again, H. (31 de Octubre de 2014). *Aminoácidos esenciales y no esenciales* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/ElisvanParillo/aminocidos-esenciales-y-no-esenciales>
- Alarcón, J. (2017). *Estudio de la producción y comercialización del cuy (Cavia porcellus) en la provincia de Imbabura*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6954/2/ARTICULO.pdf>
- Aragón, R. (15 de Noviembre de 2018). *Triptófano: funciones de este aminoácido, beneficios y efectos*. Obtenido de <https://www.esalud.com/triptofano/>
- Ataucusi, S. (Noviembre de 2015). *Manejo técnico de la crianza de cuyes en la sierra del Perú*. Obtenido de <http://www.caritas.org.pe/documentos/MANUAL%20CUY%20PDF.pdf>
- Aucapiña, C., & Marín, A. (2016). *Efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso en comparación con un método químico (alcohol yodado 2%)* . Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24782/3/1.TESIS%20CUYES.pdf>
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. (2003). *Biología: la vida en la tierra*. Pearson Educación.
- Barriga, E. (2017). *Producción de cuyes y su incidencia en los ingresos económicos de las mujeres productoras del barrio San Pedro del cantón Salcedo*. Obtenido

de

<http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/257/1/Trabajo%2039%20Barriga%20Arcos%20Eulalia%20Margarita.pdf>

Bazán, F., León , R., Ling, A., Zuiko, A., Alarcón, P., & Linares, G. (Julio de 2014). *Maual técnico Crianza de cuyes*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/260418471/Crianza-de-Cuyes>

Burbano, L. (2015). *La demanda existente de carne de cuy en la ciudad de Nueva York, Estados Unidos y la oferta exportable en el Cantón Bolívar Provincia del Carchi* . Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/394/1/272%20La%20demanda%20existente%20de%20carne%20de%20cuy%20en%20la%20ciudad%20de%20Nueva%20York%2C%20Estados%20Unidos%20y%20la%20oferta%20exportable%20en%20el%20Cant%3%B3n%20Bol%3ADvar%20Provincia%20>

Caicedo, V. (2016). *Efecto de la frecuencia del suministro de forraje de alfalfa y suplemento concentrado en los rendimientos productivos del cuy (Cavia porcellus)*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8032/1/T-UCE-0004-26.pdf>

Castañer, J. (02 de 28 de 2014). *Análisis de costo beneficio*. Obtenido de <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/analisis-costo-beneficio>

Castellanos, E. (23 de Octubre de 2017). *Conversión alimenticia* . Obtenido de <https://masporcicultura.com/conversion-alimenticia/>

Castillo, C. (2010). *Determinación y evaluación de los niveles más adecuados de aminoácidos esenciales en la alimentación de cuyes en las etapas de crecimiento y engorde.* Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1153/1/17T0995.pdf>

Castro, H. (2002). *Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural.* Obtenido de <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000203.pdf>

Censo Nacional Aropecuario. (2002). *Evaluación del efecto de lactobacillus en la alimentación de cuyes.* Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/30/2/141%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>

Collado, K. (2016). *Gnanacia de peso en cuyes machos (Cavia prcellus) post destete de la raza Perú con tres tipos de alimento-balanceado-mixta-testigo (alfalfa) en Abancay.* Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UTEA_aab4161df25eb481a140e3a9cb5ac2fa

Comettant, L. (2017). *Efectos de los niveles de lisina en dietas de crecimiento y acabado de cuyes (Cavia porcellus) en Cajamarca.* Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1125>

Devlin, T. (2004). *Bioquímica: libro de texto con aplicaciones clínicas.* Barcelona: Reverte.

Fernández, L., Martín, S., & Apraez, J. (2015). *Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (Cavia porcellus) en acabado en el valle del Mantaro.* Obtenido de

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1858/L02.C263-T.pdf?sequence=1>

Guerra, C. (Octubre de 2009). *Manual técnico de crianza de cuyes*. Obtenido de http://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_tecnico_de_crianza_de_cuyes.pdf

Guerra, C. (2009). Manual técnico de crianza de cuyes. *CEDEPAS Norte*, 7-14.

Gutiérrez, S., Figueroa, J., Sánchez, M., Hernández, A., Cordero, J., & Martínez, J. (12 de 05 de 2015). Digestible lysine and threonine in diets for growing pigs. *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000100004

Heredia, D. (2017). “*Evaluación de niveles de lisina y metionina en cuyes en la etapa de crecimiento bajo condición de altura*”. Obtenido de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1772/253T20170535.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hidalgo, C., & Carrillo, L. (2008). *Evaluación de cuatro niveles de proteína vegetal en el alimento balanceado para el crecimiento y engorde de cobayos*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/260/3/03%20AGP%2071%20TESIS.pdf>

Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G., & Vílchez, C. (30 de 01 de 2016). *Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (Cavia porcellus)*. Obtenido de

file:///C:/Users/Z%C2%B4Systems/Downloads/12004-
Texto%20del%20art%C3%ADculo-43733-1-10-20161001.pdf

Hurtado, N., & Gutiérrez, L. (17 de 08 de 2015). *Recomendación de niveles de treonina digestible para codornices japonesas en periodo de postura*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v62n3/v62n3a05.pdf>

Kajjak, N. (Abril de 2015). *Crianza tecnificada de cuyes*. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/MNIG_5f38020a31a3c41d7713dd0433e2891

Leyva, E. (24 de Noviembre de 2016). *Diseño de un galpon para crianza de 7 modulos de cuyes en el distrito de Olleros*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/erickusherleyvaguerrero/galpon-para-cuyes-69476957>

López, A. (14 de Febrero de 2014). *Para qué sirve la treonina, beneficios y propiedades*. Obtenido de <https://aminoacidos.top/treonina/>

López, R. (2016). *Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea Inti, Andina y Perú*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23318/1/Tesis%2052%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20409.pdf>

Loughlin, R. (2016). *Peso vivo de terminación en engordes intensivos de bovinos*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/83-PESO_DE_TERMINACION.pdf

- Maldonado, L., & Mejia, R. (Noviembre de 2013). *Evaluación de dos niveles de fibra y dos niveles de proteína en la dieta sobre los parámetros Zootécnicos de los cuyes*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4445/1/T-UC-0014-65.pdf>
- Marín, M. (20 de 04 de 2017). *Nutrición y alimentación del cuy*. Obtenido de https://prezi.com/1ub0huvlw_0o/nutricion-y-alimentacion-de-cuy/
- Martínez, D. (21 de Febrero de 2018). *Arginina y Lisina: el dúo perfecto*. Obtenido de <https://amedweb.com/arginina-lisina-duo-perfecto/>
- Meza, G., Cabrera Verdezoto, R. P., Moran Moran, J. J., Fabricio Fabian, M. B., Cabrera Verdezoto, C. A., Pincay Jimenez, J. L., & Lopez Mejia, F. X. (2014). *Mejora de engorde de cuyes a base de gramíneas y forrajeras arbustivas tropicales en la zona de Quevedo*. Retrieved from https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292014000300010
- Morales , E., Ávila, E., & Laparra, J. (11 de 2016). *La metionina es el primer aminoácido limitante en dietas para aves y el segundo o tercero en dietas para porcino*. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/efecto-la-suplementacion-l-metionina-la-salud-intestinal/>
- Morales, R., Jínez, T., Ávila, E., & Martínez, C. (09 de 2017). *Necesidades de treonina en pollos sometidos a dos calendarios de vacunación*. Obtenido de <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol32-03/RVM32304.pdf>
- Moreta, M. (2017). El cuy crece en la región central del Ecuador . *Líderes* .

- Nasimba , L., & Ortega , M. (2012). *Implementación de técnicas de manejo de cuyes (Cavia porcellus) para pequeños productores del cantón Antonio Ante provincia de Imbabura*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8226>
- Navarro, E., & González, G. (23 de Agosto de 2018). *Concépto y Función de las proteínas*. Obtenido de http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/retana/Concepto_y_funcion_de_las_Proteinas_.pdf
- Olazábal , G., Pérez, A., Crespo, L., & Martínez, A. (10 de 08 de 2015). *Techno economic study for L-lysine production as the business oportunities in sugar industry*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v42n4/caz08415.pdf>
- Pérez, S. (11 de Junio de 2016). *Conversión alimenticia* . Obtenido de <https://es.slideshare.net/salvador19XD/conversin-alimenticia>
- Quispe, G. (2012). *Animales menores cuyes con énfasis en etnoveterinaria*. Peru: Ymagino Publicidad S.A.C.
- Ramos, L. (Enero de 2017). *Trabajo experimental "Evaluación de dos sistemas de producción en cuyes (Cavia porcellus)"*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13633/1/UPS-CT006928.pdf>
- Remigio, R., & Vergara, V. (2006). *Evaluación de tres niveles de lisina y aminoácidos en dietas de crecimiento para cuyes (Cavia porcellus) mejorada*. Obtenido de [http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumen es_investigacion/CUYES.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/facultad/Zootecnia/PIPS/Prog_Alimentos/resumen_es_investigacion/CUYES.pdf)

- Reynaga, M. (2018). *Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (cavia porcellus) de las razas Perú, Andina e Inti*. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3579/reynaga-rojas-max-fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rico , E., & Rivas, C. (Noviembre de 2003). *Manual sobre el manejo de cuyes*. Obtenido de http://www.redmujeres.org/biblioteca%20digital/manual_manejo_cuyes.pdf
- Ríos, O. (20 de 08 de 2018). *Carne de cuy, la proteína no convencional que se consume en varios países de América*. Obtenido de <https://actualidad.rt.com/actualidad/285810-ecuador-consumo-cobaya-proteina-no-convencional>
- Salazar, L. (2009). *Evaluación y rendimiento en canales de res y de cerdo e impácto económico en la industria cárnica*. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/396/1/EVALUACI%C3%93N%20Y%20RENDIMIENTO%20EN%20CANALES%20DE%20RES%20Y%20DE%20CERDO%20E%20IMPA.pdf>
- Salinas, J. (12 de 2015). *Evaluar tres niveles de harina aviar en cuyes en la etapa de gestación y lactancia*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/20T00650.pdf>
- Sánchez, A., Torres, E., Espinoza, Í., Sánchez, J., Sánchez, N., & Torres, B. (17 de 07 de 2017). *Forrajeras arbustivas tropicales en el engorde de cuyes (Cavia porcellus Linnaeus)*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=17&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi0rL-Gra3hAhWquVkKHbJ2DKAQFjAQegQICRAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.u>

nirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6521711.pdf&usg=AOvVaw0DYYZL_jTfrK1nuSDJlmo4

Tapie Cumbal, J. J. (2013). *Evaluación del efecto de EMs (Lactobacillus spp., y Saccharomyces spp.), como aditivos nutricionales en la alimentación de cuyes*. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/30/2/141%20ARTICULO%20CIENTIFICO.pdf>

Teijón, J., & Garrido, A. (2009). *Bioquímica estructural. Conceptos y tests*. Tébar.

Tello, M. (2017). *Análisis productivo, índice de conversión y mortalidad en cuyes durante la gestación y pre-destete manejados en pozas y jaulas*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15584/1/UPS-CT007657.pdf>

Tubón, M. (2013). *Utilización de forraje hidropónico más balanceado comercial como alimento en la crianza de cuyes a partir de la tercera hasta la décima tercera semana de edad*. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6480/1/Tesis%2008%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20196.pdf>

Vaca, M. (2016). *Parámetros reproductivos de cuyes (Cavia porcellus) con polidactilia en Quiroga, Cotacachi provincia de Imbabura*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5964/1/03%20AGP%20205%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Vargas, O., & Elizondo, J. (2017). *Respuesta productiva del ganado lechero ante el suministro de metionina sintética*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ca>

d=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi8xLzJma3hAhXLmVkJHfMCAKEQFjACegQIAh
AC&url=https%3A%2F%2F Dialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F51
66284.pdf&usg=AOvVaw2nQ4MXHOCjXqldyFv0

Vergara, V. (06 de 11 de 2016). *Avances en nutrición y alimentación de cuyes*.
Obtenido de [https://es.slideshare.net/RusbelVasquezChicoma/nutricion-y-
alimentacion-cuyes-ing-vergara](https://es.slideshare.net/RusbelVasquezChicoma/nutricion-y-alimentacion-cuyes-ing-vergara)