

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

E. A. P. DE MEDICINA VETERINARIA

**Suplementación de dietas a base de alfalfa verde con
harina de cebada más una mezcla mineral y su efecto
sobre el rendimiento y eficiencia productiva en cuyes
en crecimiento en el Valle del Mantaro**

TESIS

para optar el título profesional de Médico Veterinario

AUTORA

Erika Evelyn Quintana Maraví

Lima - Perú

2009



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
Facultad de Medicina Veterinaria
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA


Trabajo sustentado y aprobado ante el Jurado designado por la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria mediante Resolución Directoral:

Nº 119-EAPMV/FMV-2009.

PRESIDENTE :


.....
FELIPE SAN MARTÍN HOWARD

MIEMBROS :


.....
RONALD JIMÉNEZ ALIAGA
Director de la Tesis


.....
JOSÉ BUSTAMANTE LAVERDE


.....
FERNANDO CARCELÉN CÁCERES

San Borja, 12 de Junio del 2009.

Vº Bº

.....
MV. LUIS TABACCHI NAVARRETE
Director de la Escuela Académico Profesional de
Medicina Veterinaria





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO

En el auditorio principal de la Facultad de Medicina Veterinaria, el día **Viernes 12 de Junio del 2009**, a las **12:00 horas**, se constituyó el Jurado Examinador designado mediante Resolución Directoral N° **119-EAPMV/FMV-2009**, integrado por los siguientes profesores:

FELIPE SAN MARTÍN HOWARD,	Presidente del Jurado
RONALD JIMÉMEZ ALIAGA,	Director de la Tesis
JOSÉ BUSTAMANTE LAVERDE,	Miembro del Jurado
FERNANDO CARCELÉN CÁCERES,	Miembro del Jurado

Luego de la instalación del Jurado, a cargo del Presidente y bajo la dirección del mismo, la Bachiller Doña, **QUINTANA MARAVÍ, ERIKA EVELYN**, para optar el Título Profesional de Médico Veterinario, procedió a sustentar públicamente la Tesis:


“SUPLEMENTACIÓN DE DIETAS A BASE DE ALFALFA VERDE CON HARINA DE CEBADA MÁS UNA MEZCLA MINERAL Y SU EFECTO SOBRE EL RENDIMIENTO Y EFICIENCIA PRODUCTIVA EN CUYES EN CRECIMIENTO EN EL VALLE DEL MANTARO”

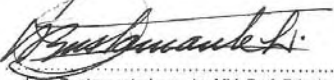
Luego de absolver las preguntas del Jurado y del público asistente, el Jurado deliberó con la abstención reglamentaria del Director de Tesis y acordó su **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD**, otorgándole la nota de **DIECISIETE (17)**.


Habiéndose aprobado la sustentación pública de la Tesis, el Presidente en representación del Jurado recomienda que la Escuela Académico Profesional de Medicina Veterinaria proponga la aprobación del **TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO** a la Facultad de Medicina Veterinaria y que ésta proponga al Rectorado el otorgamiento respectivo.

Siendo las **13:15 horas**, concluyó el acto académico de sustentación pública de Tesis en fe de lo cual suscriben la presente acta por cuadruplicado los integrantes del Jurado:


Felipe San Martín Howard: PhD. Prof. Principal, D.E.


Ronald Jiménez Aliaga: Mg. Prof. Auxiliar, D.E.


José Bustamante Laverde: MV. Prof. Principal, D.E.


Fernando Carcelén Cáceres: Mg. Prof. Principal, D.E.



La presente tesis esta dedicada:

A Dios, por su inmenso amor e infinita misericordia. Señor, tu luz guiará mi camino y tus enseñanzas forjaran mi vida.

A mi esposo Cesar, por su apoyo incondicional, su amor y fe en mis logros.

A mi madre Juana, por su constancia, su cariño y sus enseñanzas.

A mi padre Armando, por su apoyo y cariño.

A mis hermanos Yuriko y Takashi, por su cariño y apoyo constante

A los doctores Ronald Jiménez y Fernando Carcelén, por sus enseñanzas, dedicación y apoyo constante hasta la culminación de la presente.

Agradezco a las siguientes personas e instituciones por su apoyo durante la realización de la presente

tesis:

Dr. Felipe San Martín Howard

Dra. Teresa Arbaiza Fernández

Dr. Miguel Ara Gómez

Dr. Cesar Lázaro De la Torre

Ing. William Quevedo

Consejo Superior de Investigación (CSI) Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) El Mantaro
Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM

Laboratorio de Bioquímica y Nutrición Animal
Facultad de Medicina Veterinaria - UNMSM

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
LISTA DE CUADROS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Fisiología digestiva del cuy	2
2.2 Requerimientos nutricionales del cuy.....	4
2.2.1 <i>Proteína</i>	6
2.2.2 <i>Energía</i>	4
2.2.3 <i>Grasa</i>	9
2.2.4 <i>Fibra</i>	10
2.2.5 <i>Minerales</i>	10
2.2.6 <i>Vitaminas</i>	12
2.2.7 <i>Agua</i>	13
2.3 Insumos alimenticios utilizados en cuyes.....	14
2.3.1 <i>Insumos forrajeros</i>	14

<i>Alfalfa</i>	15
<i>Trébol rojo</i>	17
<i>Vicia</i>	17
<i>Rye grass Italiano</i>	18
<i>Avena forrajera</i>	18
<i>Maíz Chala</i>	19
2.3.2 <i>Insumos energéticos</i>	20
<i>Cebada grano</i>	20
<i>Afrechillo</i>	21
<i>Maíz grano</i>	21
2.3.3 <i>Alimento concentrado</i>	22
2.3.4 <i>Suplementación mineral</i>	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Lugar y fecha de experimentación.....	25
3.2 Animales experimentales.....	25
3.3 Instalaciones y equipos.....	25
3.4 Tratamientos.....	26
3.5 Diseño experimental.....	26
3.6 Manejo experimental.....	27
3.7 Variables evaluadas.....	28

<i>Ganancia de peso</i>	28
<i>Consumo de alimento</i>	28
<i>Índice de conversión alimenticia</i>	28
<i>Edad de saca</i>	29
<i>Evaluación económica</i>	29
3.8 Análisis estadístico.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1 Efecto de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre parámetros productivos en cuyes en crecimiento.....	30
4.1.1 <i>Consumo de alimento</i>	30
4.1.2 <i>Ganancia de peso</i>	32
4.1.3 <i>Conversión alimenticia</i>	33
4.1.4 <i>Edad de saca</i>	34
4.2 Efecto de la Suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre parámetros económicos en cuyes en crecimiento.....	34
V. CONCLUSIONES.....	36
LITERATURA CITADA.....	37
APÉNDICE 1.....	46
APÉNDICE 2.....	50

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de los animales según su anatomía gastrointestinal propuesta por Van Soest.....	2
Cuadro 2. Necesidades nutritivas del cuy en crecimiento.....	5
Cuadro 3. Efecto de la cecotrofia sobre la utilización de los nutrientes en cobayos	7
Cuadro 4. Efecto del contenido energético (ED) de algunas dietas sobre el consumo en cuyes.....	9
Cuadro 5. Composición química de los forrajes utilizados en cuyes.....	15
Cuadro 6. Digestibilidad aparente de la alfalfa verde en el cuy.....	16
Cuadro 7. Rendimiento y composición químico nutricional del forraje.....	19
Cuadro 8. Contenido químico nutricional de algunos insumos energéticos utilizados en la alimentación del cobayo.....	22
Cuadro 9. Respuesta de los tratamientos en peso inicial, ganancia de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y edad de saca.....	31
Cuadro 10. Respuesta de los tratamientos en costo de producción y ratio beneficio/costo.....	35

LISTA DE ANEXOS

APENDICE 1.....	46
Cuadro 1A. Análisis proximal y contenido nutricional del forraje.....	47
Cuadro 2A. Análisis proximal y contenido nutricional de la harina de cebada.....	47
Cuadro 3A. Composición de bloques minerales.....	48
Cuadro 4A. Ingredientes del concentrado integral	48
Cuadro 5A. Composición porcentual de concentrado integral.....	49
Cuadro 6A. Análisis proximal y contenido nutricional del concentrado integral.....	49
APENDICE 2.....	50
Cuadro 1B. Costos fijos.....	52
Cuadro 2B. Costos variables.....	53
Cuadro 3B. Peso inicial.....	56
Cuadro 4B. Ganancia de peso	57
Cuadro 5B. Consumo de materia seca.....	58
Cuadro 6B. Índice de conversión alimenticia.....	59
Cuadro 7B. Costo de producción.....	60
Cuadro 8B. Ratio beneficio – costo.....	61
Cuadro 9B. Edad de saca	62

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre la ganancia de peso, consumo, índice de conversión alimenticia, edad de saca, costo de producción y ratio beneficio costo de cobayos en crecimiento alimentados con alfalfa, empleándose 250 cobayos machos destetados en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2x2 (harina de cebada x bloque mineral) más un quinto tratamiento para fines de contraste (concentrado integral). Los resultados muestran que la suplementación con harina de cebada mejoró significativamente ($p < 0.05$) la ganancia de peso, consumo, índice de conversión y consecuentemente la edad de saca. Esta ganancia de peso, así como la edad de saca, son similares a los obtenidos con el concentrado integral, pero con mejores ($p < 0.05$) índices económicos. La suplementación con bloque mineral mejora los índices productivos, pero en niveles no significativos ($p > 0.05$), excepto para la edad de saca. Económicamente el forraje sin suplemento todavía tiene los mejores índices. Se concluye que la suplementación con harina de cebada mejora los parámetros productivos, obteniendo similares resultados a la dieta de concentrado integral para ganancia de peso y edad de saca, pero con mayores ventajas económicas.

Palabras claves: cobayo, harina de cebada, bloque mineral, concentrado integral, suplementación

ABSTRACT

The effect of supplementation with ground barley and mineral block supplies on weight gain, intake, feeding conversion index, age when animals have one kilogram, production cost and profit/cost index was evaluated. 250 guinea pigs weaning male were used in a design of blocks completely randomized with factorial arrangement 2 X 2 (ground barley x mineral block) and one more treatment for contrast (balanced diet). The barley ground supplementation significantly ($p < 0.05$) improved the weight gain, intake, feeding conversion index and consequently the age when animals have one kilogram. These weight gain and age when animals have one kilogram are similar to balanced diet response, but with better ($p < 0.05$) economic index. The block mineral supplementation improved the productive index, but did not significantly ($p > 0.05$), except for age when animals have one kilogram. The forage have better economic index. The barley ground supplementation improve the production index as good as balanced diet, but with better economic advantage.

Key words: guinea pig, barley ground, mineral block, balanced diets, supplementation

I. INTRODUCCIÓN

El cuy como animal nativo de los andes, siempre ha constituido una importante fuente de proteína para el poblador andino. Su relativa facilidad de crianza y su demanda local y regional en continuo incremento, lo ponen en ventaja productiva frente a otras especies pecuarias.

En el Valle del Mantaro, una fracción de las crianzas familiares ha evolucionado hacia crianzas comerciales, motivados por la oportunidad de negocio generada para esta especie. La mayoría de estos productores utilizan mayormente en la alimentación de sus cuyes forraje verde y residuos de cosecha, a un precio comparativamente menor al de los alimentos balanceados, no obstante sus parámetros productivos no alcanzan niveles satisfactorios. Esta situación conlleva al desarrollo de nuevas estrategias de alimentación que permitan optimizar la productividad de la crianza del cuy.

El problema de utilizar solo forrajes y residuos de cosecha es que la cantidad de nutrientes que estos alimentos aportan es variable (Laforé, 1999), y en algunos casos no son suficientes para satisfacer la demanda de los cuyes, principalmente energía y fósforo.

La deficiencia de energía puede corregirse mediante la suplementación de insumos de mejor densidad energética. En el valle del Mantaro se producen varios cereales y destaca la cebada por su rusticidad y producción, cuyo subproducto es el insumo apropiado para suplementar a los cuyes, habiendo mostrado efectos positivos en la etapa de crecimiento engorde (Lozada, 2008). Para el caso del fósforo lo más aparente es el uso de sales minerales puesto que no están disponibles en la zona insumos con alto contenido fosfórico.

Dado que no ha sido evaluado la suplementación simultánea de energía y fósforo en cuyes en crecimiento, en el presente trabajo se plantea evaluar el efecto de suplementar con harina de subproducto de cebada y bloque mineral a cuyes en crecimiento sobre los parámetros de ganancia de peso, consumo, índice de conversión, edad de saca, costo de producción y ratio beneficio costo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Fisiología digestiva del cuy

El cuy es un mamífero herbívoro que se alimenta principalmente de forraje verde, y según su anatomía gastrointestinal esta clasificado como un fermentador post gástrico cecal (Van Soest, 1983) tal como se aprecia en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificación de los animales según su anatomía gastrointestinal propuesta por Van Soest

Clase	Especie	Habito alimentario
I. Fermentadores pre-gástricos		
1.1 Rumiantes	Vacuno, ovino	Herbívoro de pasto
	Antílope, camello	Herbívoro selectivo
1.2 No rumiantes	Hámster, ratón de campo	Herbívoro selectivo
	Canguro, hipopótamo	Herbívoro de pasto y selectivo
II. Fermentadores post-gástricos		
2.1 Cecales	Capibara	Herbívoro de pasto
	Conejo	Herbívoro selectivo
	Cuy	Herbívoro
	Rata	Omnívoro
2.2 Colónicos		
-Saculados	Caballo, cebra	Herbívoro de pasto
-No saculados	Perro, gato	Carnívoro

Fuente: Van Soest 1983

Según Bustamante (1997) y Sakaguchi (2003), el proceso de digestión de los cobayos se inicia en la boca, en donde posee piezas dentarias diseñadas para cortar y triturar la materia vegetal, esta masticación reduce el tamaño de partícula de la digesta a tal magnitud que al mezclarse con la saliva

facilita la acción de las enzimas digestivas sobre el contenido celular del bolo, el cual luego pasa al estomago a través del esófago.

El cuy posee un estómago glandular simple seguido de un intestino delgado que alcanza 125 cm cuando es adulto (Breazile y Brown, 1976; Snipes, 1982). En el estomago el alimento es parcialmente procesado por la acción del ácido clorhídrico y las enzimas lipasa, amilasa y pepsina gástricas, luego este pasa al duodeno donde la digestión es continuada por las enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, para ser absorbido a lo largo del intestino delgado; todo este proceso toma aproximadamente dos horas (Chauca, 1995). Continuando el intestino delgado se localiza el ciego, órgano importante que junto al colon proximal puede contener hasta el 65% de la digesta y alberga microorganismos fermentadores (Snipes, 1982; Johnson-Delaney, 2006).

A pesar de los procesos ocurridos en el estomago y el intestino delgado la pared celular contenida en la materia vegetal transita casi intacta hacia el ciego, lugar que contiene una flora muy compleja, cuyas enzimas tienen acción degradativa sobre la pared celular. La acción de estas enzimas se conoce como digestión fermentativa y se lleva a cabo en aproximadamente 48 horas, producto de este proceso se obtienen ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana, pero solo se absorben a este nivel los ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua (Rico y Rivas, 2003).

Para que la población microbiana cecal se mantenga constante y sea eficiente la digestión fermentativa, el cobayo desarrolló el mecanismo de separación colónica (Holtenius y Bjornhag, 1985; Sakaguchi, 2003), el cual consiste en movimientos antiperistálticos en los surcos del colon proximal que retornan los microorganismos desde el colon proximal hacia el ciego, resultando en una retención selectiva de microorganismos.

Según Hiraakawa (2001), las bacterias que ya cumplieron su ciclo de vida en el ciego forman bolos fecales blandos, con alto contenido de proteína, los que atraviesan rápidamente el intestino grueso y son ingeridos directamente del ano por el mismo cobayo. Este evento es conocido como cecotrofía, donde el pellet rico en nitrógeno pasa por una segunda digestión en estomago e intestino

delgado, con liberación y absorción de un importante grupo de aminoácidos. Finalmente el material no digerido pasa al intestino grueso sin entrar al ciego, para formar el material fecal a excretarse.

Es necesario conocer que la óptima digestión fermentativa depende del bienestar y equilibrio de la flora cecal, pues cualquier factor que la altere podría tener efectos desfavorables sobre el crecimiento, como por ejemplo, el número de bacterias presentes en el colon y la existencia de bacterias dominantes y subdominantes, ya que estas interacciones ocurren comúnmente, así como también, la competencia por nutrientes o la producción de moléculas antibióticas (Bourliux, *et al.*, 2002).

2.2 Requerimientos nutricionales del cuy

El conocimiento de las necesidades nutritivas del cuy permite la elaboración de raciones alimenticias óptimas para un mejor desarrollo del animal en sus diferentes etapas.

Estas necesidades nutritivas que generalmente utilizamos para formular raciones, han sido determinadas por la National Research Council (NRC) (1995) y son mostradas en el Cuadro 2.

2.2.1 Proteína

La síntesis o formación de tejido corporal requiere del aporte de proteínas, por lo que un suministro inadecuado, especialmente en animales jóvenes, etapa de mayor demanda proteica, produce un crecimiento retardado y menor eficiencia en la utilización de los alimentos (Maynard *et al.*, 1981; Mc Donald *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Necesidades nutritivas del cuy en crecimiento

Componente Nutritivo	Cantidad
Proteína (%)	18
Energía digestible (Kcal/Kg)	3,000.0
Fibra (%)	15.0
Ácidos grasos insaturados (%)	menor 1.0
Calcio (%)	0.8
Fosforo (%)	0.4
Magnesio (%)	0.1
Potasio (%)	0.5
Zinc (mg/Kg)	20.0
Manganeso (mg/Kg)	40.0
Cobre (mg/Kg)	6.0
Yodo (ug/Kg)	150.0
Selenio (ug/Kg)	150.0
Cromo (mg/Kg)	0.6
Vitamina A (mg/Kg)	6.6
Vitamina D (mg/Kg)	0.025
Vitamina E (mg/Kg)	26.7
Vitamina K (mg/Kg)	5.0
Vitamina C (mg/Kg)	200.0
Tiamina (mg/Kg)	2.0
Riboflavina (mg/Kg)	3.0
Niacina (mg/Kg)	10.0
Piridoxina (mg/Kg)	2.0-3.0
Acido fólico (mg/Kg)	3.0-6.0
Colina (g/Kg)	1.8

Fuente. NRC 1995

Los trabajos realizados para evaluar el efecto de raciones con diferentes niveles proteicos en cobayos muestran variabilidad en la respuesta animal. Al respecto Aliaga (1993) reporta resultados satisfactorios en ganancia de peso con niveles de 14 a 20% de proteína cruda (PC), en cambio Milla (2004) encontró mejor respuesta cuando utilizó 18% de PC frente a otra dieta de 12%, y similar respuesta frente a una de 15% de proteína. Por su parte Munguía (2004) trabajó con dietas variables que alternaban entre 25% de proteína para la etapa de inicio, 22.5 a 20% para crecimiento y 17.5% para el acabado frente a una con 18% de proteína durante las tres etapas, sin encontrar diferencias significativas en los pesos promedio finales. Así mismo, Toscano (1997) encontró respuestas similares al evaluar el efecto de diferentes niveles de proteína sobre la ganancia de peso en dietas de cobayos con rangos entre 17.5 a 25% durante el inicio, 15 a 22.5% para crecimiento y 12.5 a 20% para el acabado.

La respuesta animal al aporte de proteína en la ración puede estar influenciada por el genotipo animal, el tipo, calidad, cantidad y número de los insumos empleados.

Respecto al genotipo, El tamaño y velocidad de crecimiento de los cobayos es proporcional a los requerimientos de proteína, así los cuyes mejorados alcanzan incrementos diarios de peso de 15.4 g con consumos de proteína de 8.48 g/animal/día (Saravia, 1994); los cruzados ganan 8-10 g diarios con 7.2 g de proteína/animal/día (Chauca, 1995), mientras que los criollos obtienen un incremento diario aproximado de 3.2 a 4 g/día con un requerimiento aproximado de 8 g/animal/día (Higaona *et al.*, 1990; Chauca, 1995). Estas variaciones ayudan a explicar por qué bajo un mismo sistema de producción con dieta forrajera, un cuy criollo puede llegar a 480 g a las 13 semanas, mientras que uno mejorado logra llegar a 574 g (Roca Rey, 2001).

La mayor disponibilidad de aminoácidos esenciales: lisina, triptófano, metionina, valina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, treonina, y arginina (Caycedo, 2000) se da en los insumos concentrados proteicos de origen vegetal, dado su mejor digestibilidad, respecto a los insumos concentrados de origen animal (Tsukahara y Ushida, 2000). La combinación de insumos proteicos brinda mejor resultado durante el crecimiento (Aliaga, 1993), debido a que se complementan los

aminoácidos proveídos por cada insumo, especialmente cuando los insumos tienen un origen marcadamente diferenciado.

Los cobayos criados en Sierra tienen como principal fuente de proteína a los forrajes de la familia leguminosa como la alfalfa y trébol rojo, cuyo contenido proteico entre variedades es poco variable. Contrariamente los insumos proteicos concentrados suelen tener mayor variabilidad en calidad y contenido de proteína porque a la variabilidad inherente al insumo se suma la variabilidad por procesamiento, así por ejemplo, tenemos que la pasta o torta de algodón contiene valores promedio variables de 33% PC (Correa, 1994) a 40% PC (Rico y Rivas, 2003).

Cuando el forraje es de baja calidad, el cobayo compensa el aporte de proteínas practicando la cecotrofía, ya que el cecótrofo es considerado un concentrado microbiano cecal de alta calidad proteica llegando a contener hasta 28.5% de PC (Cheeke, 1995). Además la cecotrofía también mejora la digestibilidad de otros nutrientes como la fibra (Cuadro 3).

Un factor complementario a la calidad del insumo es el peletizado, debido a la mejora que genera en respuesta animal respecto a dietas en forma de harina (Lazo, 1974).

Cuadro 3. Efecto de la cecotrofía sobre la utilización de los nutrientes en cobayos

Parámetro	Digestibilidad aparente (%)	
	Cecotrofía permitida	Cecotrofía impedida
<u>Ración de alfalfa</u>		
Materia seca	53.5	45.4
Proteína Bruta	59.1	44.9
Fibra detergente ácido	32.6	22.3
<u>Dieta semipurificada</u>		
Materia seca	94.4	85.4
Proteína Bruta	91.1	78.4
Fibra detergente ácido	88.2	63.2

Fuente: Hintz (1969)

2.2.2 Energía

Los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal, y el consumo en exceso de energía, se almacena como grasa dentro del cuerpo (Maynard *et al.*, 1981). La NRC (1995), sugiere un nivel de energía digestible (ED) de 3,000 Kcal por kilogramo (kg) de materia seca (MS) en cuyes, no obstante los animales empleados en esta estimación poseen 25% menor tamaño que los cobayos mejorados peruanos (Gómez y Vergara, 1995). Además los requerimientos de mantenimiento pueden incrementarse cuando los animales se encuentran por debajo de su zona termoneutral, es decir menos de 18 °C para el caso de los cobayos. Al respecto Stephan (1980) citado por Cheeke (1995), reporta que en conejos la ingestión de alimentos puede incrementarse en 19% cuando estos se encuentran a una temperatura ambiente de 5 °C con respecto al consumo realizado a 18 °C.

La mayoría de los autores coinciden en que el nivel de energía ofrecido en la dieta es directamente proporcional a la respuesta animal en ganancia de peso (Mercado, 1972; Paucar, 1992; Torres *et al.*, 2006), luego de evaluar un rango de energía en la ración desde 2,200 hasta 3,080 Kcal ED/kg de alimento. Sobre el tema Vergara (1992) citado por Caycedo (2000) considera un mínimo de 2,500 Kcal ED/Kg de alimento para cubrir las necesidades nutritivas del cuy. Sin embargo, para un animal herbívoro como el cobayo las oportunidades de cubrir sus necesidades energéticas consumiendo pastos o dietas que proveen menos de 3,000 Kcal/kg MS solo puede darse incrementando su capacidad de consumo o suplementándolos con alimentos de mayor densidad energética. Al respecto, Lozada (2008) reporta que al utilizar una dieta forrajera suplementada con semilla de girasol y cebada grano, el consumo en MS del forraje fue de 62.88 g y el del suplemento de 6 g, que al compararse con el consumo de 68.97 g para una dieta únicamente forrajera, demuestra un efecto sustitutivo en el consumo.

Como puede verse en el Cuadro 4, acorde con la respuesta en varias investigaciones, el contenido energético de una dieta afecta el consumo de esta, observándose que los animales tienden a un mayor consumo a medida que se reduce el nivel de energía.

Cuadro 4. Efecto del contenido energético (ED) de algunas dietas sobre el consumo en cuyes.

Alimento	ED Mcal/Kg MS	Consumo	Fuente
Alfalfa	2.56	6.23**	Saravia, 1994
Maíz Chala	1.89	7.24**	Saravia, 1994
Panca de maíz*	2.2	6.8**	Caballero, 1992
Panca de maíz*	2.6	5.9**	Caballero, 1992
Panca de maíz*	3.1	5.0**	Caballero, 1992
Concentrado A (maíz, melaza, pasto elefante)	2.6	24g/día	Samame, 1983
Concentrado B (maíz, melaza, pasto elefante)	2.8	21g/día	Samame, 1983
Concentrado C (maíz, melaza, pasto elefante)	3.0	20g/día	Samame, 1983
Dieta I (Densidad de nutrientes 100%)	3.0	54.6g/día	Airaguacho, 2007
Dieta II (Densidad de nutrientes 100%)	2.9	53.2g/día	Airaguacho, 2007
Dieta III (Densidad de nutrientes 100%)	2.7	52.1g/día	Airaguacho, 2007

* Variación en % de panca en la ración

**Consumo como porcentaje de peso vivo

2.2.3 Grasa

El cobayo requiere de un aporte permanente en la dieta de dos ácidos grasos esenciales, el linolénico y el linoleico. La deficiencia de estos ocasiona retardo en el crecimiento, anemia microcítica, y dermatitis (Navia y Hunt, 1976).

Una respuesta satisfactoria en cobayos en crecimiento se logra incluyendo 1% de lípidos en la dieta, cuando la concentración de lípidos saturados es alta como en el aceite de maíz. Sin embargo, para fines prácticos es recomendable un nivel de 3% en la ración (Reid, 1954).

2.2.4 Fibra

La digestión fermentativa postgástrica de los cobayos, implica que estos reciban un aporte permanente de fibra en su ración, proporcionada por los forrajes. Al respecto, Moreno (1989) y Chauca (1995) sugieren un rango de 9 a 18% de fibra cruda (FC) para favorecer la digestibilidad de otros nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través del tracto digestivo.

Para insumos forrajeros fibrosos como el heno de alfalfa (33.07% FC) y el maíz chala (33.55% FC); Correa (1994) encuentra coeficientes de digestibilidad de la MS de 62.57% y 59.60%, respectivamente, valores que son altos en cobayos y prueban su eficiencia en utilización de la fibra respecto a los conejos y otros roedores (Sakaguchi *et al.*, 1987). El procesamiento de la fibra se da por digestión microbiana a nivel del ciego y colon obteniendo entre sus productos ácidos grasos de cadena corta que contribuyen a satisfacer los requerimientos de energía de esta especie. Sin embargo cuando el forraje posee alto grado de lignificación y consecuentemente baja digestibilidad, como ocurre con la panca de maíz (28.2 % de digestibilidad de MS); los cobayos realizan una respuesta compensatoria incrementando su consumo (Gómez *et al.*, 1992).

La alimentación de cobayos mediante una ración concentrada y balanceada prioriza que la mayor parte de estos alimentos se digieran enzimáticamente y permita la posterior absorción de los nutrientes que requiere el cobayo. Por tal motivo proporcionan en la ración la cantidad mínima posible de fibra suficiente como para que los órganos que se encargan de la digestión fermentativa no sufran trastornos. Al parecer, según las pruebas realizadas por Villafranca (2003) el nivel de fibra que mejor se ajustaría a esta forma de alimentación en cobayos en crecimiento varía entre 12 a 14 %.

2.2.5 Minerales

Unos 21 elementos pueden considerarse como esenciales para el organismo animal: calcio, fósforo, magnesio, azufre, manganeso, potasio, cloro, sodio, zinc, hierro, cobre, cobalto, molibdeno, iodo, selenio, cromo, flúor, níquel, vanadio, sílice y estaño, cuyos requerimientos son más difíciles de

determinar con exactitud que los otros nutrientes orgánicos ya que muchos factores determinan su aprovechamiento como la interrelación de estos en el organismo (Maynard *et al.*, 1981).

El aporte de minerales orgánicos en cobayos es proporcional a la cantidad de pasto consumido, sin embargo todavía se desconoce la cantidad estimada que aporta cada tipo de pasto. En consecuencia la única forma de evaluar si hay satisfacción de los requerimientos minerales propuestos por la NRC (1995) en cobayos alimentados con pastos es verificando la ausencia de signos compatibles con cuadros deficitarios, información que solo es referencial.

El calcio, elemento mineral más abundante e importante en los organismos animales (Mc Donald *et al.*, 2006), debe suministrarse en cobayos en un nivel de 0.8 % y en una relación Ca:P de 2:1 (NRC, 1995); no obstante Flores (1991) sugiere 1% de calcio y Afuso (1976) un 0.5% de fósforo para una óptima respuesta en conversión alimenticia e incrementos de peso, mejor aun si se emplean fuentes orgánicas. Un exceso en el aporte de Ca y P incrementa los requerimientos de Mg y K, ocasionando con su deficiencia trastornos en el crecimiento, pobre coordinación muscular y anemia en el caso de Mg y muerte temprana para el caso del K cuando la dieta proporciona menos de 1 g/kg de alimento (Rico y Rivas, 2003).

En cuanto a los minerales trazas, según el NRC (1995), el hierro a altas concentraciones dietarias (200–300 mg/kg), puede almacenarse en los tejidos. Las deficiencias de cobre y manganeso han sido estudiadas a partir de animales en gestación cuya descendencia se caracteriza por crecimiento retardado, defectos cardiovasculares, alteraciones del sistema nervioso central para el caso de Cu (Everson *et al.*, 1967; Navia y Hunt 1976); y abortos, menor tamaño de camada y ataxia en el caso de Mn (NRC, 1995). La concentración dietaria recomendada para Cu y Mn por la NRC es de 6 mg/kg y 40 mg/Kg respectivamente, en ambos casos es aplicada para todos los estadios de vida, aunque Espíritu (1990) reporta que suplementando 200 ppm de Cu logró los mejores resultados en el crecimiento de cuyes y el mayor ingreso bruto que utilizando dietas suplementadas con 100, 300 y 400 ppm de Cu.

2.2.6 Vitaminas

El cuy carece de la capacidad de sintetizar el ácido ascórbico (vitamina C), razón fundamental por la cual deben consumir permanentemente forrajes verdes, como fuente de esta.

La adición de 30 mg de vitamina C a dietas con exclusión de forraje verde permite una respuesta en el crecimiento de cuyes similar a la obtenida con dietas de forraje más concentrado. No obstante niveles de vitamina C menores a 30 mg afectan el crecimiento (Amaro, 1977). Por su parte Mora y Arellana (1993) encontraron respuesta favorable en ganancia de peso y conversión alimenticia al suplementar con 50 y 100 mg de vitamina C a dietas exclusivas de rye grass.

Ha y cierta controversia en la estimación de los requerimientos de vitamina C en cobayos. Así, la NRC (1995) establece una necesidad de 200 mg/kg de alimento para todas las etapas y Zevallos (1996) recomienda que un miligramo de ácido ascórbico por 100 g de peso vivo es suficiente para prevenir lesiones patológicas, aunque, para animales que tienen un crecimiento activo recomienda proporcionar 4 mg por 100 g de peso vivo. Al parecer estas diferencias se dan por que no hay una metodología definida que estime respuesta animal al suministro de vitamina C.

En cuanto a la vitamina A, Zevallos (1996) también menciona que el cuy tiene baja capacidad para almacenarla, por eso normalmente satisface su requerimiento mediante la libre asimilación de carotenos, como parte constituyente de su dieta forrajera, la deficiencia de esta ocasionaría pérdida de peso, dermatitis severa y principalmente formación defectuosa de dentina en los incisivos de los cobayos (NRC, 1995).

La vitamina D cumple una función reguladora en el metabolismo de Ca y P a nivel intestinal (Rico y Rivas, 2003), corrigiendo los excesos de estos minerales, y aunque no hay muchos estudios cuantitativos del requerimiento de esta en cobayos, la NRC ha establecido una necesidad de 1,000 IU/kg de ración.

Los requerimientos de algunas vitaminas hidrosolubles se muestran en el Cuadro 2, donde la cantidad de ácido fólico parece estar subestimada, pues Moreno (1989) sugiere una cantidad de 100

mg por animal para un máximo crecimiento. Complementando esta información Gómez y Vergara (1995) sugieren proveer 15-20 mg de ácido pantoténico por kg de ración.

Las necesidades de vitamina B₁₂ parece que son satisfechos por la síntesis bacterial del tracto gastrointestinal siempre que se administre una adecuada cantidad de cobalto en la dieta (Zevallos, 1996).

2.2.7 Agua:

El agua constituye el 60 a 70 % del organismo animal, es importante para el transporte de metabolitos, nutrientes y desechos, interviene en los procesos metabólicos como la termoregulación, hidrólisis de proteínas, grasas y carbohidratos y en los procesos productivos como la producción de leche (Maynard *et al.*, 1981).

Esta puede ser proporcionada a los animales a través del agua de bebida, agua contenida en los alimentos como humedad y agua metabólica, siendo de vital importancia para los cuyes, sobre todo cuando se proporciona alimento y raciones secas (FDN, 1994), para lo cual se recomienda proporcionarles 15 ml/100g de peso vivo al día o 140 ml/animal/día (Rico y Rivas, 2003).

El requerimiento diario depende del tamaño del animal, estado fisiológico, temperatura y humedad ambiental. Cuando la alimentación es exclusivamente de forraje verde o se suministra en altas cantidades (más de 200 g) no requiere suministro adicional de agua (CEA, 2001). Sin embargo, si se suministra forraje restringido (30 g/animal/día de materia seca) requiere 85 ml de agua (Chauca y Zaldivar, 1995).

2.3 Insumos alimenticios utilizados en cuyes

El cuy es un animal muy versátil para incluir una gran variedad de insumos en su dieta, desde forrajes (alfalfa, rye grass, trébol rojo), granos (cebada, maíz, trigo), tubérculos; así como sus subproductos y residuos de cosecha (Castaño, 1975; Chauca *et al.*, 1992; Munguía, 2004).

En 1995, el INIA realizó un estudio en el Valle del Mantaro determinando un mayor uso de la alfalfa (46%) en la alimentación de cobayos, además de otros forrajes como el rye grass italiano, trébol rojo, avena, cebada, etc. (citado por Lozada, 2008).

2.3.1 Insumos forrajeros

Los insumos forrajeros pueden dividirse en dos grandes grupos: las leguminosas, constituidas por pastos más balanceados nutricionalmente, debido a que presentan un contenido altamente proteico (15-25%) y un importante contenido energético (2.3 – 2.5 Mcal ED/kg MS); y las gramíneas, cuyos pastos contienen un similar contenido energético a las leguminosas, pero son deficientes en el contenido proteico (6- 15%) (Bojórquez *et al.*, 2006).

La calidad nutritiva de los forrajes es muy variada y esta influenciada por factores inherentes a la planta como su composición química y digestibilidad, factores inherentes al animal como el consumo y eficiencia en la utilización de los nutrientes y factores relacionados a la interacción forraje-animal (San Martín, 1992). Un animal en crecimiento debe consumir de 160-200 g de forraje fresco al día para cubrir sus requerimientos de agua y vitamina C, sin embargo esta ración deberá ser suplementada con una dieta concentrada de 18% de proteína y 66% de NDT (Zevallos, 1996; Chauca y Zaldivar, 1995). El contenido químico nutricional de las especies más representativas de pastos en el Valle del Mantaro es mostrado en el Cuadro 5 y posteriormente a manera de resumen se mostrará el rendimiento y contenido energético de los mismos en el Cuadro 7.

Cuadro 5. Composición química de los forrajes utilizados en cuyes

Pasto	MS (%)	Proteína Cruda (%)	Fibra Cruda (%)	E.N.N (%)	Ca (%)	P (%)
<u>Leguminosas</u>						
Alfalfa	22 ^d	20-26 ^{dc}	13 ^d	44 ^d	1.72 ^b	0.31 ^b
Trebol rojo	22 ^c	21-23 ^c	-	-	-	-
Vicia forrajera	-	22 ^d	28 ^d	37 ^d	-	-
<u>Gramíneas</u>						
Rye grass italiano	17 ^d	17 ^d	16 ^d	55 ^d	0.28 ^d	0.14 ^d
Avena forrajera	26-39 ^{ef}	4-10 ^e	35-39 ^e	43-53 ^e	0.45 ^e	0.23 ^e
Maíz chala	30 ^b	12 ^a	28 ^a	52 ^a	0.13 ^a	-

Fuente: ^aSilva, 1994; ^bNRC, 1995; ^cLaforé, 1999; ^dCaycedo, 2000; ^eCabrera y Figueroa, 2006; ^fNoli *et al.*, 2006.

Alfalfa (Medicago sativa)

La alfalfa es una leguminosa cultivada tanto en climas tropicales como templados. Varias de las variedades introducidas a Perú se adaptaron muy bien a las condiciones de la Sierra Central (Hinostroza *et al.*, 2006), alcanzando altos rendimientos de materia seca que pueden variar entre 13-20 Toneladas por hectárea al año en siete cortes anuales, incluyendo a los meses de bajas temperaturas (Ordoñez *et al.*, 2001; Bojórquez *et al.*, 2006).

A diferencia de las gramíneas, la alfalfa no posee grandes cantidades de polisacáridos de reserva en forma de pentosas, pero contiene pequeñas cantidades de almidón y relativamente grandes de pectina. Su contenido en proteínas es alto, pudiendo llegar a más del 20% cuando la planta se corta al principio de la floración (Mac Donald *et al.*, 2006). El contenido de energía digestible fue estimado por Correa (1994) en 2.48 Mcal /kg de MS; mientras que el contenido de minerales se estima en 0.31, 1.72, y 0.27% por kg de MS de fósforo, calcio, y magnesio, respectivamente (NRC, 1995).

La alfalfa es un forraje con alto grado de preferencia y un alto porcentaje de digestibilidad de la materia seca en cobayos que varía entre 63 a 74% (Cuadro 6) que lo convierten en uno de los más importantes insumos forrajeros empleados en la crianza de cuyes en los valles interandinos.

Cuadro 6. Digestibilidad aparente de la alfalfa verde en el cuy

Parámetro	Digestibilidad (%) MS	Fuente
Materia seca	66	Duchi, 1993
	63-66*	Escobar y Blas, 1987
	71.4	Escobar y Blas, 1989
	60.59	Mosqueira, 1971
	74.8	Saravia <i>et al.</i> , 1984
Proteína bruta	78.1	Duchi, 1993
	76.6	Escobar y Blas, 1989
	74.76	Mosqueira, 1971
	58.98 ^a	Ninanya, 1974
	82.2	Saravia <i>et al.</i> , 1984
Fibra bruta	41.0	Duchi, 1993
	74.8	Saravia <i>et al.</i> , 1992
	40.71 ^a	Ninanya, 1974
NDT	59.9	Duchi, 1993
	71.38 ^a	Ninanya, 1974

*Variación decreciente de acuerdo al estado vegetativo (botón floral, inicio de floración, y plena floración).

^aEn base a heno de alfalfa.

De acuerdo a lo observado en el módulo demostrativo de crianza comercial de cuyes de la Estación Experimental IVITA El Mantaro, aproximadamente una hectárea de alfalfa permitiría alimentar una población total de 660 cuyes mejorados, cuando es empleado como alimento único, cifra que puede ser mayor si se incluyen otros insumos forrajeros y una suplementación con subproductos de cereales.

Al respecto, tenemos que Paredes (1972), al evaluar diferentes niveles de inclusión de alfalfa en la alimentación del cobayo, concluyó que las dietas con niveles de 160 g y 200 g de alfalfa más alimento concentrado obtuvieron mayor ganancia de peso diario (9.59 y 9.25 g, respectivamente) que las dietas con 80 g y 120 g mas alimento concentrado (7.9 y 8.36 g, respectivamente), sin embargo, al ser ofrecido de manera exclusiva en base fresca en la dieta del cobayo se ha determinado un consumo

voluntario del 38 a 40% del peso vivo con lo cual se garantiza una buena respuesta animal (Castro y Chirinos, 1992).

Trébol Rojo (Trifolium pratense)

Es una planta herbácea originaria de Europa y Asia, formada por numerosos tallos, con hojas que nacen en una corona sensible al pisoteo. A diferencia de la alfalfa es más resistente al invierno y produce bien en suelos ácidos y con poco drenaje; siendo comúnmente utilizado como mejorador de suelos pobres por su gran capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (Morrison, 1980).

El trébol rojo es una planta anual o de corto periodo de vida (2-3 años), sin embargo su rendimiento puede llegar a 15-20 toneladas de MS por hectárea/año; así mismo, prefiere temperaturas medias y bajas deteniendo su crecimiento sobre los 28 °C (Bojorquez *et al.*, 2006).

El trébol rojo contiene 21 a 23% PC y 2.29 Mcal ED/Kg MS (estimación realizada *in vitro* por Laforé, 1999). Además, Yaranga y Quispe (1991) reportaron en cobayos una mayor digestibilidad de la MS (73.19%) para el trébol rojo respecto a la alfalfa (72%) y a la cebada forraje (59.2%).

Arroyo *et al.* (1976) reportó que cuando los cobayos reciben como único alimento al trébol rojo obtienen ganancias diarias de peso de 2.89 g, y valores similares se obtiene cuando se utiliza alfalfa (2.49 g) o vicia (2.24 g).

Actualmente, un aproximado del 40% de criadores de cuyes del Valle del Mantaro utilizan al trébol rojo asociado con el rye grass italiano.

Vicia (Vicia sativa)

Es una planta nativa de Europa, Asia y parte de África, que se encuentra bien adaptada a alturas desde 1,200 a 4,200 m. La vicia es una leguminosa de crecimiento anual, que puede alcanzar una producción de 30 a 35 toneladas de forraje verde por hectárea/corte, sin embargo suele asociarse a

la avena forrajera para favorecer su crecimiento vertical, incrementando su rendimiento hasta 40 toneladas de forraje verde por hectárea/corte con una producción de 30% de MS (equivalente a 12 toneladas/hectárea/corte en MS) (Bojórquez *et al.*, 2006).

La vicia contiene 28% PC y 2.01 Mcal ED/Kg MS cuando se encuentra asociada con la avena al 70 %.

La vicina, sustancia tóxica que tiende a incrementarse cuando la planta de vicia es joven, puede producir efectos tóxicos en los animales que la consumen (Laforé, 1999). No obstante no se ha reportado este evento en cobayos.

Rye Grass Italiano (Lolium multiflorum)

Es un pasto originario de Europa y de crecimiento alto (60 a 70 cm). En nuestro medio, en campos bien manejados permanece cuatro o cinco años, siendo muy productivo con rendimientos entre 16 a 20 toneladas de MS/hectárea/año (Bojórquez *et al.*, 2006). Se desarrolla bien en suelos fértiles con pH entre 6 a 7 y se asocia bien con el Rye grass inglés, trébol rojo y alfalfa (Malpartida, 1992).

El rye grass aporta aproximadamente 2.51 Mcal ED/Kg MS, y solo 9.6% PC (Laforé, 1999), con una digestibilidad de 69.78% para MS (Duchi, 1993). Cuando se asocia a trébol rojo puede lograr índices de conversión en cobayos de 8.84, que no difiere de 8.86 obtenido con alfalfa (Nureña, 1988).

El rye grass es muy preferido por los cobayos, pues registra consumos de hasta 46% del peso vivo (Castro y Chirinos, 1992).

Avena forrajera (Avena sativa)

La avena es originaria de Asia y el Mediterráneo, tiene plantas vigorosas, que poseen bastantes raíces fibrosas que crecen hasta una profundidad de 40 a 50 cm. Se adapta muy bien a climas fríos y

a alturas entre 2,500 a 4,200 m. pudiendo ser resistente a periodos de sequia. Según la variedad, puede llegar a producir hasta 40 toneladas de forraje verde por hectárea/año (Noli, *et al.*, 2006), pero asociada a la vicia puede llegar hasta 58 toneladas de forraje verde por hectárea al año (Florián, 2006).

La avena forrajera es pobre en proteína (6 a 10% PC), pero con un buen contenido de carbohidratos (43 a 53%), que a una tasa de digestibilidad de 55.4% en cobayos (Duchi, 1993), puede dar aproximadamente 2.44 Mcal ED/kg MS. Asimismo al asociarse a la vicia puede incrementar el contenido de proteína hasta 15% PC (Florián, 2006).

Cuadro 7. Rendimiento y composición químico nutricional de los forrajes

Especie forrajera	Rendimiento MS toneladas/hectárea/año*	PC (%)	ED (Mcal/kg/MS)
Alfalfa	13-20 ^a	20-26.5 ^{ab}	2.48 ^c
Trébol rojo	15-20 ^a	21-23 ^{ab}	2.29 ^b
Vicia	12 ^a	28 ^b	2.01 ^b
Avena	40 ^a	6-10 ^a	2.62 ^b
Rye grass italiano	16-20 ^a	9,6 ^b	2.51 ^b
Maíz Chala	--	12-17	2,38 ^c

Fuente: ^cCorrea, 1994; ^bLaforé, 1999; ^aBojórquez *et al.*, 2006

* toneladas/hectárea/año en base seca para alfalfa, trébol y rye grass; toneladas/hectárea/corte en base seca para vicia y en base fresca para avena.

Maíz Chala (*Zea mays*)

Es la planta forrajera mas utilizada en la costa central, de clima cálido y poco resistente al frio. La disponibilidad de maíz chala en la Sierra es entre los meses de enero a abril, mientras que en la Costa, es durante todo el año.

El maíz chala es una planta forrajera con un coeficiente de digestibilidad de la materia seca en el cobayo de 59.4%, aporta aproximadamente 2.381 Mcal ED/Kg MS, 12.17% PC (Saravia *et al.*, 1992; Correa, 1994), siendo sus hojas las que presentan una mayor digestibilidad de la proteína cruda con 66 % en comparación a los tallos con 35% (Saravia *et al.*, 1984).

El consumo voluntario en cobayos de dietas exclusivas con maíz chala en base fresca ha sido estimado en 23.1% del peso vivo (Castro y Chirinos, 1992) y en 7.31 g por cada 100 g de peso vivo en base seca (Saravia *et al.*, 1992).

2.3.2 Insumos energéticos

Constituidos principalmente por subproductos de molinería como el afrechillo y granos no aptos para consumo humano. Los insumos energéticos son alternativas que vienen siendo ampliamente usados como suplementos que mejoran el contenido energético de las dietas, sobre todo para el caso de dietas forrajeras. El aporte nutricional de algunos de estos insumos energéticos estudiados en cobayos se muestra en el Cuadro 8.

Cebada grano (Hordeum vulgare)

La cebada grano se produce en regiones de lluvias relativamente escasas y tiene un periodo vegetativo corto, también es considerada como cereal secundario, y su empleo es muy extendido para la alimentación de animales domésticos tales como vacunos, cerdos, aves y animales menores suministrándoles a estos de forma triturada o molida con un grado medio de finura (Morrison, 1980).

La cebada grano es un alimento altamente energético, con un valor de 3.72 Mcal ED/kg MS y coeficientes de digestibilidad en cuyes de 83% para la materia seca y de 84% para la materia orgánica (Correa, 1994), así mismo contiene 16% PC altamente digestible en cobayos (63.7 a 65%). Es bajo en fibra (7%) con una digestibilidad de 53% (Morrison, 1980; Porras *et al.*, 1991; Córdor, 2004).

A partir de la cebada grano, como subproducto de molienda, se obtiene la harina o “hechizo” de cebada, el cual también es utilizado en la alimentación animal. Este insumo tiene una digestibilidad de la materia seca de 91.4% en cobayos, y aporta 10.2% PC (Farfán, 1992). Su consumo voluntario se estima en 3.8% en cobayos (Castro y Chirinos, 1992).

Se ha demostrado que cobayos alimentados con dietas forrajeras y suplementados con cebada grano (Cóndor, 2004; Lozada, 2008) o harina de cebada (Hidalgo y Manyari, 1990) obtuvieron mejores parámetros productivos en etapa de crecimiento.

Afrechillo

El subproducto del trigo es el residuo que proviene de la molienda de trigo para producir harina para consumo humano. El contenido energético del subproducto de trigo fue estimado por Correa (1994) en 3.2 Mcal ED/kg MS. De los subproductos de molienda, aproximadamente el 35% corresponde al afrechillo, que representa el 6% del volumen total de la molienda del grano de trigo (Hernández, 1995, Mc Donald *et al.*, 2006).

El afrechillo contiene de 13 a 16% de proteína total y solo 11% de fibra (Mc Donald *et al.*, 2006), sin embargo presenta una alta digestibilidad de proteína y fibra cruda con valores de 78.13 y 60.1%, respectivamente en cobayos (Ninanya, 1974).

Estudios previos señalan que la suplementación con afrechillo a dietas forrajeras en cobayos mejora los parámetros productivos en cobayos durante la recría y engorde (Castro y Chirinos, 1990; Jiménez, 2000; Huaynate *et al.*, 2006) y si además se incluye bloque mineral (Rivadeneira, 1999) obtiene resultados comparables al que obtiene la combinación forraje más concentrado.

Maíz grano (Zea mays)

El grano de maíz es uno de los cereales de mejor palatabilidad, siendo el de mayor rendimiento, puede producir hasta 15,000 kg/hectárea de grano (Manrique, 1987 citado por Laforé, 1999).

Al igual que otros cereales, el maíz presenta ciertas limitaciones como alimento, pues a pesar de ser una fuente excelente de energía digestible con 3.72 Mcal/Kg MS (Correa, 1994), dado por los

730 g de almidón por kg MS; posee solo 9% PC (Ninanya, 1974) y escasa cantidad de fibra cruda de entre 6 a 7% (Ninanya, 1974; Correa, 1994; Mc Donald *et al.*, 2006).

Según Escobar y Blas (1989), el maíz posee una alta digestibilidad en cuyes para materia seca (85.3%) y para proteína (86.5%), así como un contenido de grasas del 4% (Ninanya, 1974). Su consumo voluntario en cobayos es de 3.9% por kg de peso vivo (Castro y Chirinos, 1992).

Cuadro 8. Contenido químico nutricional de algunos insumos energéticos utilizados en la alimentación del cobayo

Insumo	ED Mcal/Kg MS	Proteína cruda (%)	Fibra cruda (%)
Cebada grano	3.72 ^b	11-16 ^b	7 ^b
Afrechillo	3.2 ^b	13-16 ^c	11 ^c
Maíz grano	3.72 ^b	9 ^a	6-7 ^a

Fuente: ^aNinanya, 1974; ^bCorrea, 1994; ^cMc Donald *et al.*, 2006

2.3.3 Alimento concentrado

El concentrado es una mezcla de insumos forrajeros, energéticos y proteicos con alto valor nutritivo que se ofrece a los cuyes en crecimiento, ya que proporciona los requerimientos nutricionales necesarios en esta etapa, principalmente en proteína y energía (Villanueva, 2001). Es práctica común sobre todo en granjas comerciales preparar alimentos concentrados a base de insumos baratos, de buena calidad y disponibles en la región, cuya elaboración debe realizarse de acuerdo al requerimiento según la etapa de producción del animal (FDN, 1994; Rico y Rivas, 2003).

Dada la deficiencia del cobayo para la síntesis de vitamina C, el alimento concentrado es proporcionado conjuntamente con forraje fresco, y en la práctica la dotación de concentrado puede constituir un 40% de toda la alimentación, sin embargo, cuando se usa el concentrado integral como único alimento, el consumo se encuentra dependiendo de la calidad, entre 40 a 60 g/animal/día (Chauca, 1995). Este tipo de alimentación exclusiva de concentrado solo puede darse utilizando un

concentrado integral, debido a que estas fórmulas comerciales ya incluyen el contenido necesario de fibra y al menos 200 mg/kg de vitamina C en su composición.

Según algunos estudios realizados, un alimento concentrado integral elaborado para cuyes en crecimiento debe proporcionar un mínimo de 18% de proteína, 2.9 Mcal ED/Kg MS y un rango de 8 a 14 % de fibra cruda (Moreno, 1989; Cairampoma *et al.*, 1991; Villafranca, 2003; Ciprian, 2005), y dado que la alimentación con un concentrado integral permite el aprovechamiento de insumos con alto contenido de materia seca, es necesario el suministro permanente de agua fresca junto con este (Rico y Rivas, 2003).

Diferentes trabajos han demostrado la superioridad del comportamiento productivo de los cuyes cuando reciben un alimento suplementado con concentrados (raciones preparadas o concentrado integral) frente a una alimentación forrajera, llegando a superarla hasta en 19% en ganancia diaria o más de 260 g en ganancia de peso total, pero a un mayor costo de producción (Chauca, 1995; Rivadeneira, 1999). No obstante la inclusión de insumos locales en el concentrado tiende a reducir los costos (Guerovich *et al.*, 2001)

2.3.4 Suplementación Mineral

Los animales domésticos obtienen estos nutrientes a partir de dos fuentes principales, los alimentos que consumen y los compuestos inorgánicos de origen geológico o industrial que se utilizan como suplementos de los alimentos, teniendo como fuentes al carbonato cálcico para calcio, fosfato dicalcico para el fósforo, sal común para el sodio y magnesita calsinada para el magnesio, siendo los minerales trazas aportados en forma de sales como el selenito sódico para el selenio (Mc Donald *et al.*, 2006).

Esta suplementación mineral habitualmente practicada en especies pecuarias como el ganado bovino, porcino y la industria avícola, ha demostrado ser eficiente y beneficioso principalmente en las

etapas productivas y reproductivas del animal y puede realizarse a través del agua de bebida, directamente sobre el alimento o a través de bloques (Gabaldón *et al.*, 1999).

La mayoría de los minerales que necesita el cuy son proporcionados en diverso grado por los insumos utilizados en la ración alimenticia, por lo que es posible encontrar deficiencias minerales, haciéndose necesario la suplementación (CEA, 2001).

El contenido de minerales en las plantas, puede variar según el tipo de forraje, calidad de los suelos, época de cosecha, y estado de madurez; por ejemplo, entre leguminosas y gramíneas, las leguminosas suelen tener tres o cuatro veces más calcio que las gramíneas. Con relación a la edad, las cantidades de fósforo experimentan una notable reducción al madurar los vegetales, por lo que la relación calcio: fósforo se eleva sustancialmente en plantas maduras que en las jóvenes de la misma especie (Mc Donald *et al.*, 2006).

Según recomendaciones de la FDN (1994), las sales minerales comerciales en una proporción de 1 a 2% de la ración, pueden complementar los requerimientos nutritivos para una producción eficiente, cuando los cuyes son alimentados con forrajes. Sin embargo, no se halló respuesta a la suplementación con sal común y sal de piedra en cobayos en crecimiento (Gamarra *et al.*, 1990), ni a la suplementación de sal y Cu (Hidalgo y Manyari, 1990)

Es probable que la suplementación con sales minerales que incluyen fósforo, elemento deficitario en forrajes e insumos concentrados, pueda tener respuesta favorable en cuyes en crecimiento.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar y fecha de experimentación

El estudio se llevó a cabo entre Marzo a Junio de 2007 en la Unidad de Investigación en Cuyes de la Estación Experimental El Mantaro del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), Facultad de Medicina Veterinaria (FMV) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), ubicada en el Km 34 de la Carretera Central (Huancayo- Jauja), distrito de El Mantaro, provincia de Jauja, departamento de Junín, a una altitud de 3,320 m.s.n.m, con una precipitación promedio anual de 750 mm.

3.2 Animales experimentales

Se emplearon 250 cobayos machos mejorados, destetados con 15 días de edades promedio, procedentes de la granja de la Unidad de Investigación en Cuyes del IVITA El Mantaro. Los animales fueron identificados con aretes de cable de diferentes colores, correspondiendo un color en particular por individuo dentro de cada unidad experimental.

3.3 Instalaciones y equipos

El estudio se realizó al interior de un galpón de 600 m², en donde se dispuso en el área lateral oeste la construcción de 25 pozas experimentales a base de madera y malla, con las dimensiones de 2.0 m de largo, 1.2 m de ancho y 0.5 m de altura. Cada poza fue limpiada, desinfectada con cal y recibió cama nueva, antes de colocar a los animales. En las pozas que recibirían forraje se instaló una forrajera y una tarima hechas de malla, empleadas para el suministro y almacenamiento de forraje, respectivamente. Para el suministro de agua, harina de cebada y concentrado integral se emplearon recipientes de arcilla de 0.75 litros de capacidad.

El pesado de los animales, alimento concentrado y suplementos se hizo empleando una balanza electrónica con 1g de sensibilidad, mientras que el forraje fue pesado utilizando una balanza con 10 g de sensibilidad. La determinación de la materia seca de los alimentos requirió de estufa, desecador y balanza analítica.

3.4 Tratamientos

Se evaluaron 5 tratamientos, correspondientes a cinco tipos de raciones:

T1: Alfalfa verde *ad libitum* (F).

T2: Alfalfa verde *ad libitum* + suplemento mineral (F + BM).

T3: Alfalfa verde *ad libitum* + harina de cebada + suplemento mineral (F + C + BM).

T4: Alfalfa verde *ad libitum* + harina de cebada (F + C).

T5: Concentrado integral (Co).

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental corresponde al de bloques completos al azar, con arreglo factorial 2 x 2, teniendo como factores a bloque mineral y harina de cebada; más un tratamiento adicional para contraste (concentrado integral). Se establecieron cinco bloques en función a los pesos iniciales (I: 200 – 270 g, II: 271 – 310 g, III: 311 – 340 g, IV: 341 – 390 g y V: 390 – 490 g) y se empleó una unidad experimental por bloque dentro de cada tratamiento. Se definió como unidad experimental a la poza albergando 10 cobayos.

3.6 Manejo experimental

Se utilizó alfalfa verde de la variedad WL – 625, ofrecida a una frecuencia de tres veces por día (a las 8:00, 12:00 y 16:00 horas). La cosecha de alfalfa verde se daba tres veces por semana, cuando este llegaba al galpón se pesaba la ración por poza para dos o tres días, considerando un consumo diario individual equivalente al 40 % del peso vivo animal, el cual era almacenado en la tarima de cada poza, desde donde se suministraba las tres raciones diarias. El día del pesaje del forraje también se tomaba una muestra para estimación del contenido de materia seca del alimento ofrecido. El alimento rechazado se pesaba semanalmente y también se le tomaba una muestra para estimación de materia seca.

Se realizó el análisis proximal del forraje muestreado a lo largo del experimento con la finalidad de monitorear la calidad del forraje ofrecido, el cual fue dividido en 5 grupos homogéneos. El contenido nutricional del forraje se detalla en el Cuadro 1A del Apéndice 1.

La harina de cebada utilizada en el experimento corresponde a un producto local comercializado con el nombre de “hechizo”, este producto se obtiene moliendo el subproducto de cebada (granos de cebada de menor calidad y no aptos para consumo humano). Este insumo se ofreció a discreción una vez por día (8:00 horas) a los tratamientos T3 y T4, empleando un recipiente de arcilla. Para conocer el aporte nutricional de este insumo se hizo el análisis proximal respectivo cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2A del Apéndice 1.

El bloque mineral empleado en T2 y T3, estuvo compuesto por varias sales minerales (Cuadro 3A del Apéndice 1), tenían forma cilíndrica y las siguientes dimensiones: diámetro de 11 cm y altura de 2,5 cm. Se ofreció un bloque por unidad experimental, midiéndose el consumo acumulado durante toda la etapa experimental por diferencia de peso en materia seca.

El alimento concentrado integral peletizado de diámetro 4.5 mm y longitud 12 mm fue elaborado por la Universidad Nacional Agraria La Molina, cuyos ingredientes y composición porcentual se mencionan en el Cuadro 4A y Cuadro 5A del Apéndice 1, respectivamente. Solo el T5 recibió este alimento más agua, ambos se dieron a discreción una vez por día (8:00 horas) empleando

dos recipientes de arcilla por poza. El análisis proximal realizado al concentrado integral se muestra en el Cuadro 6A del Apéndice 1.

3.7 Variables evaluadas

Ganancia de peso

Para determinar la ganancia de peso (GP), se tomaron pesos individuales semanales a todos los animales desde el inicio del experimento hasta que alcancen el kilo de peso vivo, peso con el que finalizaban su permanencia en el experimento. Con esa información se calculó la ganancia de peso diaria individual entre la segunda y octava semana, momento en que un primer grupo de animales alcanzó el kilo de peso vivo, es decir toda las unidades experimentales estuvieron completas solo hasta la octava semana.

Consumo de alimento

El consumo de alimento fue registrado entre la segunda y octava semana, calculado por diferencia entre la materia seca ofrecida y la rechazada de cada uno de los insumos que se emplearon en la ración de cada tratamiento. El consumo total corresponde a la suma de los consumos parciales de cada insumo, el cual se expresó como consumo promedio individual.

Índice de conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia (ICA) resultó de dividir el consumo total de materia seca entre la ganancia de peso total en cada unidad experimental.

Edad de saca

Se registró la edad en semanas en que cada animal alcanzó el kilo de peso vivo, donde para cada unidad experimental se estimó el promedio.

Evaluación económica

Se estimó el costo de producción para las condiciones del galpón demostrativo de IVITA, cuya información se utilizó para conocer el valor porcentual que representa el costo de alimentación de cada tratamiento respecto al costo de producción total. Con esta información se estimó el costo de producción conociendo solo el costo de alimentación para cada unidad experimental (Cuadros 1B y 2B del Apéndice 2).

3.8 Análisis estadístico

Las variables fueron analizadas mediante análisis de varianza incluyendo además de los contrastes del factorial (harina de cebada, bloque mineral e interacción de ambos) un cuarto contraste preplaneado entre T3 y T5, y para corregir la falta de ortogonalidad de este último contraste se aplicó el ajuste de Bonferroni. El análisis se realizó utilizando el programa estadístico SAS (SAS Institute, 2000).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre parámetros productivos en cuyes en crecimiento.

Los pesos iniciales entre tratamientos no muestran diferencia estadística significativa ($p>0.05$), indicando que todo los tratamientos se iniciaron con pesos similares (Cuadro 3B del Apéndice 2).

La respuesta de los tratamientos para las variables ganancia de peso, consumo de alimento, ICA y edad de saca mostró efectos significativos para bloques ($p<0.05$), evento que señala un bloqueo acertado que reduce el error experimental, así como para tratamientos ($p<0.05$), cuyos detalles se aprecian en los contrastes preplaneados (Cuadros 3B – 8B del Apéndice 2).

Los resultados de parámetros productivos del presente estudio se muestran en el Cuadro 9.

4.1.1 Consumo de alimento

La suplementación con cebada incrementó ($p<0.01$) el consumo total de alimento en los cobayos (Cuadro 9). Aunque algunos autores como Caballero (1992), Ruiz (1996) y Airahuacho (2007) sostienen que el consumo de alimento es inversamente proporcional a la densidad energética del insumo alimenticio o ración. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos decir que cuando la ración base es deficitaria en energía la suplementación energética tiende a estimular el consumo hasta cubrir las necesidades energéticas, lo cual se aprecia en el efecto cebada (Cuadro 9) del presente estudio.

Resultados con la misma tendencia fueron reportados por Espinoza y Rojas (2003), sin embargo, cuando la ración es completa y balanceada si se cumple la disminución del consumo cuando incrementa la densidad energética del balanceado, tal como puede apreciarse con el concentrado integral.

Cuadro 9. Respuesta de los tratamientos en peso inicial, ganancia de peso, consumo de MS, conversión alimenticia y edad de saca

Parámetros evaluados	F	F+BM	F+ BM+C	F+C	Co
Peso inicial (g)	331a	333a	335a	332a	331a
Ganancia de peso (g)	419b	448b	536a	522a	532a
Consumo de alimento (g)	2386b	2509b	2743a	2794a	1611c
Índice de conversión	5.7a	5.6a	5.1b	5.3ab	3.0c
Edad de saca (semanas)	11.6a	10.8b	9.7c	9.7c	9.5c

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

F: Forraje, BM: Bloque mineral, C: Cebada, Co: Concentrado integral

Asimismo, de acuerdo a la referencia de Lazo (1974) es probable que al suplementar la cebada en forma de harina se haya favorecido el consumo de este alimento respecto a la forma pelletizada del concentrado integral.

La ausencia de efecto de los bloques minerales, a pesar de demostrarse que los suelos del Valle del Mantaro son pobres en minerales, principalmente en fósforo (Ordoñez *et al.*, 2001) y que la necesidad estimada para los cobayos no es aportada en cantidades suficientes por la alfalfa (NRC, 1995), nos sugieren que no existe una deficiencia marcada, probablemente por que en cierta forma el alto consumo del cobayo en relación a su peso vivo, le permiten obtener los minerales necesarios a partir de pastos como la alfalfa y no afectar su eficiencia productiva.

Uno de los procesos fisiológicos que contribuye a la absorción de minerales es la cecotrofia, al respecto Hintz (1969) mostró una alta excreción de minerales en las heces de cobayos a los cuales se les previno esta actividad, demostrando que la cecotrofia es importante en la absorción de nutrientes dietarios y probablemente permite a los cuyes utilizar mejor tanto los minerales como algunas vitaminas B y aminoácidos sintetizados por la microflora del intestino.

La suplementación con bloque mineral no ejerce efecto directo sobre el consumo ($p>0.05$), pero al asociarse a la harina de cebada el incremento del consumo por efecto de la harina de cebada es mayor en ausencia de bloques minerales que en presencia de ellos. Es probable que al interactuar los minerales con la energía se cubra casi completamente las necesidades nutritivas y se use más eficientemente los nutrientes y consecuentemente se requiera consumir menos alimento.

4.1.2 Ganancia de peso

En la producción animal, es deseable maximizar el consumo de materia seca, por que se correlaciona positivamente con la ganancia de peso, con variaciones por el contenido nutricional del alimento.

Los resultados del estudio señalan un gran efecto ($p<0.01$) de la suplementación con cebada sobre la ganancia de peso, correspondiendo al efecto logrado en el consumo y favorecido en su digestibilidad al suministrarse como harina (Farfán, 1992). Mientras que la suplementación con bloque mineral no muestra efecto alguno. Podemos deducir que el crecimiento de tejidos corporales manifiesta una mejor respuesta a mayores niveles energéticos en la ración, puesto que las dietas con mayor energía: F+C, F+C+BM y Concentrado integral, donde en dos de ellas la cebada aportó 3.7 Mcal ED/kg de MS (Correa, 1994) y el concentrado con 2.9 Mcal ED/Kg de MS, obtuvieron mayor respuesta.

Resultados similares a los del presente estudio fueron obtenidos por Airahuacho (2007), quien logró mejores ganancias de peso en cobayos empleando 2.9 y 3.0 Mcal ED/Kg de MS cuando evaluó diferentes niveles de ED en dietas de crecimiento (2.7, 2.9 y 3.0 Mcal/kg). Por su parte Ruiz (1996) registró ganancias de peso proporcionales al nivel energético de cada ración. En otros estudios Carrasco (1994) y Pérez *et al.*, (1974) también mejoraron las ganancias de peso de cobayos con suplementación energética a dietas forrajeras.

La respuesta nula a la suplementación con bloques minerales también fue reportada por Hidalgo y Manyari (1990), quien solo encontró respuesta a la suplementación con harina de cebada más no a la adición de minerales.

Al contrastar el concentrado integral frente a F+C+BM (Cuadro 9), se observan similares respuestas en ganancia de peso ($p>0.05$), aunque los consumos sean diferentes; hecho que señala que las dietas forrajeras se balancean al suplementarlas con energía y minerales, alcanzando niveles de respuesta comparables al de un concentrado integral.

Es pertinente mencionar que las ganancias de peso se vieron afectadas durante las cuatro últimas semanas (Mayo) a causa de las bajas temperaturas nocturnas. Sin embargo después de la primera semana los tratamientos continuaron ganando peso a costa de incrementar el consumo, excepto el tratamiento con concentrado integral. Esta información señala que el frío modifica la respuesta en consumo y ganancia de peso en cuyes y el tipo de instalaciones que se utiliza en la Sierra no contribuyen a controlarlo.

4.1.3 Conversión alimenticia

Correspondiendo a los resultados de consumo y ganancia de peso, la harina de cebada tuvo un efecto ($p<0.01$) positivo al reducir el ICA luego de su suplementación a cuyes en crecimiento (Cuadro 9), donde el bloque mineral tampoco dio respuesta, resultados que son similares a los obtenidos por Hidalgo y Manyari (1990) en donde la harina de cebada logró los mejores pesos finales e ICA con la adición de minerales y sin ella.

El índice de conversión alimenticia indirectamente evalúa el uso de insumos o raciones alimenticias en base a su digestibilidad, absorción y calidad de nutrientes. En el caso particular de este estudio, la inclusión del concentrado integral es con fines de comparación a fin de elegir raciones que mas se aproximen al ideal ICA del balanceado integral. Al respecto podemos afirmar que la ración

F+C+BM es una versión diluida del balanceado comercial si tomamos en cuenta que la ganancia de peso fue similar para ambos tratamientos.

4.1.4 Edad de Saca

El efecto de suplementación con harina de cebada es altamente significativo ($p < 0.01$), mientras que paradójicamente el bloque mineral muestra un efecto significativo ($p < 0.05$). Aunque no hubieron respuestas significativas del bloque mineral para las anteriores variables, siempre se apreció una ligera superioridad a favor del bloque mineral, especialmente al contrastar F+BM con F. Es posible que esto se traduzca en una respuesta en acortar la edad de saca, lo cual es beneficioso para los productores.

Respecto a las edades de saca obtenidas es importante señalar que todas son menores a las 13 semanas, edad a la que el cobayo solía alcanzar el kilo de peso vivo; indicándonos un importante progreso genético. Donde una ración balanceada puede permitirte adelantar la edad de saca hasta en dos semanas (68 días).

En el caso del estudio realizado por Jiménez (2000), la suplementación de alfalfa con afrechillo permitió adelantar en 1 semana la edad de saca en cobayos alcanzado por la alimentación exclusiva de forraje con 12.9 semanas.

4.2 Efecto de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral sobre parámetros económicos en cuyes en crecimiento.

Los resultados del análisis económico señalan al forraje como el tratamiento que obtiene el menor costo de producción (Cuadro 10), sin embargo cabe señalar que la estimación de los costos consideró tecnificación del sistema como uso de cortadora mecánica, vehículo de transporte, semillas mejoradas, y fertilización, principalmente, pues suelen usarse en crianzas comerciales. De otro modo, sin inclusión de tecnología los costos podrían duplicarse.

Para estas variables se observa efecto individual de la suplementación con harina de cebada y bloque mineral ($p < 0.01$), pero un efecto que incrementa el costo de producción y reduce el ratio beneficio costo, condiciones desfavorables para un sistema productivo.

No obstante la inclusión de cebada o bloque mineral son más beneficiosas que emplear concentrado integral, siendo la harina de cebada la de mayores ventajas económicas.

Cuadro 10. Respuesta de los tratamientos en costo de producción y ratio beneficio/costo

Parámetros económicos	F	F+BM	F+ BM+C	F+C	Co
Costo de producción (S/. /cuy)	4.6d	5.1c	6.18b	5.4c	7.8 ^a
Ratio beneficio costo	2.6a	2.3b	1.9c	2.2b	1.5d

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$)

F: Forraje, BM: Bloque mineral, C: Cebada, Co: Concentrado integral

V. CONCLUSIONES

- La suplementación con cebada a dietas forrajeras en cuyes en crecimiento logra buena respuesta en ganancia de peso, consumo, ICA y edad de saca.
- El tratamiento F+C+BM logra respuesta similares en ganancia de peso en cuyes y a un menor costo que el concentrado integral.
- Los sistemas productivos de cuyes que solo emplean forraje y tecnología en cosecha y transporte de pastos son los de mejores índices económicos.
- La edad de saca de cuyes mejorados lograda con solo forraje (81 días) puede reducirse hasta 68 días suplementando con cebada.

LITERATURA CITADA

1. **Afuso A. 1976.** Evaluación de la roca fosfatada de Bayovar como fuente de fósforo en cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 84 p.
2. **Airaguacho 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 de Magister Scientiae. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 85 p.
3. **Aliaga L. 1993.** Crianza de cuyes. Lima: INIA. Serie de Informes Técnicos. p 210.
4. **Amaro F. 1977.** Diferentes niveles de vitamina C en la alimentación de cuyes a base de concentrado, desde el destete hasta la saca. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 68 p.
5. **Arroyo O, Almonacid A, Zarate R. 1976.** La *Vicia villosa*, el trébol rojo, y el *Lotus corniculatus* en la alimentación de cobayos. En: V Reunión Asociación de Especialistas e Investigadores forrajeros del Perú. Huancayo.
6. **Bojórquez C, Jiménez R, Huamán A. 2006.** Producción de pastos para la alimentación de cuyes. Huancayo: EE IVITA El Mantaro. Serie de Informes Técnicos No 1.43 p.
7. **Bourliux P, Koletzko B, Guarner F, Braesco V. 2002.** The intestine and microflora are partners in protection of the host. Am J Clin Nutr 78: 675-683.
8. **Breazile J, Brown E. 1976.** Anatomy. En: The biology of the guinea pig. Wagner, J; Manning, P eds. USA: Academy Press. p 53-62.
9. **Bustamante J. 1997.** Producción de cuyes. Lima: Univ Nac Mayor de San Marcos. 259 p.
10. **Caballero A. 1992.** Valor nutricional de la panca de maíz; consumo voluntario y digestibilidad en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 50 p.
11. **Cabrera F, Figueroa E. 2006.** Composición química y rendimiento de avena forrajera (*Avena strigosa*) bajo diferentes niveles de nitrógeno. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.

12. **Cairampoma V, Castro J, Chirinos D. 1991.** Adición de enzimas digestivas a suplementos con diferentes niveles de fibra en el engorde de cuyes. En: XIV Reunión APPA. Cerro de Pasco: Asociación Peruana de Producción Animal.
13. **Carrasco I. 1994.** Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) germinada en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 74 p.
14. **Castaño M. 1975.** Explotación del curi o cuy. Colombia: Sociedad Antioqueña de Agricultores. Rev Bol Agrícola 651. 15 p.
15. **Castro J, Chirinos D. 1990.** Uso de afrechillo en el engorde de cuyes con restricción de forraje. En: XIV Reunión APPA. Cerro de Pasco. Asociación Peruana de Producción Animal.
16. **Castro J, Chirinos D. 1992.** Consumo voluntario de forrajes, concentrados y residuos agroindustriales y domésticos en cuyes. En: XVI Reunión APPA. Piura: Asociación Peruana de Producción Animal.
17. **Caycedo A. 2000.** Experiencias investigativas en la producción de cuyes: Obras de investigación de Caycedo. Univ de Nariño. Colombia. Serie de informes técnicos. 100-104 p.
18. **(CEA) Centro de Estudios Agropecuarios. 2001.** Crianza de cuyos. México: Editorial Iberoamericana. p 52-74.
19. **Chauca D. 1995.** Fisiología digestiva: Crianza de cuyes. Lima: INIA. Serie Guía Didáctica. p 13-16.
20. **Chauca L, Zaldivar M. 1995.** Mejore su producción de cuyes. Lima: INIA. Serie Divulgativa 01-95. 23 p.
21. **Cheeke P. 1995.** Alimentación y nutrición del conejo. Zaragoza. Editorial Acribia. 429 p.
22. **Ciprian R. 2005.** Evaluación del tamaño de partícula y nivel de fibra en el concentrado para cuyes (*Cavia porcellus* L) en crecimiento. Tesis de Magister Scientiae. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 74 p.

23. **Cóndor B. 2004.** Efecto de la cebada grano y del maíz de descarte en el incremento de peso de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 59 p.
24. **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.
25. **Duchi N. 1993.** Digestibilidad de la proteína y fibra de gramíneas y leguminosas forrajeras en cobayos. En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
26. **Escobar F, Blas C. 1987.** Evaluación del valor nutritivo de la alfalfa en tres periodos vegetativos para cuyes. En: XI Reunión APPA. Piura. Asociación Peruana de Producción Animal.
27. **Escobar F, Blas C. 1989.** Valor nutritivo de alfalfa, maíz y cebada para cuyes. En: XII Reunión APPA. Lima. Asociación Peruana de Producción Animal.
28. **Espinoza F, Rojas A. 2003.** Correlación entre consumo de alimentos e incremento de peso en cuyes de diferentes edades. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.
29. **Espiritu G. 1990.** Uso de sulfato de cobre como promotor del crecimiento en cuyes destetados. En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
30. **Everson G, Chow H, Wang T. 1967.** Copper deficiency in the Guinea pig. Jour of Nutr 93: 533-540.
31. **Farfán A. 1992.** Coeficiente de digestibilidad de la harina de challhua (*orestias empyraeus allen*) y hechizo de cebada en cuyes. En: XV Reunión APPA. Pucallpa. Asociación Peruana de Producción Animal.
32. **Flores F. 1991.** Uso de diferentes relaciones Ca:P en la suplementación alimenticia de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 83 p.

33. **Florián R. 2006.** Evaluación del rendimiento y composición química de la asociación avena-vicia forrajeras en Cajamarca. En: XXIX Reunión APPA. Asociación Peruana de Producción Animal.
34. **(FDN) Fundación para el Desarrollo Nacional. 1994.** Crianza de cuyes. Perú: FDN. Serie de Informes Técnicos. 62 p.
35. **Gamarra J, Florian A, Zaldivar M. 1990.** Suplementación mineral en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento. En: XII Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
36. **Gabaldón L, Combellas J, Ojeda A, La Rocca O. 1999.** Influencia de la suplementación con un bloque de minerales sobre las variables productivas de vacas de doble propósito pastoreando *Cynodon nlemfuensis*. Rev Zootecnia Tropical 17(2): 229-242.
37. **Gómez C, Caballero N, Saravia J. 1992.** Valor nutricional de la panca de maíz, consumo voluntario y digestibilidad en el cuy. En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
38. **Gómez C, Vergara V. 1995.** Fundamentos de la nutrición y alimentación: Crianza de cuyes. Lima: INIA-DGTT. Serie Guía Didáctica. p 27-35.
39. **Guerovic M, López G, Torralba M. 2001.** Evaluación de tres raciones preparadas o una comercial en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) desde el destete a la saca en el distrito de Oxapampa. En: XXIV Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
40. **Hernández J. 1995.** Manual de nutrición y alimentación del ganado. 4ta ed. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. p 203-209.
41. **Hidalgo M, Manyari E. 1990.** Utilización de subproductos de molinería y sales minerales en la alimentación de cuyes (sal negra y sulfato de cobre). En: XIII Reunión APPA. Ayacucho: Asociación Peruana de Producción Animal.
42. **Higaona R, Chauca L, Zaldivar M. 1990.** Evaluación de los parámetros productivos del cuy criollo. En: XII Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.

43. **Hinostroza E, Bojórquez C, Ordoñez J. 2006.** Caracterización del cultivo de alfalfa con dormancia 9 en época seca en la Sierra central del Perú. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de Producción Animal.
44. **Hintz H. 1969.** Effect of coprophagy on digestion and mineral excretion in the guinea pig. Jour of Nutr 99: 375-378.
45. **Hirakawa H. 2001.** Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. Mammal Rev (Vol 32) 2: 150-152.
46. **Holtenius K, Bjornhag G. 1985.** The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). Comp Biochem Physiol. Vol 82A. 3: 537-542.
47. **Huaynate Y, Alejos I, Cotrina V, Santolalla H, Campos, M. 2006.** Alimentación de cuyes destetados usando diferentes forrajes y afrecho de trigo en el distrito de Baños. En: XXIX Reunión APPA. Huancayo: Asociación Peruana de producción Animal.
48. **Jiménez R. 2000.** Determinación del momento óptimo económico de beneficio de cuyes del C.I. IVITA – Huancayo alimentados con alfalfa versus una suplementación con afrechillo. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ Nac Mayor de San Marcos. 59 p.
49. **Johnson-Delaney C. 2006.** Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. Eastsid Avian & Exot Ani Med Cent Publ. 110: 9-17.
50. **Laforé M. 1999.** Diagnostico alimenticio y composición nutricional de los principales insumos de uso pecuario del Valle del Mantaro. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ Nac Mayor de San Marcos. 84 p.
51. **Lazo M. 1974.** Efecto de un alimento comercial en forma de cubos enteros y molidos en el crecimiento de cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 51p.
52. **Lozada P. 2008.** Efecto de incluir cebada en grano y/o semilla de girasol en una dieta basada en forraje sobre el momento optimo económico de beneficio de cobayos en el Valle del Mantaro. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ Nac Mayor de San Marcos. 55 p.

53. **Malpartida E. 1992.** Pasturas, establecimiento y manejo. En: Flores A, San Martín F, eds. Manual de forrajes. Lima: RERUMEN. p 125-226.
54. **Maynard L, Loosli J, Hintz H, Warner R. 1981.** Nutrición animal. 7ma ed. México: McGraw Hill. 640 p.
55. **Mc Donald P, Edwards R, Greenhalgh J, Morgan C. 2006.** Nutrición animal. 6ta ed. Zaragoza: Edit Acribia. 587 p.
56. **Mercado L. 1972.** Tres niveles de proteínas y dos de energía en raciones para cuyes en crecimiento. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 66 p.
57. **Milla M. 2004.** Evaluación de tres niveles de proteína y su efecto sobre el comportamiento productivo de cuyes de engorde bajo un sistema de crianza con exclusión de forraje verde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 55 p.
58. **Mora C, Arellana A. 1993.** Diferentes niveles de vitamina C en cuyes en crecimiento. En: XVI Reunión APPA. Piura: Asociación Peruana de Producción Animal.
59. **Moreno A. 1989.** Producción de cuyes. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 132 p.
60. **Morrison F. 1980.** Fundamentos de la nutrición animal. En: Morrison F, eds. Alimentos y alimentación del ganado. México: Unión Tipográfica Hispano Americana. 722 p.
61. **Mosqueira A. 1971.** Determinación de la digestibilidad de la alfalfa (*Medicago sativa*) en cuyes (*Cavia porcellus*). En: Sistemas de producción animal (Vol4.). Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
62. **Munguia I. 2004.** Programas de suplementación proteica para el engorde de cuyes destetados. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 72 p.
63. **(NRC) National Research Council. 1995.** Nutrient Requirements of the Guinea Pig. En: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed. Washington D.C.: National Academy Press. NRC. p 2-27.
64. **Navia J, Hunt C. 1976.** Nutrition, nutritional diseases, and nutrition research applications. En: Wagner J, Manning P, eds. The biology of the guinea pig. USA: Academy Press. p 235-261.

65. **Ninanya A. 1974.** Coeficiente de digestibilidad del heno de alfalfa, afrechillo, maíz y harina de pescado en cuyes. En: *Sistemas de producción animal (Vol4.)*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
66. **Noli E, Canto A, Segura J. 2006.** La avena forrajera INIA Mantaro 15 mejorado una alternativa de forraje para la zona altoandina. En: *XXIX Resumen APPA*. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
67. **Nureña A. 1988.** Utilización de alfalfa, rye grass-trebol y rastrojo de kiwicha en el crecimiento y engorde intensivo de cuyes (*Cavia porcellus*). En: *Sistemas de producción animal (Vol4.)*. Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
68. **Ordoñez J, Bojorquez C, Arana C, Ciria N. 2001.** Producciones de materia seca (kg/ha) de variedades de alfalfa sin latencia invernal en el Valle del Mantaro. *Rev Inv Vet Perú* (Supl. 1): 241-243.
69. **Paucar J. 1992.** Uso de 3 niveles energéticos en suplementos para cuyes destetados y el efecto de la adición de tiroproteína. Tesis de Ing. Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 54 p.
70. **Paredes L. 1972.** Utilización de diferentes niveles de alfalfa en la alimentación de cuyes. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 50 p.
71. **Pérez O, Aliaga L, Arroyo O. 1974.** Engorde de cuyes destetados con malas hierbas del Valle del Mantaro. En: *Anales del 2^{do} Congreso Nacional de Investigaciones Agrarias del Perú*. Lima: Instituto Nacional de Investigación Agraria. 119- 127 p.
72. **Porras S, Castro I, Chirinos D. 1991.** Valor nutritivo, digestibilidad y NDT de las cascavas de kiwicha, quinua, tarwi y cebada grano en cuyes. En: *XIV Reunión APPA*. Cerro de Pasco: Asociación Peruana de Producción Animal.
73. **Reid M. 1954.** Production and interaction of a fatty acid deficiency in the guinea pig. *Proc Soc Exp Biolog Med*. 86: 708-709.
74. **Rico E, Rivas C. 2003.** Manual sobre el manejo de cuyes. USA. Benson Agriculture and Food Institute. 52 p.

75. **Rivadeneira E. 1999.** Engorde de cuyes usando alfalfa, bloques nutricionales, afrecho de trigo y concentrado comercial. Tesis de Medico Veterinario. Lima: Univ Nac Mayor de San Marcos. 46 p.
76. **Roca Rey M. 2001.** Evaluación de indicadores productivos de cuyes mejorados procedentes de Cajamarca, Lima y Arequipa. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 85 p.
77. **Ruiz M. 1996.** Evaluación del germinado de cebada (*Hordeum vulgare*) suplementado con mezclas balanceadas simples en el crecimiento y engorde de cuyes machos y hembras (*Cavia porcellus*). Tesis de ingeniero zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 79 p.
78. **Sakaguchi E, Itoh H, Uchida S, Horigome T. 1987.** Comparison of fibre digestion and digesta retention time between rabbits, guinea pigs, rats and hamsters. Brit Jour of Nut. 58: 149-158.
79. **Sakaguchi E. 2003.** Digestive strategies of small hindgut fermenters. Ani Sci Jour. 74: 327-337.
80. **Samame J. 1983.** Niveles de energía en cuyes en reproducción y en crecimiento. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 87 p.
81. **San Martin F. 1992.** Nutrición de forrajes. En: Flores A, Malpartida E, San Martin F, eds. Manual de forrajes para zonas áridas y semiáridas andinas. Lima: RERUMEN. p 227-277.
82. **Saravia J, Rodríguez W, Ruesta I, Chauca L, Muscari J. 1984.** Coeficiente de digestibilidad de la hoja y tallo de maíz chala, alfalfa, grama china, hoja y tallo de camote en cuyes. En: VII Reunión APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
83. **Saravia J, Ramirez S, Muscari J. 1992.** Consumo voluntario y digestibilidad en cuyes de forrajes producidos en la Costa Central. En: XV Reunión APPA. Pucallpa: Asociación Peruana de Producción Animal.
84. **Saravia J. 1994.** Avances de investigación en la alimentación de cuyes. Lima: INIA/ CIID. Serie Guía Didáctica. p 17-26.
85. **SAS. 2000.** SAS/STAT® User's Guide (Release 8.1). Cary, NC. USA. SAS Inst. Inc.

86. **Silva E. 1994.** Utilización de la cebada (*Hordeum vulgare*) y maiz (*Zea mays*) germinados en la alimentación de cuyes machos en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 73 p.
87. **Snipes R. 1982.** Anatomy of the guinea pig cecum. *Anat Embryol.* 165: 97-111.
88. **Torres E, Chauca L, Vergara V. 2006.** Evaluación de dos niveles de energía y proteína en dietas de crecimiento y engorde en cuyes machos. En: XXIX Reunión Científica Anual APPA. Lima: Asociación Peruana de Producción Animal.
89. **Toscano L. 1997.** Niveles adecuados de proteína total en suplemento de inicio, crecimiento y acabado de cuyes alimentados con forraje verde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Huancayo: Univ Nac del Centro del Perú. 59 p.
90. **Tsukahara T, Ushida K. 2000.** Effects of animal or plant protein diets on cecal fermentation in guinea pigs (*Cavia porcellus*), rats (*Rattus norvegicus*) and chicks (*Gallus gallus domesticus*). *Comp Biochem Physiol (Part A)* 127: 139-146.
91. **Van Soest P. 1983.** The lower tract. En: Van Soest P, ed. *Nutritional ecology of the ruminant.* USA: Cornell University. p 195-210.
92. **Villanueva Y. 2001.** Crianza de cuyes. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 78 p.
93. **Villafranca A. 2003.** Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes en crecimiento y engorde. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ Nac Agraria La Molina. 59 p.
94. **Yaranga R, Quispe E. 1991.** Ingestibilidad y digestión de cinco forrajes en cobayos. En: XIV Reunión APPA. Cerro de Pasco. Asociación Peruana de Producción Animal.
95. **Zevallos D. 1996.** El cuy, su cría y explotación. Lima: Edit EN.C.A.S. 101-110, 129- 138 p.

APÉNDICE 1

Cuadro 1A. Análisis proximal y contenido nutricional del forraje

Nutrientes (% MS)	Forraje grupo I	Forraje grupo II	Forraje grupo III	Forraje grupo IV	Forraje grupo V
Fibra cruda	22,7	22,3	19,03	23,58	24,85
Extracto etéreo	1,95	1,87	1,82	1,54	1,44
Proteína cruda	23,46	22,67	21,98	22,29	21,4
Cenizas	9,75	9,05	9,11	8,96	6,75
ELN	42,15	44,11	48,06	43,64	45,56
Materia seca	25,0	28,0	27,7	22,75	25,7
Humedad	75,0	72,0	72,3	77,25	74,3

Cuadro 2A. Análisis proximal y contenido nutricional de la harina de cebada

Nutrientes	(%) MS
Fibra Cruda	7,74
Proteína Cruda	10,70
ELN	75,28
Extracto Etéreo	3,12
Cenizas	3,17
Materia Seca	92,34
Humedad	7,66

Cuadro 3A. Composición de bloques minerales

Sales minerales	Cantidad (%)
Fosfato dicalcico	50.00
Sulfato cúprico	0.480
Oxido de manganeso	0.0968
Oxido de zinc	0.920
Yoduro de potasio	0.0116
Sulfato de cobalto	0.0238
Selenito de sodio	0.0055
Oxido de magnesio	1.667
Aglomerantes	27
Sal	14.8
Linaza	5.00

Cuadro 4A. Ingredientes del concentrado integral

Ingredientes principales
Maíz amarillo
Torta de soya 48
Pasta de algodón
Torta de girasol
Subproductos de agroindustria
Heno de alfalfa
Carbonato de calcio
Fosfato di cálcico
Aminoácidos sintéticos
Promotores orgánicos
Vitaminas
Minerales
Cloruro de sodio
Antioxidantes
Antifúngico

Cuadro 5A. Composición porcentual de concentrado integral

Nutrientes	
Energía digestible (Mcal/Kg)	2.9
Proteína (%)	18
Fibra (%)	10
Cenizas (%)	5.9
Vitamina C (mg/Kg)	200
Calcio (%)	0.8
Fósforo (%)	0.8
Sodio (%)	0.2
Lisina (%)	0.84
Metionina-cistina (%)	0.60
Arginina (%)	1.2
Treonina (%)	0.6
Triptófano (%)	0.18

Cuadro 6A. Análisis proximal y contenido nutricional del concentrado integral

Nutrientes	%MS
Fibra Cruda	10,92
Proteína Cruda	18,39
ELN	58,06
Extracto Etéreo	5,02
Cenizas	7,62
Materia Seca	92,86
Humedad	7,14

APÉNDICE 2

Estimación de costos de producción

- La estimación de costos se hizo con información del módulo demostrativo de producción comercial de cuyes, con las siguientes características.
 - Galpón de 600 m²
 - Terreno para pastos de 3 Has.
 - 696 reproductoras y 36 reproductores.
 - Un personal técnico y otro para abastecer alimento.
 - Usa cortadora tractor y carreta.
 - Índice de productividad 0.75 crías/reproductora/mes.
 - Usa residuo de cosecha de maíz (chala) y suplementa con cebada grano.

Estimación por el método de costeo total

Cuadro 1B. Costos fijos

Bien/equipo/insumo	Costo total	Vida útil (años)	Costo anual
Terreno	30,000.00	Indefinida	3,000.00
Galpón	40,000.00	50	800.00
Pozas	3,000.00	20	150.00
Mano de obra	-	-	12,000.00
Pastos	35,148.00	5	7,029.60
Cortadora	3,600.00	10	360.00
Tractor	18,000.00	20	900.00
Otros equipos:			
carretilla,	300.00	3	100.00
herramientas			
Materiales menores	50	1	50.00
Reproductores	720.00	2	360.00
Reproductoras	6,960.00	1.5	4640.00
Otros equipos:			
carretilla,	300.00	3	100.00
herramientas			
Carreta	2,000.00	10	200.00
	Total		29,589.60

Cuadro 2B. Costos variables

Insumo	Cantidad	Costo unitario	Costo anual
Residuos de cosecha (Chala)	1 Ha	600.00	600.00
Suplemento (cebada)	9,486 Kg	0.60	5,691.60
Medicamentos	1 juego	200	200.00
Desinfectantes (cal)	200 Kg	0.70	140.00
Rodenticidas	1 Kg	60.00	60.00
Combustible	260 glns	11.50	2990.00
Mantenimiento de equipos	4/año	200.00	800.00
Residuos de cosecha (Chala)	1 Ha	600.00	600.00
Suplemento (cebada)	9,486 Kg	0.60	5,691.60
Medicamentos	1 juego	200	200.00
Desinfectantes (cal)	200 Kg	0.70	140.00
Rodenticidas	1 Kg	60.00	60.00
Combustible	260 glns	11.50	2990.00
	Total		10,481.60

Costo Total Anual S/. 40,071.20

Estimación del Costo Total Unitario:

- Para ello necesitamos estimar la productividad anual:

$696 \times 0.75 \times 12 = 6,264$ animales para venta

- El costo unitario resulta de dividir el costo total anual entre el total de animales para venta: $40,071.20/6264$
- El costo unitario es: S/. 6.40

Para la estimación de costos del presente estudio es mejor aplicar el método de central de costos, pero generado a partir del método anterior

- Este método se emplea cuando dentro de los costos existe un rubro sobresaliente.
- En producción animal este rubro corresponde a la alimentación.
- Si en los datos del método anterior deseamos extraer los costos relacionados a la alimentación la cifra obtenida sería poco precisa.
- El costo de alimentación se estima conociendo el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) y costo de alimento (CA) por Kg de MS.
- En este estudio se estimó el costo de alimento en función a los tipos de alimento empleados y proporción en que fueron consumidos en la ración. Cada tratamiento tuvo un costo específico, los que se determinaron en función a la proporción de MS de cada insumo en la ración total (T1: 100% F; T2: 98% F y 2% BM; T3: 74% F, 22.5% C y 3.5% BM; T4: 76% F y 24% C; T5: 100% Concentrado) y al costo por Kg de materia seca de cada insumo (forraje (alfalfa): S/. 0.397, cebada: S/. 0.83, BM: S/. 3.3 y concentrado integral: S/. 1.293). Con estos datos se estimaron los costos en S/./Kg de MS de cada ración, siendo estos: T1: 0.397, T2: 0.454, T3: 0.599, T4: 0.502, T5: 1.293
- Por ejemplo cuando el alimento es alfalfa (T1) y el ICA = 8, para que un cuy logre un kilo de peso vivo se invirtió $8 \times 0.397 = S/. 3.176$.

- Este costo de alimentación representa el 49.6 % del costo total unitario.
- Conociendo el porcentaje que representa el costo de alimentación, estimaremos el costo de cada unidad experimental utilizando el ICA y CA.
- Los costos de producción y ratio beneficio costo se obtuvieron de la siguiente manera:
 - $CP = (CA \cdot ICA) / 0.496$

Ratio B/C = 12/CP (El precio de un kilo de peso vivo de cuy es S/ 12.00)

Resultados del análisis de varianza

Cuadro 3B. Peso inicial

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	95446	23861.5	10.78.49	<0.0001
Tratamientos	4	56	14	0.63	0.6463
C	1	11.25	11.25	0.51	0.4861
BM	1	31.25	31.25	1.41	0.2520
C*BM	1	1.25	1.25	0.06	0.8151
C+BM vs Co	1	40	40	1.81	0.1975
Error	16	354	22.125		
Total	24	95856	3994		

Cuadro 4B. Ganancia de peso

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	7214.8	1803.7	3.24	0.0399
Tratamientos	4	58927.4	14731.8	26.42	<0.0001
C	1	46012.8	46012.8	82.53	<0.0001
BM	1	2202.9	2202.9	3.95	0.0642
C*BM	1	273.0	273.0	0.49	0.4941
C+BM vs Co	1	33.8	33.8	0.06	0.8085
Error	16	8920.1	557.5		
Total	24	75062.5	3127.6		

Cuadro 5B. Consumo de materia seca

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	850540.5	212635.1	49.69	<0.0001
Tratamientos	4	4533349	1133337.4	264.84	<0.0001
C	1	514402.8	514402.8	120.21	<0.0001
BM	1	6505.2	6505.2	1.52	0.2354
C*BM	1	37801.5	37801.5	8.83	0.009
C+BM vs Co	1	3202201.7	3202201.7	748.3	<0.0001
Error	16	68469.2	4279.3		
Total	24	5452359.6	227181.6		

Cuadro 6B. Índice de conversión alimenticia

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	1.3064	0.3266	8.14	0.0009
Tratamientos	4	24.2944	6.0736	151.4	<0.0001
C	1	0.8820	0.8820	22.0	0.0002
BM	1	0.1620	0.1620	4.04	0.0616
C*BM	1	0.0180	0.0180	0.45	0.5124
C+BM vs Co	1	10.816	10.816	269.73	<0.0001
Error	16	0.6416	0.0401		
Total	24	26.2424	3994		

Cuadro 7B. Costo de producción

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	1.9816	0.4954	8.71	0.0006
Tratamientos	4	31.8536	8.2134	144.35	<0.0001
C	1	4.9005	4.9005	86.12	<0.0001
BM	1	1.9845	1.9845	34.88	<0.0001
C*BM	1	0.0605	0.0605	1.06	0.8151
C+BM vs Co	1	7.056	7.056	124.01	<0.0001
Error	16	0.9104	0.569		
Total	24	35.7456	1.4894		

Cuadro 8B. Ratio beneficio - costo

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	0.2536	0.0634	6.93	0.002
Tratamientos	4	3.6256	0.9064	99.06	<0.0001
C	1	0.9245	0.9245	101.04	<0.0001
BM	1	0.4205	0.4205	45.96	<0.0001
C*BM	1	0.0005	0.0005	0.05	0.8181
C+BM vs Co	1	0.40	0.40	43.72	<0.0001
Error	16	0.1464	0.00915		
Total	24	4.0256	0.167		

Cuadro 9B. Edad de saca

Fuente	GL	SC	CM	Fc	Pr>F
Repeticiones	4	27.6024	6.9006	36.30	<0.0001
Tratamientos	4	16.5784	4.1446	21.80	<0.0001
C	1	12.8000	12.8000	67.33	<0.0001
BM	1	1.2500	1.2500	6.58	0.0208
C*BM	1	0.5120	0.5120	2.69	0.1203
C+BM vs Co	1	0.081	0.081	0.43	0.5232
Error	16	3.0416	0.1901		
Total	24	47.2224	1.9676		