

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTOBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**SUPLEMENTACIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES
(LISINA, METIONINA Y TREONINA) EN EL CRECIMIENTO Y
ACABADO DE CUYES MACHOS (*Cavia porcellus*)
GENOTIPO PERÚ – AYACUCHO, 2750 m.s.n.m.**

Tesis para obtener el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIA

Presentado por:

MENISS VIVIANA TINEO FIGUEROA

AYACUCHO - PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis padres, Lucio y María Antonia, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente sostenido a través del tiempo.

A mi hija Ángela Andrea, por ser el lado dulce de mi vida.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de nuestra formación y agradecer sinceramente a la Facultad de Ciencias Agrarias, a través de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, por haberme forjado como profesional para el servicio de la sociedad y brindarme facilidades para el logro y materialización de mis estudios.

Al Mg. MVZ. Julio César Soto Palacios, patrocinador de la presente tesis, por su valioso asesoramiento.

Al Ingeniero Rogelio Sobero Ballardo, docente de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria responsable del área de Alimentación y Nutrición Animal, por su ayuda, orientación apoyo invaluable en la realización del presente trabajo de tesis.

A los docentes de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria: MV. Carlos A. Piscoya Sarmiento, Dr. MV. Arturo Rodríguez Zamora, MV. Jim Lecaros De Córdova, MV. Florencio Cisneros Nina, MV. William U. Palomino Conde, MV. Magaly Rodríguez Monje, MV. Zulma Hinostroza Palomino, MV. Alfredo Pozo Curo, MV. Julio Ruiz Maquen y MV. Betty Adrianzen Facundo, PhD. Jorge Guevara Vásquez y MV. Fredy Cisneros Gutiérrez, por sus enseñanzas y orientaciones durante mi formación profesional.

A todas las personas que en forma directa e indirecta contribuyeron en la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

	pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	01
CAPÍTULO I.....	03
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	03
1.1. El cuy (<i>Cavia porcellus</i>).....	03
1.2. Descripción zoológica.....	04
1.3. La carne delcuy	04
1.4. Situación actual de la producción de cuyes.....	05
1.5. Papel socioeconómico de la crianza de cuyes	06
1.6. Población y producción nacional	07
1.7. Sistema de alientación de cuyes	07
1.7.1. Alimentación con forraje.....	08
1.7.2. Alimentación Mixta	09
1.7.3. Alimentación con concentrado	10
1.8. Nutrición de cuyes	10
1.8.1. Conocimientos básicos de la anatomía y fisiología digestiva... 10	10
1.8.2. Necesidades nutricionales de los cuyes.....	12
1.8.2.1. Requerimiento de proteína.....	15
1.8.2.2. Requerimiento de fibra.....	16
1.8.2.3. Requerimiento de energía.....	17
1.8.2.4. Requerimiento de grasa.....	19

1.8.2.5. Requerimiento de agua.....	20
1.8.2.6. Requerimiento de minerales y vitaminas	20
1.9. Factores que influyen sobre la alimentación	21
1.9.1. Factores relacionados al alimento.....	21
1.9.2. Factores relacionados al animal.....	22
1.9.3. Factores relacionados al medio ambiente.....	22
1.10. Aminoácidos.....	23
1.11. Aminoácidos esenciales.....	24
1.12. Aminoácidos limitantes.....	27
1.13. Desequilibrio de aminoácidos esenciales.....	28
1.14. Interacción de aminoácidos esenciales.....	28
1.15. Aminoácidos industriales.....	30
1.15.1. Metionina	32
1.15.2. Lisina.....	34
1.15.3. Treonina.....	36
1.16. Antecedentes	40
CAPÍTULO II.....	44
MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
2.1. Lugar de ejecución	44
2.2. Clima	44
2.3. Duración del trabajo	45
2.4. Instalaciones y equipos	45
2.5. Animales experimentales	46
2.6. Tratamientos	46

2.7. Alimentación	47
2.8. Sanidad	49
2.9. Parametros evaluados.....	50
2.7. Diseño experimental.....	51
2.8. Análisis estadístico	52
CAPÍTULO III.....	53
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	53
3.1. Ganancia de peso	54
3.2. Consumo de alimento	57
3.3. Conversión alimenticia	59
3.4. Rendimiento de carcasa	62
3.5. Mérito económico	63
CAPÍTULO IV.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
4.1. Conclusiones.....	67
4.2. Recomendaciones	68
V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	69
VI. ANEXOS	78

ÍNDICE DE CUADROS

	Pàg
CUADRO N° 01. Composición química de la carne de cuy (cuy raza Perú).....	04
CUADRO N° 02. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo	12
CUADRO N° 03. Requerimientos nutricionales estimados para cuyes en crecimiento.....	14
CUADRO N° 04. Tratamiento 1 y tratamiento 2 y sus respectivas repeticiones	47
CUADRO N° 05. Composición porcentual del alimento balanceado	48
CUADRO N° 06. Valor nutritivo de los tratamientos experimentales.....	48
CUADRO N° 07. Parámetros productivos de los cuyes del genotipo Perú en fase de crecimiento y acabado según tipo de dieta.....	54
CUADRO N° 08. Mérito económico logrado según tipo de ración alimenticia	64
CUADRO N° 09. Peso semanal por repetición de los cuyes (g.).....	79
CUADRO N° 10. Peso semanal por tratamiento de los cuyes (g.)	79

CUADRO N° 11.	Consumo semanal en materia seca por repetición de los cuyes (balanceado y forraje).....	80
CUADRO N° 12.	Consumo semanal en materia seca por tratamiento de los cuyes (balanceado y forraje).....	80
CUADRO N° 13.	Conversión alimenticia semanal por repetición por cuy.....	81
CUADRO N° 14.	Conversión alimenticia semanal por tratamiento por cuy.....	81
CUADRO N° 15.	Rendimiento de carcasa por repetición de los cuyes.....	82
CUADRO N° 16.	Rendimiento de carcasa por tratamiento de los cuyes	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pàg

GRÁFICO 01. Ganancia de peso medio (g.) de cuyes de genotipo perú enfase de crecimiento acabado según tipo de dieta alimenticia.....	55
GRÁFICO 02. Consumo de alimento medio (g.) de cuyes de genotipo perú en fase de crecimiento acabado según tipo de dieta alimenticia.....	58
GRÁFICO 03. Conversión alimenticia medio (g.) en cuyes de genotipo perú en fase de crecimiento acabado según tipo de dieta alimenticia.....	60
GRÁFICO 04. Rendimiento de carcasa medio (g.) de cuyes de genotipo perú en fase de crecimiento acabado según tipo de ración alimenticia.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01. Análisis de varianza para la variable ganancia de peso (g)	83
TABLA N° 02. Análisis de varianza para la variable consumo de materia seca (g).....	83
TABLA N° 03. Análisis de varianza para la variable conversión alimenticia.....	83
TABLA N° 04. Análisis de varianza para la variable rendimiento de carcasa (%)	84

RESUMEN

Esta evaluación preliminar se llevó a cabo en las instalaciones de la granja de cuyes del Centro Experimental Pampa del Arco, a 2,750 m.s.n.m, de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias, para evaluar alimento balanceado elaborado con insumos de la zona e incorporando aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina) en porcentaje de 0.25 y balanceado sin la adición de aminoácidos esenciales en cuyes en la etapa de crecimiento y acabado. Se emplearon 32 cuyes machos genotipo Perú, de 21 días de edad, agrupados en 8 jaulas (de cuatro cada uno) por tratamiento; con un peso promedio de 271 g y sin un periodo pre experimental de adaptación. Las dietas se evaluaron durante las 8 semanas las cuales fueron suministradas *ad libitum* al igual que el agua, se les adicionó forraje (alfalfa fresca) en un 10% de peso vivo para ambos tratamientos. Los resultados indican que no se encontraron diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos, en la ganancia de peso se registro promedios de: 550.94 g para el T2 (balanceado más la incorporación de aminoácidos esenciales) y 548.44 g para el T1 (balanceado sin la incorporación de aminoácidos esenciales); consumo de materia seca la suma fue 1840.67 g (T2) y 1783.4 g (T1); conversión alimenticia de 3.25 (T1) y 3.34 (T2) y finalmente el rendimiento de carcasa siendo 69.59 (T1) y 69.28 (T2). Se concluye que la incorporación de aminoácidos esenciales de origen sintético compuesto por metionina, lisina y treonina,

no mejoró significativamente los parámetros productivos y así mismo no contribuye en la mejora de la utilidad e índice de rentabilidad económica.

PALABRAS CLAVE: Aminoácidos esenciales, (*cavia porcellus*)

INTRODUCCIÓN

La crianza de cuyes es una actividad que paulatinamente ha ocupado un espacio dentro de la producción pecuaria, cuyo consumo en los últimos años se ha incrementado en la población urbana, haciendo que la explotación pecuaria de esta especie se haya intensificado y sea utilizada como una alternativa de actividad económica.

La alimentación de los cuyes, cuando se realiza con sólo forraje, se logran parámetros productivos y reproductivos bajos, debido a que este sistema de alimentación en ocasiones solo permite cubrir las necesidades de mantenimiento y escasamente las exigencias nutritivas para lograr óptimos resultados productivos. Para mejorar los rendimientos productivos es necesario el suministro de alimentos balanceados, utilizando ingredientes alimenticios de buena calidad y de bajo costo, con el fin de reducir los costos de alimentación. En este sentido, la incorporación de aminoácidos esenciales en la ración representa un ingrediente alternativo en la alimentación del cuy.

Por lo tanto en el presente estudio se planteo los siguientes objetivos:

- Determinar la influencia de la suplementación de aminoácidos esenciales en la mejora de los parámetros productivos (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia, rendimiento de carcasa) en cuyes machos de genotipo Perú.
- Estimar el mérito económico en el crecimiento y acabado de los cuyes machos de genotipo Perú suplementándole aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina).

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. EL CUY (*Cavia porcellus*)

El cuy (*Cavia porcellus*) es una especie originaria de la zona Andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, se cría fundamentalmente con el objeto de aprovechar su carne. También es conocido con los nombres de cobayo, curí, conejillo de indias y en países de habla inglesa como guinea pig (Chauca, 1997).

La población de cuyes en los países andinos se estima en 36 millones de animales. En el Perú y Ecuador la cría esta difundida en la mayor parte del país; en Bolivia y Colombia está circunscrita a determinados departamentos, lo cual explica la menor población animal en estos países (Chauca, 2007).

1.2. DESCRIPCIÓN ZOOLOGICA

En la escala zoológica (Orr, 1966, citado por Moreno, 1989) se ubica al cuy dentro de la siguiente clasificación zoológica:

Reino : Animal
Phylum : Chordata
Sub Phylum : Vertebrata
Clase : Mammalia
Orden : Rodentia
Familia : Caviidae
Género : Cavia
Especie : *Cavia Porcellus*

Nombre vulgar : Cuy, cobayo.

1.3. LA CARNE DE CUY

La carne de cuy es de excelente sabor y calidad, y se caracteriza por tener un alto nivel de proteínas, bajo nivel de grasa, y minerales.

Cuadro Nº 01: Composición Química de la carne (Cuy Raza Perú).

Clase	Humedad %	M. S. %	Cenizas %	Proteína %	Grasa %
Parrilleros	74.17	25.83	1.25	20.02	3.3
Saca	71.55	28.45	1.25	21.24	3.57
Peso al dest. (g)	326				
Peso a 8 sem. (g)	1041				

INIA, Marzo 2007.

(*) Alimentación mixta: forraje chala y conc. 18% PT, 2.8-3.0 Kcal E.

El peso promedio comercial de las carcasas está entre 600 g y 700 g, con un rendimiento de carcasa entre 67.4% (cuy raza andina) y 73% (cuy raza Perú). El cruzamiento aumenta los rendimientos, y los cuyes mejorados superan en rendimiento de carne a los cruzados y a los criollos.

1.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE CUYES

En la actualidad el mayor consumo de cuy se halla en las ciudades y provincias de la Sierra. Su aceptación se ha extendido hacia la costa y selva, por efecto de la migración de la población andina que ha llevado sus costumbres y tradiciones. Además de ello, en los últimos años se ha impulsado y promocionado bastante el consumo de cuy en las principales ciudades de la costa atendiendo a las bondades saludables de su carne, así como la exportación de su carne desde el año 2000 (carcasas empacadas al vacío) con destino a Estados Unidos y Japón, cumpliendo con las especificaciones técnicas y de calidad exigidas por estos mercados, aunque en pequeñas cantidades aún (Chauca, 2006).

Asociación peruana de promotores de la carne de cuy (APCUY) dice que el consumo per cápita de la carne de cuy en los últimos siete años se ha duplicado impulsado por el valor nutricional de la carne. En el año 2006 el consumo de la carne de cuy era 400g hoy en día estamos entre 700 – 800 g por lo que se espera que en un par de años se supere el kilo declaró el presidente de APCUY. El 90% de las exportaciones de la carne de cuy se va a los Estados Unidos, 17 toneladas se exporto a los Estados Unidos en el año 2012 menciona Wiliam Lossio.

Lossio también gerente general de Machupicchu Cuy, planteo ejecutar un mega proyecto orientado a producir más de 150 toneladas anuales a fin de cubrir la demanda local e internacional.

Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) declaró el segundo viernes de octubre de cada año como en “Día Nacional del Cuy” por su aporte sustantivo a la seguridad alimentaria y nutricional de la población peruana.

1.5. PAPEL SOCIOECONÓMICO DE LA CRIANZA DE CUYES

El cuy, en las zonas andinas, tiene ventajas comparativas frente a otras especies introducidas, puesto que es un bien que se puede consumir directamente, intercambiar por diversos productos (trueque) o vender para obtener ingresos que permiten la adquisición de otros bienes. Además de estos beneficios que pueden cuantificarse, los cuyes proporcionan a la familia campesina otros beneficios de tipo simbólico y medicinal (Chauca, 1991).

Desde un punto de vista social, la cría de estos animales representa una alternativa para mejorar el nivel nutricional de la familia rural. Con técnicas de manejo apropiadas puede intensificarse su producción y adaptarse a aquellas familias con poca disponibilidad de tierras para actividades productivas (INIA-DGPA, 2003)

La adaptación del cuy a diferentes ecosistemas ha hecho posible su exportación a países como Venezuela y Cuba, como alternativa para

pequeños productores. Fuera de América Latina, la crianza de cuyes se ha promovido en África (Chauca, 2007).

1.6. POBLACIÓN Y PRODUCCIÓN NACIONAL

Según datos del IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO 2012 el informe Situacional de la Crianza del Cuy) se ha estimado una población de 12,695,030 distribuidas a nivel nacional, las regiones con mayor población se encuentra en la sierra liderado por Cajamarca, Arequipa, Ancash, Cuzco, Junin y Ayacucho, en la costa Lima y Lambayeque, en selva por Amazonas y Loreto. Resultados definitivos emitido por el IV CENAGRO.

1.7. SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN DE CUYES

Los cuyes, aun cuando están clasificados como una especie herbívora, tiene un mejor rendimiento productivo cuando disponen de suplementos concentrados (Revollo Soria, 1995). Están adaptados para utilizar altas cantidades de forraje sin embargo pueden ser exclusivamente alimentados con raciones balanceadas que incluyan niveles elevados de fibra y de vitamina C, de manera que ya no se dependa del forraje, tal como se trabajan en la mayoría de sistemas de alimentación en la costa (Castro y Chirinos, 1997).

Los sistemas de alimentación claramente definidos son tres: solo con forraje; forraje más concentrado (alimentación mixta) y solo con concentrados (más vitamina y agua. Estos sistemas pueden aplicarse en

forma individual o alternada, de acuerdo con la disponibilidad de alimento existente en e los diferentes sistemas de producción (familiar, familiar-comercial o comercial) y su costo a lo largo del año (Castro y Chirinos, 1997).

1.7.1. Alimentación con forraje

Cuando se alimentan exclusivamente con forrajes, se recomienda suministrar entre 80 a 200g/animal/día. Portal Agrario Regional de (Amazonas, 2006) indica que el cuy consume alrededor de 0, 44 kg de forraje verde al día. Al respecto, Castro y Chirinos (1997) indican que cuando se utilizan exclusivamente forrajes en la alimentación de cuyes en crecimiento y engorde, los incrementos diarios están alrededor de los 5 a 8 gramos por día y el periodo de crianza se prolonga para que los animales alcancen un adecuado peso de mercado, asimismo su rendimiento de carcasa no es tan alto debido a que la dieta no aporta la suficiente cantidad de energía para que los cuyes tengan un buen acabado.

Un animal en crecimiento, normalmente consume 80 a 100g de forraje a la cuarta semana; llegando a consumir 160 a 200g de forraje/animal/día a partir de la octava semana de edad, siendo éstas cantidades aún mayores cuando se trata de reproductores (Aliaga, 1979).

Los forrajes deben incluirse básicamente en toda dieta de los cuyes, ya que proporcionan un efecto benéfico por su aporte de celulosa y

constituyen fuente de agua y vitamina C que los cuyes utilizan para cubrir sus necesidades (Chauca, 1997).

Las especies forrajeras de mayor uso en la alimentación de cuyes está constituida por los siguientes especies cultivables: alfalfa, trébol, rye grass, pasto elefante, soya forrajera, vicias, lotus, etc., y también por el uso de especies nativas, malezas y malas hierbas. La calidad nutritiva de estos forrajes es muy variada, razón por la cual siempre debe suplementarse la dieta con un concentrado para lograr un máximo rendimiento (Chauca, 1997).

1.7.2. Alimentación mixta

Con el uso de la suplementación concentrada, los incrementos diarios de peso se elevan y bordean los 10 gramos. Los animales consumen alrededor de 200 gramos de forraje y entre 20 a 30 gramos de concentrado diariamente y las conversiones alimenticias se hacen más eficientes que cuando solo se emplea forraje (Palomino, 2002).

Diversos investigadores indican que el cuy criollo, alimentado exclusivamente con forrajes y/o malezas, es poco eficiente en su conversión alimenticia (CA), que alcanza valores comprendidos entre 18 y 24. El cuy mejorado, explotado en sistemas de cría familiar-comerciales en los que se administra una alimentación mixta (forraje más suplemento), logra una CA de 6,5 a 8,0. Es posible mejorar la CA si se proporciona una ración equilibrada con vitamina C

más agua. Experimentalmente se han logrado valores de CA de 2, 90 y 3, 81 (Tamaki, 1972; Saravia et al.1985).

1.7.3. Alimentación con concentrado

Cuando se usa exclusivamente concentrado, se debe elaborar una ración que satisfaga los requerimientos nutricionales de los cuyes. Bajo estas condiciones los consumos por día se incrementan, pudiendo estar entre 40 – 60 g/animal/día, dependiendo de la calidad de la ración (Palomino, 2002).

Al evaluar el uso de afrecho con aportes de forraje restringido en raciones de acabado (iniciado entre la 8a y la 12a semana de edad) se logró incrementos diarios de 7,59 g cuando recibían 30 g de afrecho y 170 g de alfalfa, incremento superior al registrado cuando recibían como único alimento la alfalfa (6,42 g/animal/día) (Castro et al. 1991).

1.8. NUTRICIÓN DE LOS CUYES

1.8.1. Conocimientos básicos de anatomía y fisiología digestiva

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, 1993).

El cuy, especie herbívora monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrófia 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. El movimiento de la ingesta a través del estómago e intestino delgado es rápido, no demora más de dos horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego (Reid, 1948, citado por Gómez y Vergara, 1993).

Sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en él parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de los ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estómago e intestino delgado incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas. El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca del 15 por ciento del peso total (Hagan y Robison, 1953, citado por Gómez y Vergara, 1993).

La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra (Reid, 1958, citado por Gómez y Vergara, 1993).

La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan microorganismos, en su mayoría bacterias gram-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno través de la cecotrófia. (Holstenius y Bjornhag, 1985, citado por Caballero, 1992).

El ciego de los cuyes es menos eficiente que el rúmen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos del ciego es mayor que la retención del alimento, esta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta (Gómez y Vergara, 1993).

CUADRO 02. Capacidad fermentativa en porcentaje del total del tracto digestivo.

Especie	Ciego	Colon y Recto	Total
Cuy	46%	20%	66%

Fuente: Parra, 1978, citado por Gómez y Vergara, 1993.

1.8.2. Necesidades nutricionales de los cuyes

La nutrición juega un rol muy importante en toda explotación pecuaria, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El

conocimiento de los requerimientos nutritivos nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Sin embargo, hasta la fecha aún no han sido determinados los requerimientos de los cuyes productores de carne en sus diferentes estadios fisiológicos (INIA, 1996)

N.R.C. (1995) señala que mejorando el nivel nutricional de los cuyes se puede intensificar su crianza de tal modo que aprovechar convenientemente su precocidad y prolificidad, así como su habilidad reproductiva. Los cuyes como productores de carne precisan del suministro de una alimentación completa y bien equilibrada que no se logra si se suministran únicamente forraje, de la gran capacidad de consumo del cuy. Las condiciones de medio ambiente, el estado fisiológico y genotipo influirán en los requerimientos de las necesidades de nutrientes de los cuyes permite elaborar raciones balanceadas que cubran estos requerimientos, en el cuadro 2 se expresa los requerimientos nutricionales del cobayo.

Cuadro Nº 03: Requerimientos nutricionales estimados para cuyes.

NUTRIENTE		CANTIDAD
PROTEINA	%	18.0
FIBRA CRUDA	%	15.0
AMINOACIDOS	%	
Arginina	%	1.20
Fenilalanina	%	1.08
Histidina	%	0.36
Isoleucina	%	0.60
Leucina	%	1.08
Lisina	%	0.84
Metionina	%	0.60
Treonina	%	0.60
Triptófano	%	0.18
Valina	%	0.84
MINERALES		
Calcio	%	0.80
Fósforo	%	0.40
Magnesio	%	0.10
Potasio	%	0.50
VITAMINAS		
A	mg/kg	6.6
D	mg/kg	0.025
E	mg/kg	26.7
K	mg/kg	5.0
Acido Ascórbico	mg/kg	200.0
Biotina	mg/kg	0.2
Colina	mg/kg	1800.0
Acido Fólico	mg/kg	3.0-6.0
Niacina	mg/kg	10.0
Acido Pantoténico	mg/kg	20.0
Piridoxina (B6)	mg/kg	2.0-3.0
Rivoflavina (B2)	mg/kg	3.0
Tiamina (B1)	mg/kg	2.0

Fuente: NRC (1995)

1.8.3. Requerimiento de proteína

Las proteínas constituyen el principal componente de la mayor parte de los tejidos, la formación de cada uno de ellos requiere de su aporte, dependiendo más de su calidad que la cantidad que se ingiere. El suministro inadecuado de proteína tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia en el aprovechamiento de alimentos (INIA, 2005).

Según el NRC (1995), el requerimiento de proteína es de 18 por ciento para cuyes manejados en bioterio, siempre que esté compuesto por más de dos fuentes alimenticias; este valor se incrementa de 30 ó 35 por ciento si se suministra proteína simple tal como caseína, que puede mejorarse con la adición de aminoácidos. Sin embargo, por ser considerados animales de laboratorio los requerimientos determinados no consideran altas tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia, pero sí se logra un crecimiento y reproducción normal (Castro y Chirinos, 1997).

Otros estudios indican niveles de proteína total entre 14 y 21 por ciento debiéndose esta variación al tipo de insumo utilizado, al genotipo y a la edad de los cuyes. Niveles mayores de proteína no producen efectos benéficos en cuyes en crecimiento (Hidalgo et al., 1999).

El requerimiento de proteínas, es en realidad el de los diferentes aminoácidos, ya que son sus unidades estructurales. Algunos son sintetizados en los tejidos del animal, denominándose dispensables o no

esenciales mientras que otros aminoácidos no se sintetizan en absoluto, denominándose indispensables o esenciales; entre ellos se encuentran la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, triptófano, treonina y valina (Gómez y Vergara, 1994; Maynard et al., 1981).

1.8.4. Requerimiento de Fibra

Los cuyes tienen una eficiente utilización de la fibra principalmente por la digestión microbiana realizada a nivel del ciego y colon, produciendo ácidos grasos volátiles que pueden satisfacer parte de sus requerimientos de energía (Aliaga, 1993). Este componente tiene importancia en la composición de las dietas, no solo por la habilidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes; ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo (Chauca, 1997).

La estructura física y el tamaño de las partículas también actúan sobre la motilidad. Las partículas gruesas favorecen la motilidad y una mayor velocidad de pasaje (De Blas, et al. 1989). Al respecto (Ciprian, 2006) al evaluar tamaño de partícula (0.25, 0.31 y 0.35mm) y niveles de fibra (8 y 12 por ciento) en cuyes en crecimiento, bajo un sistema de alimentación mixta, recomienda un tamaño de partícula de 0.31 mm, conteniendo 8 por ciento de fibra y un mínimo de 33 por ciento de partículas mayores de 0.35mm en el concentrado.

El aporte de fibra esta dado básicamente por el consumo de los forrajes. Su suministro en el alimento balanceado pierde importancia cuando los animales reciben una alimentación mixta (Chauca, 1997).

El NRC (1995) sugiere un nivel de 15 por ciento de fibra en el alimento balanceado. En experimentos recientes, con dietas sin suministro de forraje, con niveles de fibra de 10, 12 y 14 por ciento, se obtuvieron las mayores ganancias de peso (12.89 g/animal/día) con el nivel de 12 por ciento (Villafranca, 2003). Asi mismo, pruebas experimentales con alimentos peletizados (4x10mm) con aportes en niveles de 8 y 10 por ciento de fibra, en relación al contenido de energía digestible de 2.8 y 3.0 Mcal/Kg., sin uso de forraje verde, encuentran mayores ganancias de peso (16.53 g/animal/día) con las dietas de 2.8 Mcal de ED/Kg y 8 por ciento de fibra cruda comparado con el 10 por ciento de fibra cruda (Inga, 2008). Las dietas con mayor nivel de fibra mejoran el crecimiento pero incrementan el costo de alimentación.

Vergara (2008, citado por Camino, 2011) establece los requerimientos de fibra para cuyes mejorados en crianza intensiva en fases de inicio, crecimiento, acabado y gestaciónlactación de 6, 8, 10, y 12 por ciento respectivamente.

1.8.5. Requerimeinto de Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos contenidos en los alimentos de origen vegetal. El consumo excesivo de energía no

causa mayores problemas, excepto una deposición de grasa que en algunos casos pueden perjudicar el desempeño reproductivo. Los niveles que se sugieren esde 3.000 Kcal/kg de dieta (Castro, 1997).

Las necesidades de energía están influenciadas por la edad, la actividad del animal, estado fisiológico, nivel de producción y temperatura. Una vez que estos requerimientos han sido satisfechos, el exceso de energía se almacena como grasa en el cuerpo. El contenido de energía de la dieta afecta el consumo de alimento: los animales tienden a un mayor consumo de alimento a medida que se reduce el nivel de energía en la dieta (Gomez y Vergara, 1994).

Cuantitativamente la necesidad de energía es el más importante de los nutrientes para el cuy (Hidalgo et al., 1995). De igual manera (Castro y Chirinos, 1992) afirman que a mayor nivel energético la respuesta animal mejora.

Caycedo (1993), citado por Correa (1994) afirma que los requerimientos de energía digestible son: 2,900, 2,860 y 2,860 Kcal. Para las etapas de crecimiento-engorde, gestación y lactación respectivamente. El NRC (1978), sugiere un nivel de 3,000 Kcal. de E.D. /kg de dieta, para el cuy de laboratorio.

Evaluando dos niveles de energía (2.8, 3.0 Mcal ED/kg) y dos niveles de proteína (15, 18%) en el concentrado de crecimiento para cuyes durante 7 semanas se obtuvo la mejor respuesta en ganancia diaria de peso (13 g) con la dieta de 2.8 Mcal ED/kg y 18% de proteína (Torres, 2005).

1.8.6. Requerimiento de Grasa

Las grasas ejercen funciones importantes en el crecimiento de los animales, evitan, entre otros, la caída de pelo e inflamaciones de la piel. En crecimiento y reproducción, los requerimientos son de 1 a 2 por ciento, los cuales se pueden cubrirse con aceites vegetales (Caycedo, 2000). Al respecto Reid (1964), citado por Airahuacho (2007) alimentando cuyes machos de dos a cinco días de edad con dietas purificadas que contenían 0, 10, 30, 75, 150 y 250 g de aceite de maíz/Kg de alimento por seis semanas, encontró mayores ganancias de peso en el grupo con 10 g de aceite de maíz e incrementos constantes entre los grupos de 30, 75, y 150 g, pero una leve disminución del peso en el nivel de 250 g de aceite de maíz/Kg. de alimento.

Por otro lado, se afirma que un nivel de 3 por ciento de ácidos grasos insaturados es suficiente para lograr un buen crecimiento así como para prevenir la dermatitis (Wagner y Manning, 1976, citados por Airahuacho, 2007) además mejora la palatabilidad del alimento, pero disminuye la dureza del pellet (De Blas, 1984, citado por Airahuacho, 2007). Además se debe considerar que su inclusión al elevar el contenido energético del alimento tiende a disminuir el consumo, por lo que, dependiendo del porcentaje en que se encuentran los otros nutrientes, se cubrirán o no las distintas necesidades (De Blas, 1984, citado por Jara, 2013)

1.8.7. Requerimiento de Agua

La necesidad de agua de bebida en los cuyes depende del tipo de alimentación que reciben. Si se suministra forraje succulento en cantidades altas (más de 200 g) la necesidad de agua se cubre con la humedad del forraje, razón por la cual no es necesario su suministro. Si se provee forraje restringido, 30 g/animal/día, se requiere 85 ml de agua; siendo su requerimiento diario de 105 ml/Kg. de peso vivo (Zaldivar y Chauca, 1975).

1.8.8. Requerimiento de Minerales y vitaminas.

En relación al consumo de minerales para su crecimiento y engorde, el cuy necesita 1.20 por ciento de calcio y 0.6 por ciento de fósforo. Es importante guardar la relación calcio: fósforo para evitar problemas de orden metabólico. En dietas purificadas, que contenían 8.4 g de calcio, 7.7 g de P y 1.0 de Mg por kilogramo de alimento, se observó una mayor retención de calcio que con las mismas concentraciones de calcio pero con menos fósforo (4.4 g de P/Kg) y más magnesio (1.9 g de Mg/Kg). Los requerimientos encontrados fueron de 8 g de Ca y 4 g de P por kilogramo de alimento (Van Hellemond et al.1988 citado por Inga, 2008).

La vitamina C (ácido ascórbico) es esencial para el cuy que, al igual que el hombre carece de la enzima gulonolactona oxidasa, por lo que no sintetiza esta vitamina a partir de la glucosa. La vitamina C interviene en la formación de colágeno al regular la hidroxilación de la prolina y lisina ligados a la cadena de polipéptidos, y por su propiedad química para

oxidarse; siendo muy posible que actúe en la respiración celular como transportador de hidrogeno, además de participar en el metabolismo de la tirosina, triptófano y del hierro (Lloyd, 1982, citado por Airahuacho, 2007)

El NRC (1995) recomienda para la etapa de crecimiento de 0.4 a 2 mg de ácido ascórbico por día en cuyes de 250 a 350 g de peso indicándose también un requerimiento, sin margen de seguridad, de 200 mg de ácido ascórbico por kilogramo de alimento. Estas necesidades pueden ser cubiertas por el forraje verde; sin embargo, en la alimentación con uso exclusivo de alimento concentrando se requiere la adición de vitamina C protegida (ácido ascórbico fosfato), logrando de esta forma la única fuente de nutrientes.

Vergara (2008) recomienda niveles de vitamina C (como acido ascórbico fosfato) en el alimento de inicio de 30 mg/100g; en el de crecimiento de 20 mg; en el de acabado de 15 mg, y en el de reproductores de 15 mg/100 gramos de alimento.

1.9. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA ALIMENTACIÓN

1.9.1. Factores relacionados al alimento.

Anaya (2005) afirma que el incremento de peso utilizando el alimeto en forma peletizada en comparación al alimento en polvo, producen mayores incrementos de peso y que los costos de alimentación son menores, ya que con otro tipo de alimento se produce el desperdicio en el momento del consumo. El cuy por ser el animal herbívoro y realizar cecotrofia

aprovecha las heces húmedas y nocturnas rico en minerales, vitaminas y proteínas; el productor no encuentra mayores dificultades en la alimentación de los cuyes, sin embargo es necesario balancearlos los nutrientes para el desarrollo del animal y por otro lado buscar la máxima economía para hacer más rentable la economía, a fin de que una alimentación adecuada bajo estas condiciones redunde en la producción de animales listos para el mercado en un tiempo mucho menor que para un animal mal alimentado, evitando por consiguiente cualquier riesgo.

1.9.2. Factores relacionados al animal

Cerna (1997) asevera que el cuy digiere proteína de los alimentos fibrosos (forrajes) con menor eficiencia que los rumiantes; sin embargo supera a los mismos en la digestión de los alimentos energéticos y proteicos, debido a la fisiología digestiva, por tener primero una digestión enzimática en el estómago y luego microbiana en el ciego así mismo reporta que la fisiología y anatomía del cuy soporta una ración conteniendo un amterial inerte abultado y permite que la celulosa almacenada fermenta por acción microbiana, dando como resultado el mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

1.9.3. Factores relacionados al medio ambiente

Cerna (1997) manifiesta que la crianza de los cuyes en los galpones con techo totalmente cubiertos donde la temperatura ambiental debe oscilar entre 20 – 22 °C y se requiere ambientes adecuados con fácil manejo; además que la humedad del medio ambiente oscile entre 45 a 60% y el cuy

soporta temperaturas hasta 38 °C y a mayores altitudes temperaturas de 5 °C.

Chauca et al. (2004) menciona que el galpón debe ser diseñado tal que permita buena iluminación y ventilación, con temperatura que oscile entre 18 a 24 °C y una humedad por debajo de 60% de estos parámetros se consiguen en la sierra del Perú.

1.10. AMINOÁCIDOS

Las proteínas son polímeros de aminoácidos, los que varían en cuanto a cantidad y tipo entre proteína y proteína. Estos aminoácidos se obtienen como productos finales de la hidrólisis, cuando las proteínas se calientan con ácidos fuertes o cuando sobre ellas actúan ciertas enzimas. Son los productos finales de la digestión y del catabolismo de las proteínas, y constituyen las piedras angulares de las cuales se forman las proteínas corporales. Los aminoácidos son derivados de los ácidos grasos de cadena corta u contiene un grupo básico amino (NH_2) y un grupo carboxilo ácido (COOH^-) En la naturaleza los aminoácidos asumen la configuración L, la mayoría de ellos son solubles en agua excepto la glicina. Ya que tienen tanto un grupo amino como el grupo carboxilo son anfóteros, pues asumen propiedades ácidas o básicas dependiendo del pH del medio. En un pH ácido, el aminoácido es un catión; en un pH básico es un anión. En un pH eléctricamente neutro es un ión dipolar (Q.R. Rogers, 1973)

Los aminoácidos que son identificados en las proteínas vegetales y animales se clasifican de acuerdo con la serie de compuestos orgánicos a los cuales pertenecen, y aquellos dentro de la serie alifática son clasificados de acuerdo al número de grupos amino y carboxilo presentes así mismo las cifras son similares para los tres tipos de aminoácidos (Q.R Rogers, 1973)

1.11. AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Los avances modernos en el campo de la nutrición de los aminoácidos datan de 1930, cuando W.C. Rose de la universidad de Illinois, comenzó una serie de brillantes investigaciones empleando una nueva técnica que proporciona información específica respecto a los aminoácidos que deben estar presentes en el alimento. Mediante el uso de dietas semipurificadas, formuladas para ser adecuadas para el crecimiento normal de las ratas, en la que la única fuente de nitrógeno era provista por aminoácidos, el efecto de la adición o remoción de cada uno de estos aminoácidos fue estudiada. De esta manera, los investigadores de Illinois fueron capaces de clasificar diez aminoácidos como constituyentes esenciales, entre ellos son considerados esenciales para los animales monogástricos: **lisina (Lys)**, **treonina (Thr)**, **metionina (Met)**, triptófano (Trp), valina (Val), isoleucina (Ile), leucina (Leu), histidina (His), fenilalanina (Phe) y tirosina (Tyr).

Cuando se clasifica un aminoácido como esencial, esto significa que el organismo no es capaz de sintetizarlo en cantidad suficiente para mantener el balance de nitrógeno necesario para una tasa de crecimiento ideal. Además, ese aminoácido necesariamente deberá ser suplido a través del alimento. Pero esa habilidad está sujeta a algunas condiciones, lo que significa que el mismo aminoácido puede ser esencial y no esencial para un mismo animal, dependiendo de su condición. Por ejemplo, la arginina es considerada un aminoácido esencial para casi todos los mamíferos recién nacidos, pero no es esencial para adultos las excepciones son los mamíferos estrictamente carnívoros, como (gatos y hurones). Lo opuesto es verdadero y la habilidad de mantener la salud, por ejemplo, significa que algunos aminoácidos son no esenciales en un cuerpo saludable y se vuelven esenciales en ciertas condiciones fisiológicas o patológicas. Por consiguiente, esos aminoácidos son considerados condicionalmente esenciales (Watford, 2011)

Con los avances de las investigaciones científicas en el área de nutrición y metabolismo animal, así como de tecnología de producción de AAs industriales a precios compatibles, se volvió posible la formulación de alimentos con menor contenido proteico y niveles de AAs más cercanos a las necesidades del animal. Cuanto más cercana sea la composición de AAs de la dieta a la exigencia de los animales, más eficiente será la utilización de la proteína suministrada, observándose también reflejos positivos en la utilización de los demás nutrientes (Costa y Goulart, 2010).

Los AAs industriales para alimentación animal posibilitan la reducción del contenido proteico de los alimentos, sin afectar el rendimiento de los animales, sumándose además el beneficio de la reducción en la excreción de N al medio ambiente. Satisfacer las exigencias nutricionales de los AAs esenciales, por intermedio de alimentos suplementados con AAs permite que los animales expresen su potencial genético, con efectos positivos en los parámetros zootécnicos, económicos y ambientales de la producción (Costa y Goulart, 2010).

Formulaciones de alimentos basadas en el concepto de proteína bruta, resultan en dietas con contenido de aminoácidos por encima de las exigencias de los animales. La ingestión excesiva de proteína es económicamente honerosa, eleva la excreción de nitrógeno y contribuye al aumento de la contaminación ambiental, especialmente en regiones con gran aglomeración de productores (Sá y Nogueira, 2009)

Los niveles establecidos de proteína deben ser vistos apenas como indicaciones prácticas. Estos son valores mínimos para alimentos a base de maíz y harina de soja, cuando están disponibles los aminoácidos industriales lisina, metionina y treonina. Con la finalidad de reducir el impacto del exceso de nutrientes en los alimentos de cerdos sobre el medio ambiente, se han obtenido excelentes resultados en pruebas experimentales y lotes comerciales con alimentos que contienen niveles más bajos de proteína, manteniendo los niveles recomendados de

aminoácidos esenciales, ya que estos sí son realmente importantes (Rostagno et al.,2011).

1.12. AMINOÁCIDOS LIMITANTES.

Los aminoácidos limitantes se pueden definir como aquellos aminoácidos que están presentes en el alimento, en una concentración inferior a la exigida por los animales para desarrollar su potencial productivo. El grado de limitación de los aminoácidos esenciales depende básicamente de la composición de ingredientes del alimento y de las exigencias nutricionales aplicadas a la formulación. En los casos de las formulaciones en Brasil y en la mayoría de los países de América Latina, en que los alimentos para pollos de engorde tienen como base el maíz y la harina de soja, con o sin harina de carne y huesos, los tres primeros aminoácidos limitantes en orden de importancia son metionina, lisina y treonina (Costa y Goulart, 2010).

La valina se presenta como cuarto aminoácido (AA) limitante, seguido de isoleucina, arginina y triptófano. En formulaciones en las que se utilizan diferentes subproductos de origen animal, principalmente en las fases de crecimiento y terminación, puede ocurrir un cambio en el orden en que los AAs son limitantes. En ese caso, la isoleucina puede convertirse en el cuarto AA limitante, seguida por valina, arginina y triptófano (Costa y Goulart, 2010).

Waldroup et al., (2005) también informan que en la mayoría de las formulaciones para pollos de engorde, la metionina se presenta como el

primer aminoácido limitante, seguida por la lisina como el segundo y la treonina como el tercer limitante. Estudios recientes confirman la valina como el cuarto (Thornton et al., 2006, Corzo et al., 2009, Berres et al., 2010; Goulart, 2010) y la isoleucina como quinto aminoácido limitante (Corzo et al., 2009; Goulart, 2010) en dietas para pollos de engorde sin ingredientes de origen animal.

1.13. DESEQUILIBRIO DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES

Un desequilibrio de aminoácidos “deriva de la adición a una dieta baja en proteína de uno o más aminoácidos, que no sean de los que limitan el crecimiento, en cantidades tales que en forma individual no sean tóxicos, pero que produzcan una disminución en el apetito y crecimiento prevenible fácilmente por la complementación de un aminoácido limitante del crecimiento “(Q.R. Rogers). Las ratas prefieren una dieta libre de proteínas a una que está mal balanceada, pero cuando este se corrige, dejan lo que no tiene proteína. Una dieta mal balanceada también interfiere con la síntesis de proteína en el hígado.

1.14. INTERACCIÓN DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES

En este tema discutiremos algunos casos de interacción entre aminoácidos representadas principalmente por el antagonismo existente entre algunos. El aminoácido antagonista inhibe de alguna manera el metabolismo de su análogo natural y a veces un efecto similar a una deficiencia de aminoácido antagonizado. Esta inhibición puede ser reversible o irreversible, de modo general, la administración de

aminoácidos antagonistas, provocan fenómenos como caída de pelo, síntomas de deficiencia. Muchos de los aminoácidos naturales son estrictamente relacionados entre si con respecto a su estructura, pudiendo haber competencia entre estos aminoácidos análogos en diferentes grados y fases del metabolismo (Jose Milton et. al.2002)

El antagonismo puede ocurrir, cuando las dietas presentan niveles elevados de proteína, pero es mas acentuado en niveles más bajos de proteína en la dieta. La interacción ocurre siempre que las dietas cuyas proporciones de aminoácidos están desequilibradas, también llamadas dietas con abalace de aminoácidos, una dieta desequilibrada o sea dietas que contengan cantidades bajas de las necesarias de dos o mas aminoácidos, produce un efecto semejante a que ocasionado por la deficiencia de apenas un aminoácido limitante. Ocurre reducción de consumo de alimento y disminución de síntesis proteica en el organismo, causando un aumento en el metabolismo de degradación y excreción de aminoácidos (Jose Milton et. al.2002)

En casos especiales se ha demostrado que un aminoácido afecta el requerimiento de otros para interferir con su metabolismo. Un ejemplo de ello es el antagonismo de la lisina – arginina, en el cual la lisina de la dieta aumenta los requerimientos de arginina (R.E. Austic). La lisina compite con la arginina por la reabsorción a nivel de los túbulos renales, aumentando la excreción de arginina y la actividad de la arginasa renal que divide la arginina en úrea y ornitina. En las aves existen un

antagonismo entre valina – leucina – isoleucina (aminoácidos de cadena ramificada).

José Milton et al. (2002) menciona que en numerosos trabajos realizados con esta especie acredita que hay una competencia por el lugar de absorción, por ejemplo durante la absorción de leucina hay una disminución de valina e isoleucina. Por tanto este antagonismo esta relacionado con los niveles de estos aminoácidos en la dieta. El exceso de leucina en la dieta determina una disminución de niveles de valina e isoleucina en sangre, asociado a un crecimiento lento.

Keshavarz y Fuller (1971) verifica la interacción entre arginina, glicina y metionina en aves. Cuando formulan una dieta limitante en metionina, con exceso de arginina, hubo una depresión en el crecimiento. Este exceso fue exacerbado por la administración de glicina y remediado por el suministro de metionina. En función al exceso de arginina hubo un aumento en la concentración de creatinina tisular y de la excreción de la misma.

1.15. AMINOÁCIDOS INDUSTRIALES

La expresión aminoácido sintético, a pesar de que es comúnmente usada para referirse a los aminoácidos producidos de forma industrial para suplementación en los alimentos animales (aminoácido feed grade), no es correcta porque se refiere al proceso de síntesis química que normalmente es el proceso de obtención de la metionina, una de las tres diferentes vías de producción de aminoácidos, además de la fermentación

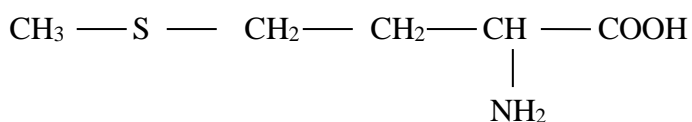
y de la extracción por hidrólisis proteica. Por consiguiente, lo correcto sería referirse a esos aminoácidos como industriales porque la mayor parte de ellos se obtiene a través de la fermentación de materias primas agrícolas como la melaza, el azúcar, la glucosa o el almidón de maíz o tapioca, fuentes de carbohidratos para la fermentación microbiana, que se purifican y comercializan como una sustancia pura, químicamente definida. A través de las vías de fermentación y de extracción se producen los aminoácidos en forma de L-isómero, mientras que a través de la síntesis química se producen los D,L-isómeros y sus análogos (Sindirações, 2006). Como la síntesis proteica exige aminoácidos en forma de L-isómeros, las formas D-isómero y análogas necesitan ser convertidas por el organismo (Sá y Nogueira, 2009)

Los aminoácidos industriales son materias primas que permiten al nutricionista balancear los alimentos de forma adecuada para cada especie animal y meta productiva. Entre los beneficios de los aminoácidos industriales se destacan la adecuación de los niveles nutricionales de lisina, treonina, metionina, triptófano, valina y glutamina/ácido glutámico (AminoGut) aminoácidos comercialmente disponibles para las necesidades de los animales, a la diversificación de las materias primas que constituyen los alimentos, siempre asegurando niveles ideales de estos aminoácidos, así como la reducción del nivel proteico del alimento para satisfacer las necesidades técnicas, económicas y ambientales de la producción. La utilización de aminoácidos industriales permite que se suministre una alimentación adecuada incluso en períodos críticos, como

el destete de lechones o de alta temperatura ambiental, cuando el consumo de alimento generalmente se reduce. En el período de destete, merma la ingesta de los lechones debido a los cambios nutricionales y ambientales de este período, así como a la relativa inmadurez fisiológica para digerir adecuadamente las proteínas. Del mismo modo ocurre en períodos de calor, principalmente en animales con mayores pesos corporales, que merman el consumo de alimento para reducir el incremento calórico. En el período de calor, por ejemplo, la merma del consumo de alimento ocurre para reducir el exceso de calor generado por la digestión, principalmente de la proteína del alimento, lo que aumenta el calor corporal. La utilización de aminoácidos industriales que son aminoácidos libres, prontamente absorbibles, sin necesidad de digestión, tanto en el período de destete como en épocas calurosas, permite reducir los niveles de proteína bruta del alimento y adecua el consumo de aminoácidos esenciales (Nogueira et al. 2008)

1.15.1. Metionina

Estructura bioquímica



Metionina, $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2\text{S}_2$; Ácido α -Amino- γ -metil-tio-butirico ; se clasifica dentro de los alifáticos por el número de grupos amino y carboxilo presentes y así mismo pertenece al grupo aminoácidos que contienen azufre (Q.R. Rogers, 1973) .

La metionina fue descubierta sin reconocerla, como tal por Müller en 1923 durante sus ensayos experimentales la aisló como una sustancia azufrada que no era idéntica a la cisteína ni cistina, ya que estos dos reaccionaban con el hidróxido de sodio liberando ácido sulfhídrico, mientras que el nuevo compuesto no lo hacía. Posteriormente otros investigadores descubren que sí lo hacía pero bajo condiciones drásticas, por ejemplo con ácido iodhídrico en ebullición a temperaturas superiores a los 150°C. Mas tarde Borger y Cogne determinaron su estructura química, denominándola “metionina”, por tratarse de un metiltioester. Hoy se reconoce que es un componente natural de todas las proteínas y por sus múltiples funciones y por ser considerado un aminoácido limitante en aves y cerdos, principalmente, es producido sintéticamente. Su producción sintética responde a un proceso que parte del propileno, ácido sulfhídrico, metano y amoniaco, pasando por los productos intermedios, acroleína, metilmercaptán y ácido cianhídrico (Castro y Chirinos, 1997).

La metionina es el primer aminoácido limitante en alimentos para aves a base de maíz y harina de soja, destacándose por participar en la síntesis de proteína, ser precursora de la cisteína y donadora de radicales metil (Warnick y Anderson, 1968).

En el período de crecimiento las aves utilizan grandes cantidades de aminoácidos azufrados, principales limitantes en los alimentos que

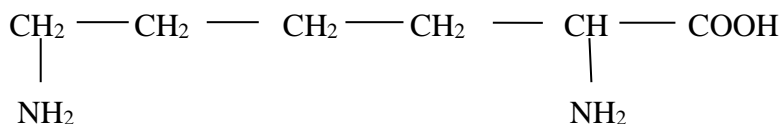
generalmente son suplementadas con el aminoácido sintético (Silva et al. 1999).

La metionina forma parte de la lista de los llamados aminoácidos esenciales, los cuales deben ser suplidos diariamente en la dieta puesto que el organismo no puede sintetizarlos a partir de otros compuestos (Castro y Chirinos, 1997).

Waldroup et al. (2005) también informan que en la mayoría de las formulaciones para pollos de engorde, la metionina se presenta como el primer AA limitante, seguida por la lisina como el segundo y la treonina como el tercer limitante.

1.15.2. Lisina

Estructura bioquímica



Lisina, C₆H₁₄N₄O₂; Ácido α- ε- Epsilon - Diamino – caproico; se clasifica dentro de los alifáticos por el número de grupos amino y carboxilo presentes y así mismo pertenece al grupo Ácidos diamino-monocarboxílico(básico). (Q.R. Rogers, 1973)

Los estudios con aminoácidos tienen a la lisina como referencia nutricional porque se trata de un aminoácido estrictamente esencial, no sintetizado por los cerdos, y también porque es el primer aminoácido limitante para la síntesis de proteína muscular, o sea, la síntesis queda

limitada si no hay lisina disponible para el metabolismo. Al no existir síntesis endógena de lisina, este aminoácido debe ser obligatoriamente suministrado a través del alimento (Sá y Nogueira, 2009)

La lisina es un AA fisiológicamente esencial para mantenimiento, crecimiento y producción de las aves, teniendo como principal función la síntesis de proteína muscular (Leclercq, 1998)

Como aminoácido esencial, la lisina no se sintetiza en el organismo de los animales y, por consiguiente, éstos deben ingerirlo como lisina o como proteínas que contengan lisina. Este aminoácido es catalogada como el segundo aminoácido limitante en aves y el primer limitante en cerdos (Castro y Chirinos, 2007)

Al igual que la metionina, a la lisina se le considera como aminoácido limitante en dietas para los animales pues la materias primas ricas en carbohidratos que componen la mayor parte de la ración animal como el maíz, sorgo, trigo, triticale, maicillo, son altamente deficientes en lisina, siendo el nivel de esta de alrededor de 0.2 a 0.4 % de la materia tal como ofrecida (Castro y Chirinos, 2007)

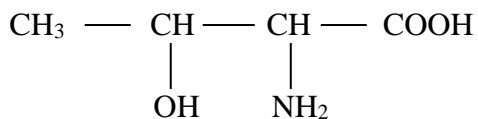
Los requerimientos de lisina de los animales monogástricos son altos debido al elevado contenido de lisina en la carne de cerdo y aves de alrededor de 5 a 7 % de proteína. La rápida evolución de los linajes genéticos de cerdos, pollos de engorde, gallinas ponedoras, pavos, resulta en el aumento permanente de las exigencias de lisina, proporcionalmente al aumento de la eficiencia alimenticia por los simples

procesos de concentración. Además de esto, la selección genética orientada a la obtención de carnes magras, genera mayor necesidad de lisina (NRC, 1995)

En cuanto a los requerimientos de aminoácidos, algunos de ellos son sintetizados en los tejidos del animal (aminoácidos indispensables), mientras que otros no son sintetizados (aminoácidos esenciales o indispensables) como la Arginina, Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Triptófano, Treonina y Valina. Algunos aminoácidos con sus requerimientos sugeridos (Hidalgo et al. 2004)

1.15.3. Treonina

Estructura bioquímica



Treonina, $\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}_3$; Acido α - Amino- β - hidroxibutirico se clasifica dentro de los alifáticos por el número de grupos amino y carboxilo presentes y así mismo pertenece al grupo Acidos monoamino-monocarboxílico (Q.R. Rogers, 1973)

La Treonina es el segundo aminoácido limitante en los alimentos balanceados a base de maíz y harina de soya para cerdos y si se produce una deficiencia de Treonina, los cerdos no utilizan eficientemente la Lisina para la deposición de proteína muscular. Considerando lo dicho anteriormente, la mejor manera de satisfacer las exigencias de Treonina

es formular de acuerdo con el concepto de proteína ideal, en el que la exigencia de este aminoácido se expresa como una proporción de la exigencia de Lisina. De este modo, siempre que adecuemos la concentración de Lisina en el alimento balanceado automáticamente estaremos asegurando el suministro apropiado de Treonina (Corzo et al. 2007)

La Treonina, además de ser importante para la mejor utilización de la Lisina, está directamente relacionada al mantenimiento de sistemas corporales vitales: la Treonina es el aminoácido en mayor concentración en la mucina (mucosa intestinal) y también en los anticuerpos. Su deficiencia puede comprometer el funcionamiento del sistema digestivo e inmune reduciendo su disponibilidad para la síntesis de proteína muscular. Conociendo la importancia de la Treonina para el mantenimiento corporal, y también sabiendo que las exigencias de mantenimiento aumentan con el aumento de peso corporal, es razonable que la relación Treonina/Lisina aumente a medida que los cerdos crecen. La compilación de estudios recientes sobre las exigencias de Treonina en cerdos en crecimiento mostró que los mejores resultados de ganancia de peso y conversión alimenticia se obtuvieron cuando las relaciones Treonina/Lisina fueron crecientes. La reducción de la proteína cruda del alimento, utilizando L-Lisina y L-Treonina industriales mejora el rendimiento porque reduce el exceso de proteína, equilibrando el contenido de aminoácidos en los alimentos, reduciendo, consecuentemente, la excreción de contaminantes (nitrógeno, por

ejemplo) en las heces y en la orina. Además de los beneficios para los cerdos y para el medio ambiente, la reducción proteica y el balanceo de alimentos con aminoácidos industriales normalmente reduce los costos de las formulaciones, sin ningún efecto negativo para el rendimiento de cerdos, presentándose como una solución nutricional para mejorar los costos de producción (Lemme et al. 2004)

La treonina no es solamente un elemento necesario para la síntesis de proteína, también desempeña un importante papel como aminoácido clave en el metabolismo del intestino y en la respuesta inmunitaria. En el artículo de Lemme et al. (2004) sobre aminoácidos digestibles ideales estandarizados se revisaron los datos publicados sobre pérdidas endógenas de aminoácidos en los pollos. Aunque existen varios métodos para determinar estas pérdidas endógenas, todos ellos indican que las pérdidas de treonina son elevadas en comparación con otros aminoácidos esenciales. Esto puede ser debido a la secreción de mucina, que es el principal constituyente de las pérdidas endógenas y tiene un elevado contenido de treonina. Además, trabajos recientes han mostrado que se requiere treonina para el propio desarrollo del intestino. En realidad, no solo la longitud y peso del intestino se incrementaron al aumentar el aporte de treonina, sino que también se incrementó la longitud de las microvellosidades y la profundidad de las criptas. Todos estos efectos resultan en un incremento de la superficie de absorción, requisito para una absorción efectiva y un elevado crecimiento de los animales (Zaefarian, 2008)

El mucus, la secreción producida por el tracto gastrointestinal, está compuesta principalmente por agua (95%) y mucinas (5%) que son glicoproteínas de alto peso molecular, especialmente ricas en treonina. Se estima que más de la mitad de la treonina consumida se utiliza a nivel intestinal para las funciones de mantenimiento, siendo utilizada en primer lugar para la síntesis de mucina (Bisinoto et al. 2007)

Las investigaciones recientes apuntan a la existencia de interacciones entre los niveles de treonina y las condiciones ambientales Kidd et al. (2003) y Corzo et al. (2007) observaron que los pollos necesitaron mayores niveles de treonina en la dieta para alcanzar rendimientos máximos cuando las condiciones higiénicas de producción eran malas (cercanas a la práctica habitual) que cuando se trabajó en buenas condiciones higiénicas (típicas en condiciones experimentales). Estas conclusiones coinciden con los resultados de Lensing et al. (2007) que observaron que las aves necesitan una mayor relación Thr: Lys ante un reto inmunitario. Las inmunoglobulinas contienen niveles de treonina relativamente altos.

La inclusión de L-Treonina en el alimento permite una mejor utilización de la lisina y metionina, considerando que en la formación de la proteína corporal, la treonina se une a estos aminoácidos. Si hay limitación de treonina, la síntesis proteica corporal cesa, llevando a que no se aproveche adecuadamente la lisina y la metionina.

1.16. ANTECEDENTES

Los vegetales usan nitratos y sales de amonio, como compuestos nitrogenados iniciales para la síntesis proteica; mientras que en los animales, el aminoácido constituyente que debe estar disponible para que el organismo animal sintetice sus proteínas, a estos aminoácidos se les llama “esenciales” y por lo tanto deben estar presentes en la dieta diaria. En tal sentido, aminoácidos esenciales son aquellos que no se pueden sintetizar en el organismo en la proporción que requiere un crecimiento normal. Algunos aminoácidos son sintetizados por el animal a partir de compuestos más simples o de sus precursores, por lo que a este grupo de aminoácidos se les denomina “no esenciales”, sin embargo en la dieta deberán estar sus precursores (Castro y Chirinos, 1997).

En un ensayo realizado en la Granja Agropecuaria de Yauris de la UNCP, con la finalidad de determinar el nivel adecuado de proteína y el efecto de suplementación de 0,25% de DL-metionina, en suplementos para cuyes en crecimiento (15-56 días de edad), se empleó cuyes machos y hembras de 20 días de edad, alimentados con rye grass italiano más concentrados con diferentes niveles de proteína y DL-metionina: (T1) 15% PT, (T2) 15% PT + 0,25% de DL-metionina, (T3) 20% P, (T4) 20% PT+0,25% de DL-metionina, (T5) 25% PT, (T6) 25% PT+0,25% de DL-metionina. En general se observó que la adición de 0,25% de DL-metionina a suplementos con 15, 20 y 25% de proteína total, tuvo un efecto positivo en mejorar las ganancias de peso, siendo más notorio este

efecto cuando se utilize 20% de proteína total ($P \leq 0,01$). Un punto importante de resaltar es que el suplemento con 15% de proteína más la adición de DL-metionina y las dietas con 20 y 25% de proteína permitieron a los animales, un comportamiento similar. Este resultado confirma la importancia del balance de aminoácidos en una dieta, pudiéndose emplear suplementos bajos en proteína siempre que sean enriquecidos con los aminoácidos que comúnmente limitan la síntesis proteica. Los incrementos totales de peso a los 56 días, en los cuyes que recibieron suplementos sin metionina fue de 408 g, mientras que en aquellos que tuvieron suplementos con metionina fue de 429 g, siendo las diferencias entre estos promedios altamente significativa ($P < 0,01$). Las conversiones alimenticias entre estos dos grupos fueron 4, 56 y 5, 02 respectivamente (Castro y Chirinos, 1997).

Las necesidades de los aminoácidos lisina y los azufrados metionina más cistina establecidos por NRC (1995) para el cuy de crecimiento normal, fueron evaluados por Remigio (2006), evaluando tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados (lis 0.78: met+cist 0.63; lis 0.78: met+cist 0.71; lis: 0.78: met+cist: 0.79; lis 0.84: met+cist: 0.63; lis 0.84: met+cist 0.71; lis: 0.84: met+cist 0.79; lis 0.90: met+cist 0.63; lis 0.90: met+cist 0.71 y lis 0.90: met+cist 0.79) y empleando un sistema de alimentación con sólo balanceado (200 mg vit C/100 g alimento balanceado) obtuvo una mayor ganancia de peso y conversión alimenticia con los niveles de 0.78% de lisina y 0.71% aminoácidos azufrados (827 g y 3.64) así como el nivel 0.84% de lisina y 0.79% de aminoácidos azufrados (825 g y 3.63). Y así

mismo al evaluar, estos tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados en dietas de crecimiento para cuyes mejorados sobre los rendimientos de carcasa se obtuvo 68.17% y 69.94% para los tratamientos cuyos niveles de aminoácidos fueron 0.84% lisina, 0.79% metionina+cistina y 0.78% lisina, 0.79% metionina+cistina respectivamente, tratamientos que obtuvieron mejor respuesta en ganancia de peso (Remigio, 2006).

Así mismo se realizó trabajo de investigación en el INIA Santa Ana de Huancayo, que tuvo como objeto de evaluar el rendimiento productivo en cuyes sometidos a engorde, con dietas con diferentes niveles de metionina y lisina, durante su crecimiento y acabado consideró los siguientes tratamientos: (T1) Crecimiento (Met = 0.50%, Lys = 0.80%) - Acabado (Met = 0.50%, Lys = 0.80%); (T2) Crecimiento (Met = 0.50%, Lys = 0.80%) - Acabado (Met = 0.40%, Lys = 0.70%) y (T3) Testigo: Crecimiento (Met = 0.43%, Lys = 0.68%) - Acabado (Met = 0.31%, Lys = 0.58%). Finalizado el ensayo de alimentación (75 días) se tuvieron los siguientes resultados: Incrementos promedio finales de peso: (T1) 590,34g, (T2) 594,00g y (T3) 611,76g; conversión alimenticia al final del experimento: (T1) 9,64; (T2) 10,36 y (T3) 9,37; Rendimiento de carcasa sin oreo: (T1) 69,48b; (T2) 71,58a y (T3) 73,19a ($P < 0,05$). Rendimiento de carcasa con media hora oreo: (T1) 57,34b; (T2) 60,59a y (T3) 62,29a ($P < 0,05$). En tal sentido, el mejor nivel de metionina para las dietas de crecimiento y acabado de los cuyes es 0,43 y 0,31%, respectivamente y los de lisina, para las mismas fases de producción son 0,68 y 0,58%, correspondientemente, observándose que el uso de dietas incrementadas

en metionina y lisina utilizando como vehículo el afrecho de trigo no tuvo efectos mejoradores del crecimiento y eficiencia alimenticia, pero si en mejorar la calidad de la carcasa por su menor acumulación de grasa (Quispe, 2010).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental Pampa del Arco de la Escuela de Formación Profesional de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ubicado en Av. Circunvalación s/n del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, a una altitud de 2,750 m. s. n.m., cuyas coordenadas geográficas corresponden a 13° 8' 8" latitud sur y 74° 13' 26" latitud oeste.

2.2. CLIMA

Ayacucho está ubicada climatológicamente según la altura en la zona quechua de acuerdo a la clasificación hecha por el estudioso Javier Pulgar Vidal que dividió el territorio del Perú en ocho regiones naturales. Esta zona se caracteriza por tener quebradas amplias con fondos planos.

El clima es templado y seco, con una temperatura promedio de 17.5 °C y una humedad relativa promedio de 56 %. Este clima está considerado como adecuado para la vida. Los meses de mayor calor corresponden a los meses con mayor precipitación (enero, febrero, marzo) donde las máximas sobrepasan los 24°C la humedad relativa fluctúa entre 50 y 60%. Se encuentra a una **altitud:** 2761 m.s.n.m. / **Superficie:** 43 814.80 Km² / **Temperatura:** Promedio 17.5°C **Latitud sur:** 13° 09' 26" / **Longitud oeste:** 74° 13' 22 (Munihuamanga, 2016).

2.3. DURACIÓN DEL TRABAJO

La parte experimental del trabajo de investigación tuvo una duración de 8 semanas (56 días).

2.4. INSTALACIONES Y EQUIPOS

a. Galpón: El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Experimental Pampa del Arco, el galpón está construido con material de adobe, techado con eternit a media agua, piso de tierra, puertas y ventanas que proporcionan adecuada ventilación e iluminación.

b. Jaulas: Las jaulas fueron de madera, cubiertos con malla metálica y tienen una dimensión de 0.75m de largo x 0.5m de ancho y 0.45m de altura, donde se albergara 4 cuyes/jaula, requiriendo un total de 8 jaulas.

c. Comedero: Se emplearon 08 comederos hechos a base de arcilla, de forma circular con una capacidad de 250 gr. de alimento, las cuales fueron distribuidas en cada una de las jaulas para luego suministrar permanentemente el alimento para el libre consumo.

- d. Bebederos:** Se emplearon 08 bebederos hechos a base de arcilla de forma circular con fondo de acabado enlozado, con una capacidad de 250ml, en las que se ofrecieron agua limpia y fresca permanentemente.
- e. Balanza:** Se utilizó una balanza electrónica EK5055, con capacidad de 5 kg con una sensibilidad de 1gr. para el control de peso corporal de los cuyes y suministro de raciones y sus respectivos residuos.
- f. Identificación:** Se identificó mediante el uso de aretes de metal codificado y se colocó en la oreja derecha.
- g. Otros:** De la misma manera se utilizó herramientas y equipos zootécnicos, veterinarios de uso común en el manejo de los animales.

2.5. ANIMALES EXPERIMENTALES

Se emplearon 32 cuyes machos destetados, de aproximadamente 21 días de edad, Genotipo Perú con pesos homogéneos, procedente de la granja "Papa Cuy" (Arizona – Vinchos), inmediatamente destetados. Una vez pesados e identificados se procedió a colocar los aretes de aluminio debidamente identificados en la oreja derecha; luego se colocó en las jaulas, los cuales fueron distribuidos al azar formando grupos de cuatro animales por jaula.

2.6. TRATAMIENTOS

En el presente trabajo de investigación se evaluaron 2 tratamientos, con cuatro repeticiones por tratamiento los que se describen a continuación:

T1: Alimento balanceado sin aminoácidos esenciales (metionina, lisina, y treonina), más alfalfa.

T2: Alimento balanceado mas aminoácidos esenciales (metionina, lisina y treonina), más alfalfa.

Cuadro N° 04: Tratamiento 1 y Tratamiento 2 y sus respectivas repeticiones.

T1 alimento balanceado sin aminoácidos esenciales (metionina, lisina y treonina).	T2: Alimento balanceado mas aminoácidos esenciales (metionina, lisina y treonina)
R1 (4 cuyes)	R1 (4cuyes)
R2(4cuyes)	R2(4cuyes)
R3(4cuyes)	R3(4cuyes)
R4(4cuyes)	R4(4cuyes)

Fuente: Elaboración propia.

2.7. ALIMENTACIÓN

a. Alimento Balanceado

El alimento balanceado se preparó de acuerdo a la fórmula establecida para el trabajo de investigación, teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales del cuy, a ella se adicionará los aminoácidos esenciales (metionina, lisina y treonina) de acuerdo a los tratamientos que se realizó. Las raciones se ofrecieron de acuerdo al tratamiento y el consumo fue **ad libitum**, evitando la falta de alimento en los comederos. Se ofreció en las mañanas y tardes, observando cualquier caso anormal que acontezca. Los residuos del alimento balanceado del comedero y el desperdicio del suelo fueron pesados diariamente de cada poza, para de esta manera agregar nuevamente alimento limpio.

Cuadro Nº 05: Composición porcentual del alimento balanceado sin y con la inclusión de aminoácidos esenciales .

I N S U M O S (Kg.)	T1 /sin AAs esenciales	T2 /con AAs esenciales
Maíz	27,00	27
Afrecho de trigo	52,45	51,78
Hna. de soya	16,00	16
Fosfato di cálcico	2,70	2,7
Carbonato de calcio	1,70	1,7
Sal	0,05	0,05
DL-Metionina	0,00	0,25
L-Lisina	0,00	0,25
L-Treonina	0,00	0,25
Cloruro de colina	0,01	0,01
Premix	0,10	0,1
T O T A L	100	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro Nº 06: Valor nutritivo estimado de los tratamientos experimentales

NUTRIENTES	%T1sin AAs esenciales	% T2 con AAs esenciales
Materia seca	89,00	89,00
Proteína	17,50	18,00
ED Kcal	2705,00	2800,00
Calcio	0,95	1,00
Fosforo	0,72	0,70
Metionina	0,37	0,62
Lisina	0,30	0,55
Treonina	0,17	0,42
Fibra	8,00	8,00

Fuente: Elaboración propia

b. Forraje

Se utilizó alfalfa verde, en estado de 10% de floración, proveniente de las plantaciones del Centro Experimental de Pampa del Arco. Se suministró

las hojas y los tallos, previa eliminación de malezas y/o plantas de otras especies. La alfalfa se ofreció en un 10% del peso vivo de los animales, esto fue incrementando semanalmente conforme el animal aumenta de peso, la distribución se hizo en dos partes una en la mañana y la otra en la tarde.

c. Agua

El agua de bebida se ofreció a libre disposición para todos los tratamientos, limpia y fresca diariamente, durante toda la etapa experimental; todo ello previo lavado de los bebederos.

2.8. SANIDAD

Para la desinfección de poza se utilizó amonio cuaternario (10ml/ 5L de agua), el cual permitió la eliminación de microorganismos patógenos. Luego se realizó el flameado de todo el galpón incluyendo el techo, paredes y jaulas. Una semana después de la desinfección se alojaron los animales. Así mismo los comederos y bebederos fueron lavados y desinfectados.

La limpieza de las jaulas se realizó semanalmente, aprovechando el mismo día de registro de peso de los animales y consistió en retirar la cama y las excretas húmedas de las esquinas de las jaulas, reemplazando por una cama limpia y seca.

2.9. PARÁMETROS EVALUADOS

a. Ganancia de peso.

El control de peso de los cuyes se realizó al inicio del experimento y después semanalmente, en forma individual, a la misma hora (08:00 h +/- 09:00h) antes de proporcionarle los alimentos, con uso de la balanza y registros. La ganancia de peso total fue la diferencia de peso a la octava semana de evaluación y el peso inicial (peso al destete).

Para la toma de peso se introdujo individualmente a los animales en una caja de carton colocada sobre la balanza de precisión, previamente calibrada para eliminar errores en el registro de los pesos.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso final} - \text{Peso}$$

b. Consumo de alimento

El consumo de alimento se determino mediante el registro semanal del alimento balanceado y diario del forraje por cada poza, a partir de los cuales se determinara el consumo total de alimento expresado en materia, se calculo semanalmente de la siguiente manera:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - (\text{Residuo} + \text{desperdicio})$$

c. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia (C.A.) es un parámetro indicativo de la cantidad de alimento requerido para producir un kilogramo de peso vivo, se determino relacionando el consumo de alimento (MS) tanto del concentrado como del forraje. Será calculada de la siguiente manera:

$$C.A. = \text{Consumo de Alimento Semanal} / \text{Ganancia de Peso Semanal.}$$

d. Rendimiento de carcasa.

El rendimiento de carcasa se determinó en 16 cuyes (8 por tratamiento) elegidos al azar. Todos los animales estuvieron en ayuno antes del sacrificio (12horas). La carcasa incluyo: piel, cabeza, miembros anteriores, posteriores,visceras rojas (corazón, pulmon, hígado y riñones). El rendimiento de carcasa (RC), se calculó mediante la siguiente fórmula (Cerna, 1997)

$$RC = (\text{peso de vísceras total} + \text{peso carcasa}) / \text{peso vivo referido} \times 100$$

2.10. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con 2 tratamientos y 4 repeticiones por tratamiento. Cada repetición estaba conformada por 4 cuyes alojados en una poza.

El modelo aditivo lineal fue el siguiente: $Y_{ij} = u + T_i + E_{ij}$

Donde:

Y_{ij} : Es una observación del i - ésimo tratamiento en j - ésima repetición

U : Es la media

T_i : Es el efecto del i - ésimo tratamiento

E_{ij} : Es el efecto de error experimental en la observación del i - ésimo tratamiento en j - esima repetición.

2.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados haciendo uso de la técnica del ANVA, en un diseño completamente al azar y para la comparación de los promedios se utilizaron la prueba de Tukey, los datos fueron analizados haciendo uso del programa SAS (System Análisis Statisticcal).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. PARÁMETROS PRODUCTIVOS SEGÚN TIPO DE RACIÓN ALIMENTARIA

Como resultado general del estudio, en el cuadro 4.1 se presenta los índices productivos estimados para los cuyes de genotipo Perú en etapa de recria, alimentados con dietas alimenticias basados en la incorporación de aminoácidos esenciales en raciones balanceadas para fase de crecimiento-acabado. En general, se observa que a nivel de las cuatro variables estudiadas, no se lograron evidenciar diferencias que resulten ser estadísticamente significativo ($p>0.05$) para los tratamientos evaluados; es decir, el uso de aminoácidos esenciales en dietas balanceadas no contribuyó a la mejora de los rendimientos productivos de los cuyes en su fase de crecimiento acabado.

Cuadro 07. Parámetros productivos de cuyes de genotipo Perú en fase de crecimiento acabado según tipo de dieta alimenticia

Variable	T1 (Alimento Balanceado sin AA Esencial)	T2 (Alimento Balanceado con AA Esencial)
Ganancia de Peso (g.)	548.44a ± 22.68	550.94a ± 8.90
Consumo de Alimento (g.)	1783.48a ± 130.81	1840.67a ± 46.94
Conversión alimenticia	3.25a ± 0.14	3.34a ± 0.13
Rendimiento de Carcasa (%)	69.59a ± 3.60	69.28a ± 3.32

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencias estadísticamente significativos ($p < 0.05$)

3.1.1. Ganancia de Peso (g)

En el gráfico 01 se presenta los promedios de las ganancias de peso medio logrado al final del periodo de evaluación en cuyes de genotipo Perú alimentados con dietas a base de alimento balanceado y la incorporación de aminoácidos esenciales. En general, se observa que el tratamiento 2; es decir, aquel que incorporó aminoácidos esenciales a la ración balanceada, con una media de 550.94 ± 8.90 g no logró evidenciar diferencias que resulten ser estadísticamente significativos ($p > 0.05$) respecto al tratamiento 1 control que solo considero al alimento balanceado sin el uso de aminoácidos esenciales, cuya ganancia de peso vivo medio fue de 548.44 ± 22.68 g

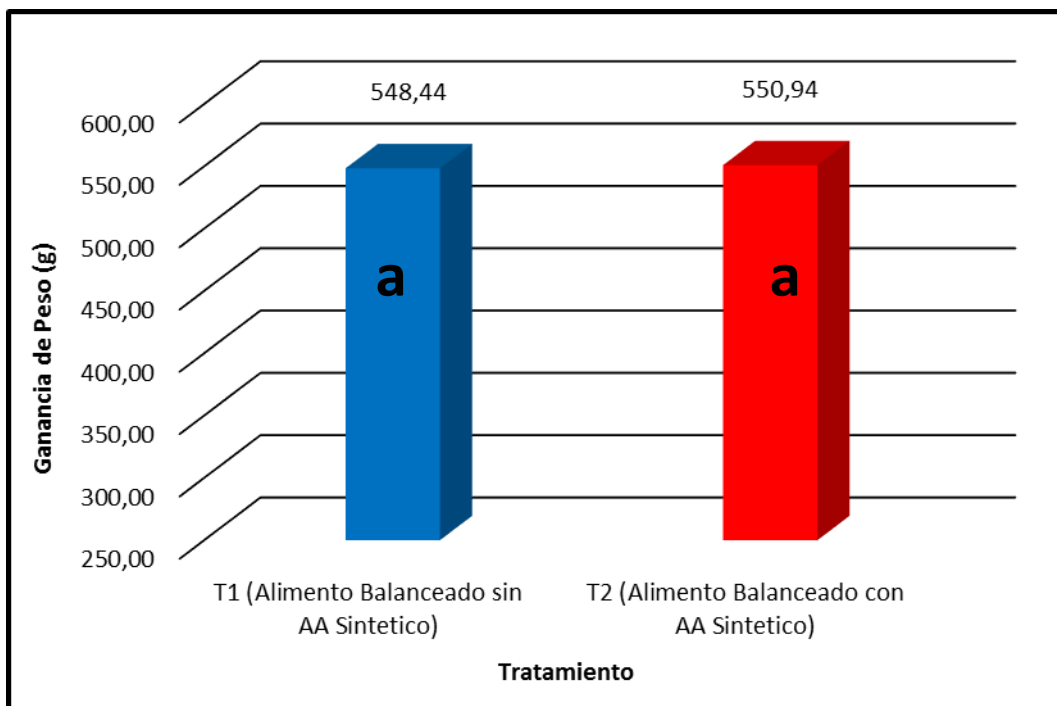


Gráfico 01. Ganancia de peso medio (g) de cuyes de genotipo Perú en fase de crecimiento-acabado según tipo de dieta alimenticia

Los resultados de incrementos de peso, determinados desde el destete hasta los 56 días de edad obtenidos en el presente estudio, fueron superiores a los reportados por Castro y Chirinos (1997), quienes al probar el efecto de la suplementación de 0,25% de DL-metionina en suplementos para cuyes en fase crecimiento (56 días de edad), alimentados con rye grass italiano más concentrados con diferentes niveles de proteína y DL-metionina: (T1) 15% PT, (T2) 15% PT + 0,25% de DL-metionina, (T3) 20% P, (T4) 20% PT+0,25% de DL-metionina, (T5) 25% PT, (T6) 25% PT+0,25% de DL-metionina, observaron incremento de peso de 408 g (7,28 g/día) sin el empleo de metionina, y de 429g (7,66 g/día) con el empleo de metionina al 0.25% de inclusión en la dieta, respectivamente. Esta diferencia probablemente sea

influenciada por el tipo de forraje utilizado y la cantidad de aminoácidos suplementados en la ración.

Por otro lado, los valores reportados en el presente trabajo fueron inferiores al trabajo realizado por Remigio (2006), quien evaluando tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados y empleando un sistema de alimentación con sólo balanceado (200 mg vit C/100 g alimento balanceado), obtuvo una mayor ganancia de peso al usar niveles de 0.78% de lisina y 0.71% aminoácidos azufrados cuyo promedio fue de 827 g. Asimismo, con los niveles de lisina de 0.84% y 0.79% de aminoácidos azufrados, obtuvo un incremento de peso medio 825 g. Estas diferencias probablemente se deba al uso exclusivo de alimento balanceado mas 200mg de vitamina C/100 g de alimento los cuales alimentados con balanceado de alto valor nutricional pueden obtener ganancias medias diarias desde 16 g/día.

Finalmente, Quispe (2010) reporta resultados de incremento de peso que no difiere con lo hallado en el presente estudio. Al respecto, cabe mencionar que dicho autor, en su trabajo de investigación determinó niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado, reportando ganancias de peso equivalentes a 590.34 g, 594 g y 611.76 g para diferentes niveles de uso de metionina y lisina en fase de crecimiento y acabado. Cabe mencionar que el nivel de metionina y lisina empleado a nivel del último tratamiento fue de 0.43% y 0.68% para fase de crecimiento y de 0.31% y 0.58% para la fase de acabado,

respectivamente. Estos valores similares probablemente se deban al tiempo de evaluación experimental y al tipo de alimento utilizado.

3.1.2. Consumo de Alimento (g)

El grafico 02 se presenta los promedios de consumo de alimento en términos de materia seca, logrado al final del periodo de crecimiento- engorde de los cuyes de genotipo Perú alimentados con dietas a base de alimento concentrado y la inclusión de aminoácidos esenciales. En general, se observa que el tratamiento 2; es decir, aquel grupo de animales que fueron alimentados con una ración balanceada que incluyó el uso de aminoácidos esenciales, reporto al final del periodo de evaluación un consumo medio de materia seca acumulado de $1840.67a \pm 46.94$ g el cual no evidencio diferencias que resulten ser estadísticamente significativo ($p > 0.05$) respecto al tratamiento 1 (control) que solo considero al alimento balanceado sin incluir aminoácidos esenciales, siendo su consumo de materia seca medio de 1783.48 ± 130.81 g.

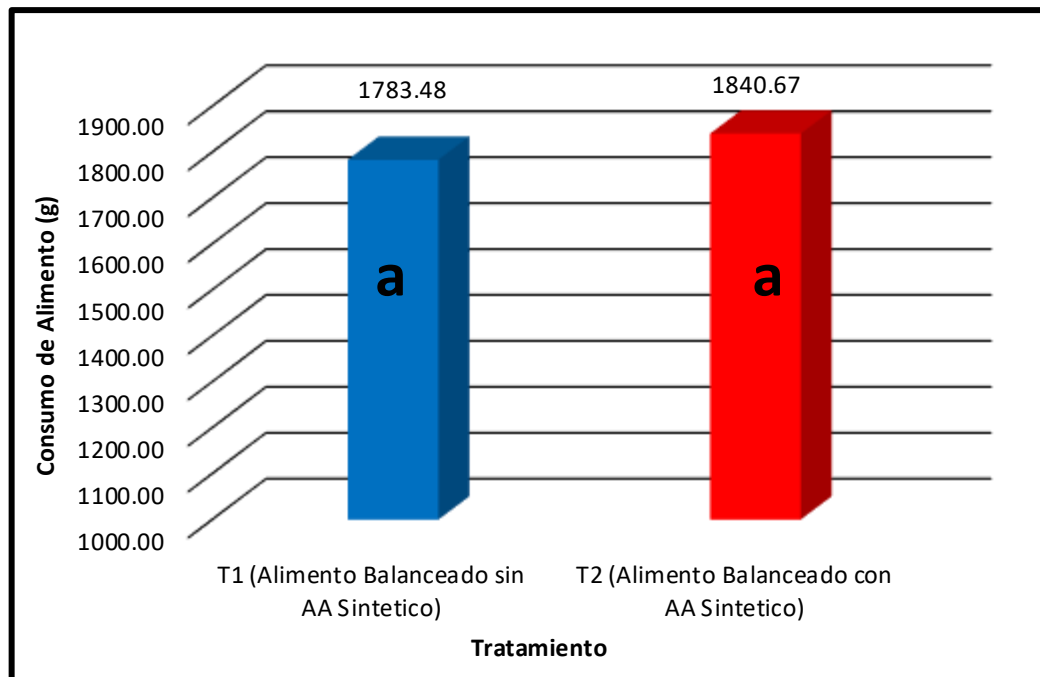


Gráfico 02. Consumo de alimento en materia seca medio (g) de cuyes de genotipo Perú en fase de crecimiento-acabado según tipo de dieta alimenticia

Los resultados del consumo de materia seca, determinados desde el destete hasta los 56 días de edad obtenidos en el presente estudio, fueron inferiores a los reportados por Castro y Chirinos (1997) quienes al probar el efecto de la suplementación de 0,25% de DL-metionina en suplementos para cuyes en fase crecimiento (56 días de edad), alimentados con rye grass italiano más concentrados con diferentes niveles de proteína y DL-metionina: (T1) 15% PT, (T2) 15% PT + 0,25% de DL-metionina, (T3) 20% P, (T4) 20% PT+0,25% de DL-metionina, (T5) 25% PT, (T6) 25% PT+0,25% de DL-metionina, observaron el consumo de materia seca de 3250 g (58 g/día) sin el empleo de metionina, y de 3 098g (55,32 g/día) con el empleo de metionina al 0.25% de inclusión en la dieta, respectivamente. Esta diferencia posiblemente sea influenciada por la baja calidad del forraje

utilizado, pues el animal consume mayor cantidad de concentrado para satisfacer sus requerimientos, cuando los cuyes consumen alimento concentrado de un alto valor nutricional, el consumo de materia seca es menor.

Por otro lado (Remigio, 2006) quien evaluando tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados y empleando un sistema de alimentación con sólo balanceado (200 mg vit C/100 g alimento balanceado), obtuvo mayor consumo de materia seca de 2.900 para el T3 (Lys = 0.84 y 0.79 de Met y Cist) y 3.003 para el T1 (Lys = 0.78 y 0.71 de Met y Cist), estos valores son superiores a lo reportado en el presente trabajo 1783.98 y 1840.67, para el T1 y T2 respectivamente. Estas diferencias probablemente sean por el tipo de aliemento suministrado, (balanceado peletizado + 200 mg de vitamina C y exclusión de forraje) y por la edad del destete 15 días, cuanto más temprano el destete mayor consumo de alimento y metabolismo acelerado.

3.1.3. Conversión Alimenticia

En el grafico 03 se presenta los promedios de conversión alimenticia lograda al final del periodo de evaluación a nivel de los grupos de cuyes de genotipo Perú alimentados con raciones balanceadas que incluyo el uso de aminoácidos esenciales. En general, se observa que el tratamiento 2; es decir, aquel grupo de animales que fueron alimentados con una ración balaceada que incluyó el uso de aminoácidos esenciales, reporto al final del periodo de evaluación una conversión alimenticia media de

3.34 ± 0.13 el cual no evidenció diferencias que resulten ser estadísticamente significativo ($p > 0.05$) respecto al tratamiento 1 (control) que solo considero al alimento balanceado sin incluir aminoácidos esenciales, siendo su conversión alimenticia media de 3.25 ± 0.14

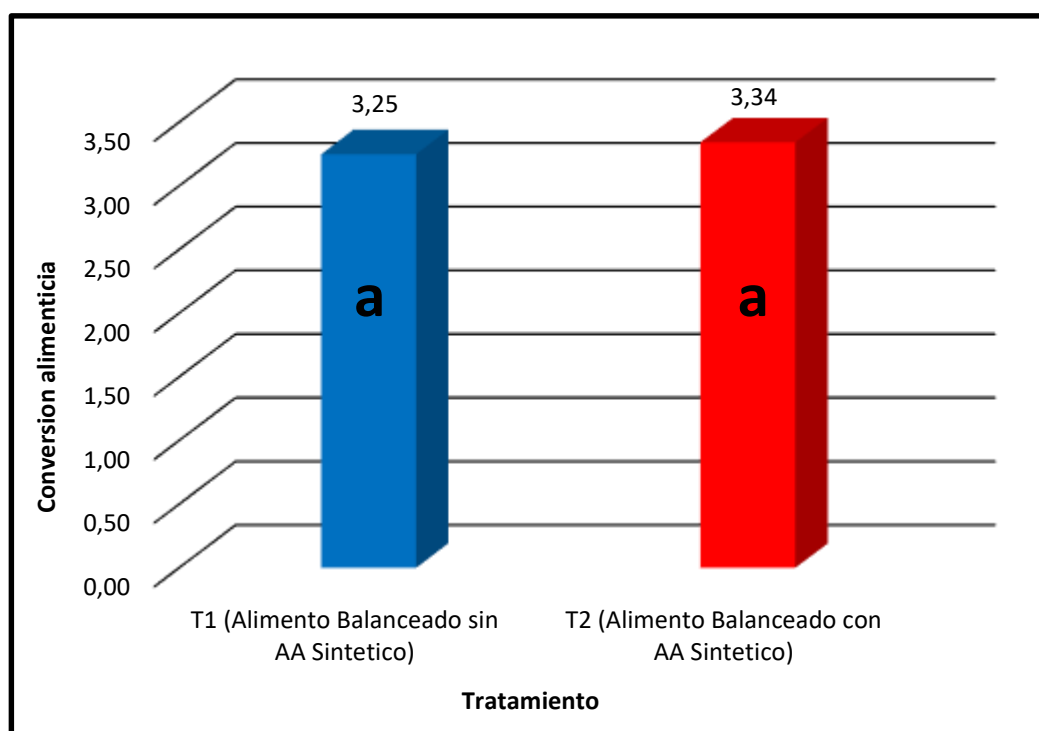


Gráfico 03. Conversión alimenticia medio en cuyes de genotipo Perú en fase de crecimiento-acabado según tipo de dieta alimenticia

Los valores de conversión alimenticia obtenidos en el presente trabajo de investigación, resultaron ser más eficientes T1 (3.25) y T2 (3.34), que los reportados por Castro y Chirinos (1997) quienes mencionan que al utilizar la suplementación de 0,25% de DL-metionina en cuyes en crecimiento (15-56 días de edad), alimentados con rye grass italiano más concentrados con diferentes niveles de proteína, reportan que las conversiones alimenticias promedio para los cuyes que tuvieron acceso al suplemento con 0,25% de metionina fue 4,56; mientras que para los

grupos que no tuvieron suplementos con la adición de metionina, la conversión alimenticia fue 5,02. Diferencias explicables si se toma en consideración la composición del alimento suministrado y los nuevos genotipos que presentan requerimiento nutricional superiores para optimizar los rendimientos productivos.

Por otro lado, los valores reportados en el presente trabajo fueron de 3.25 y 3.34 para el T1 y T2 respectivamente, no presenta diferencia considerable con el trabajo realizado por Remigio (2006) quien evaluando tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados y empleando un sistema de alimentación con sólo balanceado (200 mg vit C/100 g alimento balanceado), reporto índice de conversión alimenticia de 3.64 y 3.63, respectivamente. Estos valores posiblemente se atribuya ligeramente similares por el suministro de alimento balanceado de alto valor proteico y energético.

Finalmente Quispe (2010) reporta resultados de conversión alimenticia que es superior a lo hallado en el presente trabajo. Al respecto dicho autor, en su trabajo de investigación determinó niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado reportado por al evaluar niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado, reportando la conversión alimenticia para el T1, T2 y T3 que fueron de 9.64, 10.36 y 9.37 respectivamente; estas diferencias pueden atribuirse a que en el estudio nose empleo un alimento balanceado que contenga proporciones adecuadas de todos los nutrientes que requiere el animal.

3.1.4. Rendimiento de Carcasa (%)

En el gráfico 04 se presenta los promedios de rendimiento de carcasa medio logrado al final del periodo de evaluación a nivel de los cuyes de genotipo Perú alimentados con dietas balanceadas en adición a la inclusión de aminoácidos esenciales. En general, se observa que el tratamiento 2; es decir, aquel grupo de animales que fueron alimentados con la ración balanceada que incorporo además a los aminoácidos esenciales, con una media de 69.28 ± 3.32 , no evidencio diferencias estadísticamente significativos ($p > 0.05$), respecto al tratamiento 1 (control) cuyos animales fueron alimentados solo con ración balanceada sin el uso de aminoácidos esenciales, cuya media de rendimiento de carcasa fue de 69.59 ± 3.60 .

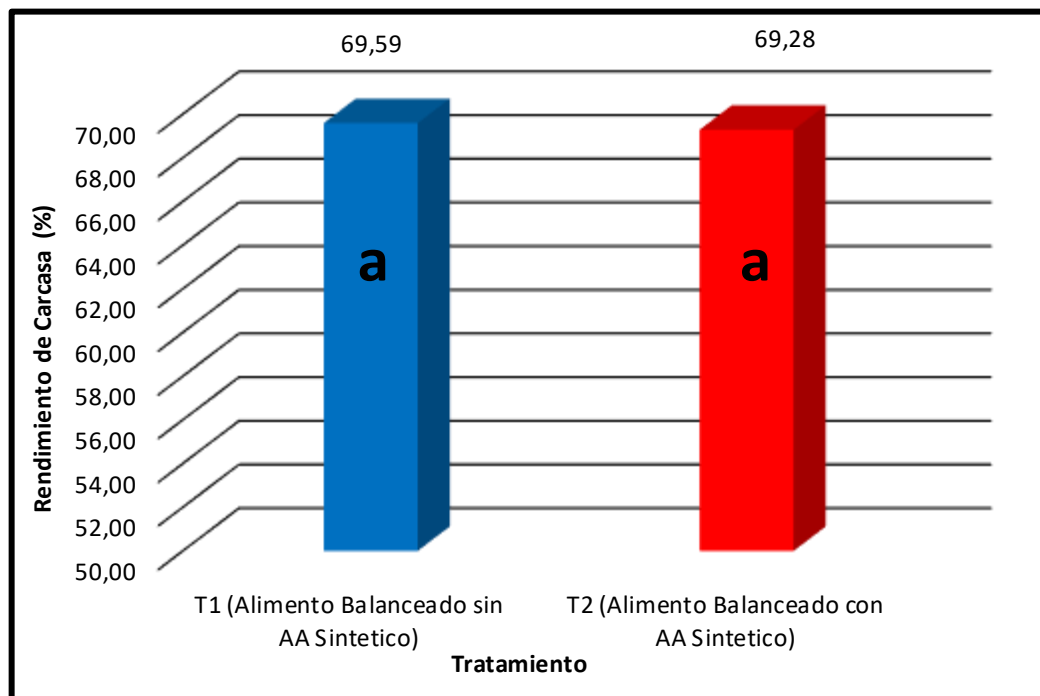


Gráfico 04. Rendimiento de carcasa medio (g.) de cuyes de genotipo Perú en fase de crecimiento-acabado según tipo de ración alimenticia

Los valores reportados en el presente trabajo de investigación fueron de 69.59 y 69.28 que no muestran diferencia considerable, respecto al trabajo realizado por Remigio (2006) que evaluo tres niveles de lisina y aminoácidos azufrados, reportando valores para en T1 (Lys = 0.78 + Met y Cist = 0.79) de 69.94 % y para el T2 (Lys = 0.84 + Met y Cist = 0.79) de 68.17%; estos valores similares probablemente pueden atribuirse al uso de alimento balanceado en ambos trabajos de investigación y al genotipo de los animales experimentales.

Por otro lado Quispe (2010) reporto el rendimiento de carcasa valores equivalentes a 57.34, 60.59 y 62,29 para el T1, T2 y T3 respectivamente, para diferentes niveles de uso de metionina y lisina en fase de crecimiento y acabado durante 75 días de evaluación cabe mencionar que el nivel de metionina y lisina empleado a nivel del ultimo tratamiento fuer de 0.43% y 0.68% para fase de crecimiento y de 0.31% y 0.58% para la fase de acabado, respectivamente. Valores que son muy inferiores a lo reportado en el presente trabajo. En este estudio, las diferencias encontradas pudieron deberse al tipo de alimento suministrado (Afrecho de trigo con diferentes niveles de metionina y lisina) más forraje al 10% de su peso vivo, también por la diferencia de genotipos.

3.2. MÉRITO ECONÓMICO

En el cuadro 02 se presenta los rubros de egresos e ingresos, así como el nivel de utilidad unitaria y rentabilidad lograda al final del presente estudio según tipo de ración alimenticia evaluado. Se observa que los costos

unitarios incurridos durante las 8 semanas de periodo de evaluación, tanto a nivel del grupo de animales que fueron alimentados con la ración balanceada que incluyó la adición de aminoácidos esenciales (T2), y aquel que solo considero alimento balanceado sin aminoácido esenciales (T1), ascienden a S/. 11.21 y S/. 10.85, respectivamente, habiendo una diferencia monetaria de solo S/. 0.36 a favor del grupo experimental de cuyes que solo fue alimentado con alimento balanceado sin incluir aminoácidos esenciales.

Cuadro 08. Merito económico logrado según tipo de ración alimenticia evaluado

RUBRO	T1	T2
	Balanceado sin AA	Balanceado con AA
Costos Unitarios (S/.)	10.85	11.21
Ingresos Unitarios (S/.)	16.45	16.50
Utilidad Unitaria (S/.)	5.60	5.29
Nro. de cuyes logrados	16.00	16.00
Utilidad Neta (S/.)	89.58	84.59
Rentabilidad (%)	51.60	47.16

Fuente: Elaboración propia.

Al respecto, cabe mencionar que la diferencia desfavorable de S/. 0.36 a nivel del grupo de cuyes que fueron alimentados con la ración balanceada que además incluyó la adición de aminoácidos esenciales, se debió precisamente al costo adicional de la ración producto de la incorporación de este ingrediente, puesto que ambos grupos de animales lograron registrar niveles de consumo de alimento balanceado que no difirieron significativamente. Los otros rubros de costos incluyeron aquellos

incurridos para las medidas profilácticas, gastos de mano de obra y mantenimiento de equipos e infraestructura, considerándose estos como constantes e iguales para ambos grupos comparativos.

Al considerar una situación de mercado donde se pagara por el diferencial de peso logrado a nivel del producto final, el nivel de ingreso unitario que se lograría a nivel de los 02 grupos experimentales derivado de la venta de cada unidad de cuy comercializable ascendería a S/. 16.45 y S/. 16.50; respectivamente, no observándose una diferencia monetaria que resulte ser significativa y favorable a ningún grupo experimental. Al respecto, cabe mencionar que un mayor peso de los animales al momento de su comercialización repercutiría en un mayor ingreso por venta, sin embargo este aspecto no prevaleció a nivel de ambos tratamientos, puesto que la ganancia de peso registrado en los mismos, no logró evidenciar diferencias que resulten ser estadísticamente significativo.

Respecto a la utilidad unitaria derivado de la venta de cuyes logrados al final del presente estudio; este asciende a S/. 5.60 y S/. 5.29 tanto a nivel de los tratamientos 1 y 2; respectivamente, cuya diferencia de S/. 0.31 resulto ser poco favorable para el grupo de animales que fueron alimentados sin el uso de aminoácidos esenciales. Por otro lado, y como complemento al dato anterior, la utilidad total estimada al final de las 8 semanas de duración del experimento; es decir, aquella ganancia lograda por la venta de los 02 lotes de animales compuestos por 16 cuyes cada uno, y que formaron parte de los tratamientos 01 y 02 del presente estudio, ascenderían a S/. 89.58 y S/. 84.59; respectivamente, cuya

diferencia entre ambos grupos asciende a solo S/. 5.0, por lo que resultaría igualmente favorable para el grupo de animales que formaron parte del tratamiento 1

Respecto al nivel de rentabilidad alcanzada al final del presente estudio; se podría afirmar que este asciende a nivel de los tratamientos 01 y 02 a 51.60 % y 47.16 %; respectivamente, resultando ser mayor para el (T1).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

1. La inclusión de aminoácidos esenciales de origen sintético compuesto por metionina, lisina y treonina, no mejoró significativamente ($p>0.05$) los parámetros productivos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa de los cuyes machos de genotipo Perú.

2. La inclusión de 0.25% en raciones balanceadas de aminoácidos esenciales no contribuye en la mejora de la utilidad e índice de rentabilidad económica.

4.2. RECOMEDACIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación y en base a los resultados obtenidos, se recomienda:

1. Continuar con investigaciones en el área de la nutrición y alimentación, por ser el rubro que tiene mayor influencia en la rentabilidad de la producción de cuyes, pues esta especie por su alto valor nutricional y sabor exquisito se constituye en una carne que debe ser consumida por la población en general, especialmente por los niños de la zona rural donde la desnutrición crónica es un problema que no permite el desarrollo sostenido.
2. Realizar trabajos de investigación evaluando mayores niveles de inclusión de aminoácidos esenciales individualizadas en la etapa de crecimiento y acabado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aliaga, J.** (1979). Producción de cuyes. UNCP: Huancayo
- Airahuacho, F.** (2007). Evaluación de dos niveles de energía digestible en base a los estándares nutricionales del NRC (1995) en dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis Magíster Scientiae UNALM. Lima – Perú.
- Anaya, M.** (2005). Evaluación de tres niveles de fibra cruda en el engorde de cuyes- Molina. Tesis de Ing. Agrónomo, UNSCH, Ayacucho- Perú.
- Asociación peruana de promotores de la carne de cuy (APCUY)** El representante de APCUY, Willian Lossio, explicó que el consumo de cuy en los últimos siete años ha aumentado impulsado por una mayor apreciación del valor nutricional de su carne.
- Berres, J., Vieira, S., Dozier W.** (2010). Broiler responses to reduced-protein diets supplemented with valine, isoleucine, glycine, and glutamic acid. Journal of Applied Poultry Research, v.19, p.68–79.
- Bisinoto, K., Berto, D., Caldara, F.** (2007). Relação treonina: lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal p.1740-1745.
- Blas, JC., Villamide, María J., Carabaño, R.,** (1989). Valor nutritivo de los subproductos de cereales para conejos. 1. La paja de trigo. J. Appl. Rabbit .
- Caballero, A.** (1992). “Valor nutricional de la panca de maíz: consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*)”. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima - Perú. 58 p.

- Camino, D.** (2011). Evaluación de dos genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados con concentrado y exclusión de forraje verde. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima
- Castro, B., Chirinos, P. y Blanco, Z.** (1991). Uso de afrechillo en el engorde de cuyes con restricción de forraje. XIV Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA), Cerro de Pasto, Perú.
- Castro, J.** (1997). Nutrición y Alimentación de Cuyes. Primera Edición Huancayo Perú.
- Castro J, Chirinos D.** (1992). Uso de tres niveles energéticos en suplementos para cuyes destetados y el efecto de la adición de la tiroproteína. En: XV Reunión de la Asociación Peruana de Producción Animal. Pucallpa: APPA.
- Castro, J. y Chirinos, D.** (1997). Nutrición y Alimentación de Cuyes, Huancayo Facultad de zootecnia UNCP.
- Castro, J. y Chirinos, D.** (2007). Manual de formulación de Raciones Balanceadas para Animales. CONCYTEC.
- Caycedo, V.** (1993). Efecto de la frecuencia de suministro de forraje de alfalfa y suplemento concentrado en los rendimientos productivos del cuy (*Cavia porcellus*).
- Caycedo, A.** (2003). Alimentación alternativa en la producción de cuyes. En memoria del primer curso internacional de cuyicultura.
- Caycedo, A.** (2000). Experiencias investigativas en la producción de cuyes. Universidad de Nariño. Pasto- Colombia. 323 p.

Cerna, M. (1997). "Evaluación de cuatro niveles de residuo de cervecería seco en el crecimiento-engorde de cuyes". Tesis para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima - Perú. 84p

Ciprián, R. (2006). "Evaluación del tamaño de partícula y el nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento". Tesis para obtener el Título de Magíster Scientiae. Escuela de Postgrado. UNALM. Lima-Perú.

Chauca, L. (1991). Caracterización de la crianza de cuyes en los departamentos de Cochabamba La Paz y Oruro La Paz, Bolivia.

Chauca, L.(1993).Crianza de cuyes. Instituto Nacional de Investigacion Agraria, Serie de folletos N° 8-93 Lima Peru.

CHAUCA, L. (1997). Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO.

Chauca, L., Higaonna, R. Y Muscari, J. (2004). Manejo de cuyes Ministerio de Agricultura – INIA. Boletín N° 11- 47 pags.

Chauca, L. (2006). Manejo y culinaria de cuyes en el Perú. En: I Curso Regional de Cuyes. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.

Chauca, L. (2007). Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los países andinos. Archivo Latinoamericano de Producción Animal Vol. 15. Cuzco, Perú.

Chauca. L. (2007). Logros Obtenidos en la mejora Genetica del Cuy (*cavia porcellus*) Experiencias de INIA. Archiv. Latinoam. Prod. Anim.

Corzo A., Kidd M., Dozier III., (2007). Dietary threonine needs for growth and immunity of broilers raised under different litter conditions. *Journal of Applied Poultry Research*, v.16, p.57.

Corzo A., Loar II., R.E., Kidd M. (2009). Limitations of dietary isoleucine and valine in broiler chick diets. *Poultry Science*, v.88, p.1934–1938.

Correa S. (1994). Determinación de la digestibilidad de insumos energéticos, proteicos y fibrosos en cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac Agraria La Molina. 92 p.

Gomez C. y V. vergara. (1994). Fundamentos de la nutrición y alimentación de cuyes. *Crianza de Cuyes*. Lima – Perú. 70 p.

Gomez C. y V. Vergara.(1993). Fundamentos de nutrición y alimentación. I Curso Nacional de capacitación en crianzas familiares, pags. 38-50, INIA- EELM-EEBI.

Goulart, C. (2010). Utilização de Aminoácidos Industriais e Relação Aminoácidos Essenciais: Não Essenciais em Dietas para Frangos de Corte. Areia: Universidade Federal da Paraíba, Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba.

Hidalgo V., Montes T., Cabrera P. y Moreno A. (1995). Crianza de cuyes. Programa de investigación en carnes UNALM. Lima-Perú. 90 p.

Hidalgo L., Montes A., Cabrera V., Moreno R., (2004). Manual - Crianza 66 de Cuyes. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Inga V. 2008. Evaluación de dos niveles de energía digestible y dos niveles de fibra cruda en dietas de crecimiento con exclusión de forraje para cuyes mejorados (*Cavia porcellus*). Tesis de Ing. Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 71 p.

INIA - CIID. (1996). Proyecto de Sistemas de Producción de Cuyes. Instituto de Investigación Agraria. Volumen I. Lima – Perú. 86 pag.

INIA – DGPA. (2003). Informe Situacional de la Crianza del Cuy.

INIA. (2005). Trabajos de investigación realizados del 2003 al 2005.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE), 2012. IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO). Lima – Perú.

Jara N. (2013). "Evaluación de un aditivo multifuncional en la dieta sobre el comportamiento productivo de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento". Tesis para obtener el Título de Ingeniero Zootecnista. UNALM. Lima-Perú. 102 p

Jose Milthon, L. Perly, H. Minardi, A. Gamael, J. S. Flemming, G. A. Souza, A. B. Filho. (2002). Nutrición animal Bases y Fundamentos.

Keshavarz K. y Fuller H.L. (1971). Relationship of arginine and methionine to creatine formation in chicks. Nutr.

Kidd M.T., S. J. Barber, W. S. Virden, W. A. Dozier III., D. W. Chamblee y C. Wiernusz. (2003). Threonine Responses of Cobb Male Finishing Broilers in Differing Environmental Conditions. J. Appl. Poult. Res.

Leclercq B. (1998). Specific Effects of Lysine on Broiler Production: Comparison with Threonine and Valine. Poultry Science, v.77, p.118.123,

Lemme A., V.Ravindran y Briden WL. (2004) La Digestibilidad Ideal de Aminoácidos en los ingredientes de piensos para pollos de engorde. Poultry del mundo.

Lensing H.H. (1974). The effects of dietary methionine and lysine on broiler chicken performance and breast meat yield. Can. J. Anim. Sci. 70:673–678

Maynard, L., Loosli, J., Hintz, H. (1981). Nutrición Animal. Cuarta edición. Mc Graw – Hill. Ciudad de Mexico – Mexico. 640 p.

Ministerio de Agricultura Y Riego (Minagri, 2013). declaró el segundo viernes de octubre de cada año como el Día Nacional del Cuy.

Moreno, R.(1989). El cuy. 2a ed. Lima, UNA La Molina. 128 págs.

Municipalidad de Huamanga Turismo Geografía y Clima (2016)

National Research Council (NRC). (1978). Requerimientos nutricionales para animales de laboratorio: cuyes. USA.

National Research Council (NRC). (1995). Requerimientos nutricionales para animales de laboratorio: cuyes. USA.

Nogueira E., Haese D., Kutschenko M. (2008). Novos aminoácidos na nutrição animal. In: V Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos, 2008, Cascavel. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal.

Palomino M., (2002) Crianza y Comercialización de cuyes, Colección Granja y Negoci, Edición Ripalme, 30 de Setiembre del 2002

Portal Agrario Regional de Amazonas (2006) Dirección de Información Agraria Amazonas, Chachapoyas.

Quispe, A. (2010) Niveles incrementados de lisina y metionina en dietas de crecimiento y acabado de cuyes en el INIA-Huancayo. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Zootecnista.

Q.R. Rogers (1973)“The nutritional and metabolic effects of amino acid imbalances”, en D.J.A. Cole *et al.*, (eds.), Protein Metabolism, op.cit., pags. 279- 301.

Remigio R. (2006) “Evaluación de tres niveles de Lisina y aminoácidos azufrados en las dietas de crecimiento para cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados”. Tesis para obtener el Título de Magíster Scientiae UNALM. Lima- Perú. 97 p.

Rose W., M.J. Conn y G.F.Lambert (1930) “The amino acid requirements of man.VI: The role of the caloric intake”, J. Biol. Chem.

Rostagno H.S., Albino L.F., Donzele, J.L. (2011) Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 252p.

Sá L., Nogueira E.T. (2010) Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos.

Saravia J., Gomez C., Ramirez S., Chauca L. (1985) Evaluación de cuatro raciones para cuyes en crecimiento. En: Resúmenes XVII Reunión Científica Anual A.P.P.A. Lima.

Saravia D.J. (1985). Prueba de tres niveles de vitamina C en raciones para cuyes. VIII Reunión científica anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA).

Silva J., Rodrigues M., Campos J., (1999) Influence of selection on the quality of the ingested diet by goats with hays offered in excess. Rev. Bras. Zootec., 28 (6): 1419-1423

Silva J., Rodrigues M., Campos J., (1999) Influence of selection on the quality of the ingested diet by goats with hays offered in excess. Rev. Bras. Zootec., 28 (6): 1419-1423

Sindirações (2005) Guía de Aditivos. Ácidos orgánicos, aminoácidos, enzimas, microminerales, vitaminas. Sindirações eds. 45p.

Thornton S., Corzo A., Pharr G. (2006) Valine requirements for immune and growth responses in broilers from 3 to 6 weeks of age. British Poultry Science, v.47, n.2, p.190-199,

Torres A. (2005) Evaluación de dos niveles de energía y dos niveles de proteína en dietas de crecimiento – engorde de cuyes. Trabajo de Investigación.

Villafranca M. (2003) Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 90 p

Vergara V. (2008) “Avances en nutrición y alimentación de cuyes”. Programa de Investigación y proyección social de alimentos. UNALM. Lima – Perú.

Waldroup P., Jiang Q., y Fritts C. (2005) Effects of supplementing broiler diets low in crude protein with essential and nonessential amino acids. Int. J. Poultry Sci. V.4, p. 425-431.

Warnick R., Anderson J. (1968) Limiting essential amino acids in soybean meal for growing chickens and the effects of heat upon availability of the essential amino acids. Poultry Science, v.47, p.281-287.

Watford M., Kutschenko M., Nogueira E. (2011) Optimal dietary glutamine for growth and development. Revista Brasileira de Zootecnia 40, p. 384-390 (supl. especial).

Zaefarian (2008) La longitud y peso del intestino se incrementaron al aumentar el aporte de treonina, sino que también se incrementó la longitud de las microvellosidades y la profundidad de las criptas.

Zaldívar A.M. y Chauca F.L. (1975) Crianza de cuyes. Ministerio de Agricultura, Lima, Perú, Boletín Técnico N° 81.

ANEXO

CUADRO N° 09. PESO SEMANAL POR REPETICIÓN DE LOS CUYES (g)

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	PESO INICIAL	SEMANAS							PESO FINAL	GANANCIA TOTAL
			1	2	3	4	5	6	7		
SIN AA (T1)	R1	279,8	307,0	382,8	452,8	501,3	609,3	688,0	752,8	829	548,8
	R2	245,5	286,5	367,0	428,5	489,3	603,5	659,3	736,8	819	573,0
	R3	280,5	315,5	396,0	471,8	532,3	635,3	703,8	746,5	834	553,8
	R4	269,5	305,8	368,3	436,0	489,8	572,0	640,0	709,8	788	518,3
CON AA (T2)	R1	273,8	305,0	394,3	447,8	493,8	596,0	670,0	744,8	832	558,5
	R2	271,3	294,0	336,8	425,0	485,5	601,8	670,8	740,0	827	556,0
	R3	263,5	311,3	393,0	456,0	509,8	602,3	680,5	747,5	814	550,8
	R4	287,5	319,0	400,8	469,8	509,5	633,3	693,0	759,0	826	538,5

CUADRO N° 10. PESO SEMANAL POR TRATAMIENTO DE LOS CUYES (g)

TRATAMIENTO	PESO INICIAL	SEMANAS							PESO FINAL	GANANCIA TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7		
SIN AA (T1)	268,8	303,7	378,5	447,3	503,1	605,0	672,8	736,4	817	548,4
CON AA (T2)	274,0	307,3	381,2	449,6	499,6	608,3	678,6	747,8	825	550,9

CUADRO N° 11. CONSUMO SEMANAL EN MATERIA SECA POR REPETICIÓN DE LOS CUYES (g) (balanceado y forraje)

TRATAMIENTO	REPETICIÓN	SEMANAS								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
SIN AA (T1)	R1	120,375	207,2625	213,3	229,9575	236,7825	268,0425	276,585	280,5525	1832,8575
	R2	131,265	203,6325	212,775	244,485	240,375	255,45	275,565	278,385	1841,9325
	R3	122,9775	204,48	211,9275	245,3775	247,5825	275,535	280,3425	282,18	1870,4025
	R4	125,46	192,81	205,9725	216,645	168,57	211,365	245,625	222,2925	1588,74
CON AA(T2)	R1	131,4675	196,38	186,4425	223,9275	231,825	247,23	273,33	282,1275	1772,73
	R2	126,6375	199,6125	212,7225	244,905	246,8475	275,2875	280,2375	282,0225	1868,2725
	R3	127,875	190,725	211,1775	244,905	247,0575	262,4475	280,395	281,76	1846,3425
	R4	129,3375	205,455	212,5275	244,2525	247,53	273,585	280,605	282,0225	1875,315

CUADRO N° 12. CONSUMO SEMANAL EN MATERIA SECA POR TRATAMIENTO DE LOS CUYES (g.) (Balanceado y forraje)

TRATAMIENTO	SEMANAS								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
SIN AA (T1)	125,019375	202,04625	210,99375	234,11625	223,3275	252,598125	269,529375	265,8525	1783,48313
CON AA(T2)	128,829375	198,043125	205,7175	239,4975	243,315	264,6375	278,641875	281,983125	1840,665

CUADRO Nº 13. CONVERSION ALIMENTICIA SEMANALPOR REPETICIÓN POR CUY

TRATAMIENTO	SEMANAS								PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	
SIN AA(T1)	4,42	2,74	3,05	4,74	2,19	3,40	4,27	3,70	3,56
	3,20	2,53	3,46	4,02	2,10	4,58	3,56	3,41	3,36
	3,51	2,54	2,80	4,06	2,40	4,02	6,56	3,22	3,64
	3,46	3,08	3,04	4,03	2,05	3,11	3,52	2,85	3,14
CON AA(T2)	4,21	2,20	3,48	4,87	2,27	3,34	3,66	3,22	3,41
	5,57	4,67	2,41	4,05	2,12	3,99	4,05	3,23	3,76
	2,68	2,33	3,35	4,56	2,67	3,35	4,19	4,22	3,42
	4,11	2,51	3,08	6,14	2,00	4,58	4,25	4,21	3,86

CUADRO Nº 14. CONVERSIÓN ALIMENTICIA SEMANAL POR TRATAMIENTO POR CUY

TRATAMIENTO	SEMANAS								PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	
SIN AA(T1)	3,65	2,72	3,09	4,21	2,19	3,78	4,48	3,29	3,43
CON AA(T2)	4,14	2,93	3,08	4,90	2,27	3,82	4,48	3,72	3,67

CUADRO Nº 15. RENDIMIENTO DE CARCASA POR REPETICION DE LOS CUYES

TRATAMIENTO	REPETICION	P.V. (g)	CARCASA(g)	RENDIMIENTO DE CARCASA
SIN AA(T1)	R1	929	711	76,53
		784	564	71,94
	R2	781	505	64,66
		928	629	67,78
	R3	957	670	70,01
		808	538	66,58
	R4	762	532	69,82
		732	508	69,40
CON AA(T2)	R1	791	534	67,51
		968	669	69,11
	R2	892	598	67,04
		811	531	65,47
	R3	884	599	67,76
		835	634	75,93
	R4	944	681	72,14
		873	605	69,30

CUADRO Nº16. REDIMIENTO DE CARCASA POR TRATAMIENTO DE CUYES

TRATAMIENTO	P.V. (gr.)	CARCASA(gr.)	R.C. (%)
SIN AA(T1)	835,125	582,125	69,59
CON AA(T2)	874,75	606,375	69,28

TABLA N° 01 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE GANANCIA DE PESO (g)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	50.00000000	50.00000000	0.00	0.9506
Repet (Trata)	6	71989.87500	11998.31250	2.49	0.0512
Error Exp.	24	115589.0000	4816.2083		
Total	31	187628.8750			

R Cuadrado 0.383949 Coef. Variac. 12.62516 Root MSE 69.39891 Media Ganancia Peso 549.6875

TABLA N° 02. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONSUMO DE MATERIA SECA (g)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	6537.96125	6537.96125	0.68	0.4422
Error Exp.	6	57963.83750	9660.63958		
Total	7	64501.79875			

R Cuadrado 0.101361 Coef. Variac. 5.424126 Root MSE 98.28855 Media Consumo M.S. 1812.063

TABLA N° 03. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.01620000	0.01620000	0.90	0.3794
Error Exp.	6	0.10800000	0.01800000		
Total	7	0.12420000			

R Cuadrado 0.130435 Coef. Variac. 4.071747 Root MSE 0.134164 Media Conversión A. 3.295000

TABLA Nº 04. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE CARCASA (%)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculado	Pr > F
Tratamiento	1	0.37822500	0.37822500	0.11	0.7755
Repet (tratam)	2	7.12900000	3.56450000	0.27	0.7709
Error Exp.	12	160.8719500	13.4059958		
Total	15	168.3791750			

R Cuadrado	Coef. Variac.	Root MSE	Media Rend. Carc.
0.144585	5.273067	3.661420	69.43625

FOTOGRAFIAS DEL TRABAJO DE INVESTIGACION



Foto 1: Cuyes destetados para el proceso de experimentacion



Foto 2: Identificacion de cuyes para el experimento



Foto 3: Jaula de cuyes con sus respectivos tratamientos



Foto 4: Suministro de alimento balanceado *ad libitum*



Foto 5: Suministro de forraje fresca (alfalfa).



Foto 6: suministro de agua de bebida limpia y fresca.



Foto 7: Registro de peso semanal de los cuyes

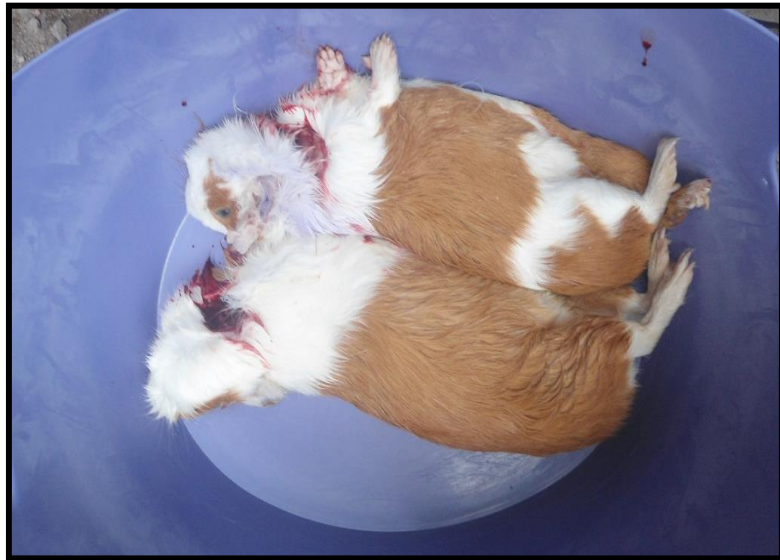


Foto 8: Sacrificio de los cuyes



Foto 9: Cuyes beneficiados (libres de pelo)



Foto 10: Comparacion de carcasas