

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
AGRONOMÍA**



**“NIVELES DE HARINA DE PLUMAS EN RACIONES
DE ENGORDE DE CUYES MEJORADOS -
AYACUCHO”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:
WILBER MALDONADO VILLANUEVA**

AYACUCHO - PERÚ

2013

Tesis
Ag 1024
Mal

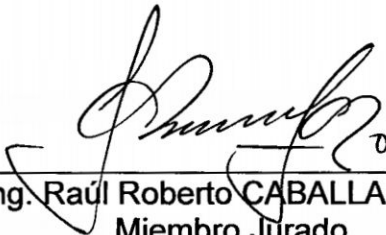
**“NIVELES DE HARINA DE PLUMAS EN RACIONES DE
ENGORDE DE CUYES MEJORADOS - AYACUCHO”**

Recomendado : 28 – 11 – 2013

Aprobado : 06 – 12 – 2013



M.Sc. Ing. Felipe ESCOBAR RAMÍREZ
Presidente del Jurado



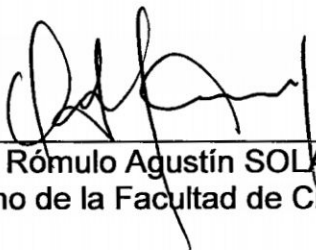
Ing. Raúl Roberto CABALLA LEÓN
Miembro Jurado



M.Sc. Ing. Wilber Samuel QUIJANO PACHECO
Miembro Jurado



Ing. Rogelio SOBERO BALLARDO
Miembro Jurado



Dr. Rómulo Agustín SOLANO RAMOS
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con mucho cariño a mis padres Nicanor Maldonado Riveros y Hermelinda Villanueva Bendezú por sus ejemplos, consejos, orientación y apoyo incansable en el logro de mi formación profesional.

A mí queridos hermanos Linda, Soledad, Nico, Yury, Crísthian por ser y estar, por compartir el espacio y los momentos significativos.

A la memoria de mis abuelos Máximo, Filomena, Antonio, Agustina, mis hermanos Aidé, Zoraida, Jesús Maldonado, mi cuñado Guillermo Ramos estén donde estén por ser guía e inspiración.

*Esto es para ti, Lionel Didier Maldonado, pues tú eres sin duda, la parte más importante de mi vida,
Gracias por ser mi hijo, pero sin duda...
gracias por permitirme ser tu Padre...*

A mis amigos por los momentos gratos, inolvidables, compartidos con todos y cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTOS

- ❖ *A la universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, formadora de innumerables y reconocidos profesionales que, hoy, triunfan en diferentes partes del Perú y del mundo, dejando en alto el nombre de nuestra alma máter para orgullo de nuestra ciudad de Huamanga.*
- ❖ *A la Escuela de Formación Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y en especial a su selecta plana de docentes, quienes contribuyeron en mi formación profesional.*
- ❖ *Al programa de Pastos y Ganadería de la UNSCH. por el apoyo y las facilidades brindadas para la realización y concretización del presente trabajo.*
- ❖ *Al Ing. Raúl R. Caballa León y al Ing. M.Sc. Wilber Samuel Quijano Pacheco, docentes de la E.F.P. de Agronomía por el asesoramiento y apoyo incondicional durante el desarrollo y conclusión del presente trabajo.*
- ❖ *A mis amigos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por los momentos gratos compartidos durante nuestra vida universitaria y a todas las personas que colaboraron desinteresadamente al logro del presente trabajo.*

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA 	
1.1. Generalidades.....	3
1.1.1 Desechos de camal.....	3
1.1.2. Las plumas avícolas.....	4
1.1.3. Estructura de las plumas.....	4
1.1.4. Clases de plumas.....	5
1.1.5. Harina de plumas.....	6
1.1.6. Procesamiento de la harina de plumas.....	6
1.1.6.1. Tratamiento por digestores o cookers de bache.....	7
1.1.6.2. Tratamiento por enzimas.....	8
1.1.7. Composición química de la harina de plumas.....	9
1.1.8. Uso de la harina de plumas en la alimentación animal.....	11
1.1.9. Digestibilidad de la harina de plumas.....	12
1.1.10. Limitación en el uso de la harina de plumas.....	13
1.2. El cuy.....	15
1.2.1. Historia.....	15
1.2.2. Origen e importancia del cuy.....	15
1.2.3. Taxonomía del cuy.....	16
1.2.4. Características del cuy.....	17
1.2.5. Tipos de cuy.....	18
1.2.6. Composición nutritiva de la carne de cuy.....	21
1.2.7. Anatomía y fisiología digestiva del cuy.....	21
1.3. Alimentación y requerimiento nutricional.....	23
1.3.1. Sistema de alimentación.....	23

1.3.2. Requerimiento nutricional del cuy	24
1.4. Trabajos realizados usando harina de plumas	31
1.5. Experiencias en Alimentos de Cuyes	33

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características del experimento	38
2.1.1. Ubicación	38
2.1.2. Clima	38
2.1.3. Duración del experimento.....	40
2.1.4. Instalaciones	40
2.1.5. Equipos	40
2.2. Insumo a evaluar	41
2.3. Tratamientos.....	41
2.4. Composición, valor nutritivo y preparación del alimento balanceado.....	42
2.5. Animales experimentales.....	43
2.5.1. Alimentación	43
2.5.2. Sanidad	43
2.6. Análisis químico de los alimentos.....	43
2.7. Variables evaluadas	44
2.7.1. Consumo de alimento	44
2.7.2. Incremento de peso vivo	44
2.7.3. Conversión alimenticia	44
2.7.4. Rendimiento de carcasa	45
2.7.5. Retribución económica del alimento	46
2.8. Diseño estadístico	46

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis químico nutricional de los alimentos	47
3.2. Consumo de alimento.....	49
3.3. Incremento de peso	54
3.4. Índice de conversión alimenticia	59
3.5. Rendimiento de carcasa	63
3.6. Costo de alimento	66

CAPÍTULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	68
4.2. Recomendaciones.....	69
Resumen.....	70
Literatura consultada	71
Anexo.....	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
1.1. Composición química de la Harina de plumas en porcentajes (%)	10
1.2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína.....	13
1.3. Contenido de aminoácidos en (%) de proteína bruta.	13
1.4. Límites Máximos de incorporación de Harina de plumas en porcentaje	14
1.5. Comparativo del valor nutritivo de la carne de cuy y otras especies.....	21
1.6. Requerimiento nutritivo de cuyes	31
2.1. Temperaturas mínimas y máximas durante el periodo experimental	39
2.2. Composición porcentual (%) de las raciones por tratamientos	42
3.1. Composición química de los alimentos balanceados y la harina de plumas en porcentajes (%).....	47
3.2. Consumo acumulado de alimento en gramos y contenido de materia seca	50
3.3. Peso vivo promedio en gramos por tratamiento.....	55
3.4. Incremento de peso promedio en g/semanal y acumulado por tratamientos	55
3.5. Índice de conversión alimenticia semanal por tratamientos	60
3.6. Rendimiento porcentual de carcasa por tratamiento	63
3.7. Costo de alimentación de un cuy por tratamiento	66
3.9. Efecto de la rentabilidad de la producción de cuyes en los distintos tratamientos del experimento	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Pág.
3.1. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el consumo acumulado de alimento en materia seca	51
3.2. Análisis de tendencia del consumo acumulado semanal de alimento en materia seca respecto al periodo de tiempo	54
3.3. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el incremento de peso acumulado.....	56
3.4. Análisis de tendencia del incremento de peso acumulado respecto al periodo de tiempo	59
3.5. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el índice de conversión alimenticia.....	61
3.6. Análisis de tendencia del índice de conversión alimenticia respecto al periodo de tiempo	63
3.7. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el rendimiento de carcasa	65

ÍNDICE DEL ANEXO

Cuadro N°	Pág.
01.- Consumo acumulado de alimento balanceado más alfalfa en g. de materia seca por cuy según tratamiento.....	78
02.- Peso vivo promedio de un cuy en g. según tratamiento.....	79
03.- Incremento de peso promedio de un cuy en g. según tratamiento	80
04.- Índice de conversión alimenticia de un cuy según tratamiento	81
05.- Rendimiento de carcasa (%) de un cuy según tratamiento.....	82
06.- Análisis de variancia del consumo acumulado de alimento en materia seca.....	82
07.- Prueba de contraste de Tukey del consumo acumulado de alimento en materia seca	82
08.- Análisis de variancia del peso vivo final.....	83
09.- Prueba de contraste de Tukey del peso vivo final.....	83
10.- Análisis de variancia del incremento de peso acumulado.....	83
11.- Prueba de contraste de Tukey del incremento de peso acumulado	83
12.- Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia.....	84
13.- Prueba de contraste de Tukey del índice de conversión alimenticia.....	84
14.- Costo de producción de un cuy	85
15.- Costo de producción de alfalfa (ha/año)	86
16.- Costo del alimento balanceado por tratamiento.....	87
17.- Efecto de la rentabilidad de la producción de cuyes en los distintos tratamientos del experimento.....	87

INTRODUCCIÓN

La actual demanda muy elevada de carne de cuy, hace que se busque insumos nuevos que permitan abaratar los costos de alimentación y que no compitan con el hombre y que su uso evite la contaminación ambiental, esto por que existen diferentes desechos industriales que, conociendo su valor nutritivo y el nivel de uso en las raciones bien podrían usarse en la alimentación animal, que en nuestra región es muy deficitario.

Por el constante mejoramiento genético y conocimiento en la nutrición los animales de granja como el cuy, sus requerimientos nutritivos son cada vez más elevados y requieren de formulas de raciones mucho más precisas y que se incorporen más insumos no tradicionales para ser una crianza más sostenible.

En nuestra zona existe 06 camales de aves como la Granja Quispe, Isa aves, Rubria SAC, Moly SAC., Pevi SAC. y Dist. Sheyla que desechan diferentes productos que hoy en día pueden ser aprovechables; porque

estos son eliminados en el casco urbano, rellenos sanitarios, en las alcantarillas o en los cauces de los ríos generando serios problemas de salud pública y contaminación ambiental producto de una acumulación. Dentro de ellas están las plumas, que cuando estas no son tratadas, su descomposición es muy lenta, tarda mucho en degradarse y que mediante un procesamiento técnico puede ser aprovechado como proteína para el consumo animal; por ende mejorar la crianza de estos animales con el uso de los insumos que se tiene en la región, con ella abaratar los costos de producción para que sea rentable y sostenible.

Por lo antes mencionado se tiene los siguientes objetivos:

- ❖ Evaluación de la inclusión de niveles crecientes de harina de plumas (0%, 2%, 4% y 6%) en la ración de engorde de cuyes en crecimiento de acuerdo a su rendimiento productivo.
- ❖ Determinar la retribución económica del alimento.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. GENERALIDADES

1.1.1 DESECHOS DE CAMAL

Durante varios miles de años la producción avícola ha sido un proceso relativamente limpio. Unos cuantos pollos, posiblemente varias docenas se criaban en casi todas las granjas y los patios de las casas en los pueblos. La pequeña cantidad de excremento y los restos obtenidos después de haber sacrificado las aves constituían un volumen tan pequeño que este se descomponía fácilmente sin tener ningún efecto en el ambiente. Sin embargo en las últimas décadas, la situación ha cambiado drásticamente. Ahora es capaz de producir significantes daños ecológicos. El rendimiento del procesamiento del pollo es de aproximadamente del 75 %, queriendo decir que 500 g de cada 2 Kg de ave, pueden ser clasificados como desperdicio del procesamiento. Afortunadamente, ha sido posible desarrollar sistemas de reciclaje para

cocinar estos subproductos de origen animal y reciclarlos en alimentos para animales (Agrobit, 2007).

Uno de los grandes problemas en muchas plantas de beneficio de pollos es el manejo de los desechos de matadero y básicamente el de las plumas. Se calcula que 100 mil pollos producen aproximadamente 100 Tn de plumas las mismas que tienen un contenido proteico alto pero con muy baja digestibilidad. Muchas plantas procesan sus desechos y obtienen un producto bastante desuniforme en cuanto a color y consistencia, en otros casos no se procesa y se elimina en los botaderos constituyendo un problema ambiental (Del Águila, 2007).

1.1.2. LAS PLUMAS AVÍCOLAS

Las plumas son estructuras queratinosas de la piel de las aves. Su estructura es más compleja de la de cualquier otro apéndice integumentario de los vertebrados (escamas, pelo, cuernos, etc.) (Navarro, 1995).

El plumaje en las aves, responde a las exigencias de ligereza, suavidad y resistencia. Las plumas son una cubierta que controla la temperatura corporal (40 -42 °C). Ésta se mantiene siempre muy elevada debido al efecto que tienen las plumas sobre el ave (Ibáñez, 2005).

1.1.3. ESTRUCTURA DE LAS PLUMAS

La pluma es una estructura muerta (una vez desarrollada ya no recibe más aporte del cuerpo del ave que el sustento físico), para mantener el

plumaje en buenas condiciones, el ave debe renovar sus plumas de forma periódica. A este proceso, que consiste en la pérdida y su sustitución por plumas nuevas, se conoce con el nombre de muda (Navarro, 1995).

Siendo los componentes principales el colágeno y queratina, derivados de las papilas dérmicas; la estructura de una pluma se compone de moléculas de tropocolágeno unidas entre sí por aminoácidos en forma de pequeñas "cuerdas" y que en conjunto forman las fibras que dan origen a la estructura definitiva (Ibáñez, 2005).

1.1.4. CLASES DE PLUMAS

Navarro (1995), clasifica a las plumas de la siguiente manera:

- **Tectrices.-** Recubren todo el cuerpo y constituyen la superficie de protección del ave frente a los agentes externos, como la lluvia, el sol.
- **Plumón.-** Son más pequeñas que las anteriores, tienen las barbas libres y su función es evitar la pérdida de calor.
- **Remeras o rémiges.-** Son las plumas del ala. Las que insertan más hacia el extremo del ala se llaman primarias; a continuación se insertan las secundarias, mientras que las más cercanas a la base son las terciarias. Todas las plumas remeras están cubiertas en su base por unas plumas más cortas, dispuestas en series y denominadas coberteras.

- **Timoneras o rectrices.-** Son las plumas que forman la cola, que se insertan en las últimas vértebras caudales. En su base están cubiertas por las coberteras supra e infra-caudales.
- **Filoplumas.-** Parecen pelos, función táctil, sensorial. Distribuidas en las plumas de contorno.

1.1.5. HARINA DE PLUMAS

La harina de plumas es un concentrado proteico (81-86% PB) muy rico en a-queratina, al igual que el pelo o la lana. Esta proteína se caracteriza por su fuerte estructura secundaria y terciaria, con una elevada proporción de puentes disulfuro entre residuos de cistina. Debido a su concentración en aminoácidos con grupos hidrofóbicos (fenilalanina, isoleucina, valina y alanina) (Fedna, 2003).

1.1.6. PROCESAMIENTO DE LA HARINA DE PLUMAS

Las plumas se pueden procesar de dos maneras: en digestores o cookers de bache y en hidrolizadores continuos. El continuo, para que sea rentable, debe procesar las plumas de más de 100 mil aves diarias. En Bache se carga el cooker y después de cerrar el domo se eleva la presión, para hidrolizar la pluma y convertirla en digerible, luego se baja la presión poco a poco y se puede secar en el mismo cooker o en un secador separado (Alarcón, 2007).

1.1.6.1. TRATAMIENTO POR DIGESTORES O COOKERS DE BACHE

Trabajos realizados por Moritz Y Latshaw (2001), determinaron diferentes combinaciones de tiempo (106 a 45 minutos) y presión (207 a 724 kPa) fueron utilizados para preparar una serie de densidad constante (483 kg/m³). En la cual, la harina de pluma tuvo valores nutricionales similares. No hubo indicación de que la presión alta fuera perjudicial para la calidad de la harina de plumas, si se utilizaba el tiempo apropiado, también FEDNA (2003), menciona que debe hidrolizarse bajo condiciones de elevada presión (3,2 atmósferas) y temperatura (146°C) durante el periodo de tiempo necesario (alrededor de 30 minutos) para que se produzca la ruptura de los enlaces químicos que dan estructura a la queratina. Un procesado excesivo da lugar a transformaciones de aminoácidos en compuestos de menor valor nutritivo (lisina en lisinoalanina, cistina en lantionina).

Además, Waldroup (1970), menciona que el tratamiento en autoclave destruye este aminoácido y reduce el contenido de cistina desde aproximadamente un 10% a un 3,5%, con lo cual las plumas se vuelven más solubles y digeribles. Las plumas pueden elaborarse a baja presión (130 °C) durante 2 horas y media, o bien a presión elevada (145 °C) durante 30 minutos. Después de cocido, el material se deseca a unos 60 °C y se muele, para que pase a través de un tamiz de 20 mm. VAGO (2008), indica que en el proceso, se someten a una cocción en seco a 2-3 atmósferas de presión durante 1-2 horas (135 °C). Las plumas entonces se enfrían y se desecan y finalmente se trituran.

1.1.6.2. TRATAMIENTO CON ENZIMAS

Existen enzimas a base de Lipasas y proteasas, las cuales funcionan con un activador a base de un compuesto químico inorgánico, este compuesto inorgánico debe tener la capacidad de reducir el proceso de oxidación durante el cocimiento, reducir la actividad microbiana y prevenir el oscurecimiento del producto final.

La recomendación es de 0.5 Kilos del producto enzimático y 2.5 kilos del activador.

Al agregar estos productos al proceso de digestión se ha logrado disminuir la temperatura de hidrólisis de 160 a 55 grados centígrados, esto ha traído un interesante ahorro en el consumo de energía, tanto eléctrica como en consumo de vapor y algo sustancialmente muy interesante, se disminuyeron de manera drástica los olores de procesamiento. Además de todo esto se logró un producto de mejor calidad nutricional incrementándose la digestibilidad de la proteína además de la proporción de aminoácidos digeribles, un incremento de entre el 6 y 18% de energía metabolizable (Del Águila, 2007).

UCV (2006), Aisló cepas de bacterias quitinolíticas para que degraden las plumas y hacerla digestible, uso la cepa bacteriana LPB-3 de *Kocuria rosea*, aislada del suelo. Bajo estas condiciones:

1) La *Kocuria rosea* excreta a lo menos dos enzimas proteolíticas, capaces de degradar queratina, colágeno y elastina.

2) La harina de plumas enriquecida con las células de *K. rosea* contiene principalmente proteína (67%), obteniéndose una digestibilidad in vitro (88%) es similar a la reportada para la harina de plumas convencional.

Por lo que la biomasa bacteriana mejora el contenido de los aminoácidos esenciales lisina, histidina y metionina en la harina fermentada. Pruebas de laboratorio indican que utilizando sólo la presión en la hidrólisis, se obtienen harinas de 85 a 90% de digestibilidad. Por ahora, la hidrólisis con enzimas aún es costosa. En el proceso se debe considerar el uso de antioxidantes y de algún producto para reducir las bacterias, virus y hongos (Osorio, 2007).

1.1.7. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA HARINA DE PLUMAS

En el cuadro 1.1 se muestra el análisis químico nutricional de la pluma hidrolizada, se puede obtener con 90% pero la pluma estará sobre cocinada y por debajo del 65% no estará cocinada. Una buena harina de pluma debe tener 80% Proteína, fósforo 75 %, grasa 5%, cenizas 4%, fibra máximo 4%, humedad máximo 10%, digestibilidad de pepsina mínimo 75% (Alarcón, 2007).

Cuadro 1.1. Composición química de la Harina de plumas en porcentajes (%).

FUENTE	PB	MS	FB	H°	Gras	Cen	EE	ELN	FAD	FND	Ca	P	Lis	Met	Tre	Trip	ED Kcal/Kg.	EM Kcal/Kg.	
FEDNA (2003).	83,9	93,0	1,0	7,0	80,0	2,2	6,0	-	1,1	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WALDROUP (1970).	91,4	93,0	0,4	7,0	-	3,8	3,9	0,5	-	-	0,42	0,51	-	-	-	-	-	-	-
BRUNO (2004)	76,0	91,0	-	9,0	10,0	5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRA (1970).	75,0	90,0	4,0	10,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
McCosland y Richardson (1966).	83,8	-	-	-	-	3,9	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NRC (1977).	84,7	93,6	-	2,4	86,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOVAS (1994)	84.90	93.00	-	7,0	2.90	3.50	-	-	-	-	0.26	0.67	2.32	0.55	3.97	0.52	2731	2427	

1.1.8. USO DE HARINA DE PLUMAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

El uso de la harina de plumas hidrolizada es bien digerido por los peces (81-93%), pero es baja y extremadamente variable en dietas de camarón. La sustitución de harina de plumas por la harina de pescado se ha probado con varias especies de peces y camarones. La tasa de sustitución máxima efectiva de harina de plumas en dietas para camarón fue del 45%, pero con la suplementación de lisina y metionina, la inclusión podría aumentar al 67% (Bacardit, 2001).

Monje (2003), al utilizar terneros machos y hembras de la raza Hereford que fueron alimentados con un concentrado proteico formulado con 60 % de harina de soja y 40 % de harina de plumas. El balanceado y el concentrado proteico fueron suministrados en forma peleteada, mientras que el bloque energético (bloques de 25 kg) fue partido en pequeñas porciones en el momento del suministro. Las ganancias de peso de los terneros suplementados en campo natural con el compuesto de harina de soja y de plumas fueron superiores a los obtenidos en pasturas, también Fedna (2003), indica que la harina de plumas se emplea en la alimentación de animales monogástricos (pollos y cerdos). El nivel práctico de empleo de las harinas de plumas en la dieta es del 0,5 - 1,5 %.

Bruno (2004), menciona que la harina de plumas hidrolizadas de aves es rica en cistina (aminoácido esencial azufrado) por lo cual cumple los requerimientos de azufre en polluelos, posee además lisina. Disminuye

los niveles de grasa abdominal sin afectar el crecimiento o la eficiencia de conversión en pollos.

Al igual, UCV (2006), recomienda que la harina de plumas es utilizada en la nutrición de aves de corral (5%), trucha arco iris (15%), camarones (33%) y salmones (40%), pero requiere ser suplementada con aminoácidos, especialmente en lisina. Su valor nutricional puede ser mejorado mediante acción microbiana por la modificación de la estructura de la queratina e incremento del contenido aminoacídico.

La harina de plumas hidrolizadas puede aportar parte de la proteína de la ración de los rumiantes. Se ha empleado hasta un 10% en los concentrados para el bovino lechero. En la práctica, esto significa que el nivel de harina de plumas hidrolizadas que se incluye en la ración de los animales monogástricos es de 5%, o menos (Waldroup, 1970).

1.1.9. DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA DE PLUMAS

La digestibilidad de la harina de plumas depende directamente del tiempo de cocción y de la presión (intensidad de la hidrólisis), consiguiéndose un mayor rendimiento en aminoácidos utilizables, de mayor valor biológico cuando el proceso se hace intensivo (Vago, 2008).

Waldroup (1970), manifiesta que la digestibilidad de la proteína bruta en las plumas hidrolizadas se sitúa entre 75 - 80%. La calidad del producto dependerá en gran parte de la eficiencia del proceso de hidrólisis. La harina insuficientemente cocida contiene todavía plumas crudas

indigestibles, mientras que el exceso de cocción reduce la digestibilidad y hace que el rendimiento de proteína bruta sea inferior.

Cuadro 1.2. Coeficiente de digestibilidad de la proteína.

Rumiantes	Porcino	Aves	Conejos	Caballos
82	72	70	75	71

Fuente: FEDNA (2003).

Cuadro 1.3. Contenido de aminoácidos en (%) de proteína bruta.

RUMIANTES								
Degradabilidad del N (%)	Digest.IntestinalPB Indegrad.(%)		PDIA (%)	PDIE (%)	PDIN (%)	Lys(%PDIE)	Met(%PDIE)	
27	70		47,6	48,5	56,8	3,5	0,8	
PORCINO						AVES		
AAs	Composición		DIA ¹		DIS ²		DR ³	
	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)	(%PB)	(%)
Lys	1,97	1,65	55	0,91	57	0,94	64	1,06
Met	0,64	0,54	62	0,33	64	0,35	71	0,38
Met+Cys	4,87	4,09	66	2,70	67	2,74	55	2,25
Thr	4,41	3,70	72	2,66	73,5	2,72	69	2,55
Trp	0,58	0,49	62	0,30	64,5	0,32	46	0,23
Ile	4,45	3,73	83	3,10	84	3,13	79	2,95
Val	6,67	5,60	80	4,48	81	4,54	76	4,26

¹Digestibilidad ileal aparente; ²Digestibilidad ileal estandarizada; ³Digestibilidad real

Fuente: FEDNA (2003).

1.1.10. LIMITACIÓN EN EL USO DE LA HARINA DE PLUMAS

La limitación en la alimentación animal es su desequilibrio en aminoácidos y ácidos grasos esenciales (Bacardit, 2001). Tiene una concentración muy elevada en cistina y alta en treonina y arginina, pero es deficitaria en

metionina, lisina, triptófano e histidina. Por esta razón su uso debe limitarse a un 2 - 4% en alimentos de monogástricos adultos. Esta materia prima está declarada de alto riesgo porque puede transmitir la encefalopatía espongiiforme bovina (Fedna, 2003). Por ello, cuando las harinas de plumas se emplean en alimentación de animales monogástricos (pollos y cerdos) hay que suplementar los alimentos balanceados con esos aminoácidos (UCV, 2006).

Cuadro 1.4. Límites Máximos de incorporación de Harina de plumas en porcentaje.

AVICULTURA						
Pollos inicio (0-18 d)	Pollos cebo (18-45 d)	Pollitas inicio (0-6 sem)	Pollitas crecimiento (6-20 sem)	Puesta comercial	Reproductoras pesadas	
0	1	1	2	1	1	
PORCINO						CONEJOS
Prestarter (<28 d)	Prestarter (<28 d)	Prestarter (<28 d)	Prestarter (<28 d)	Prestarter (<28 d)		
0	0	0	0	0	NC	
RUMIANTES						
Recría vacuno	Vacas leche	Vacas carne	Terneros arranque (60-150kg)	Terneros cebo (>150 kg)	Ovejas	Ovino cebo
2	2	3	0	3	2	1

NC: No compete a esta producción.

Fuente: FEDNA (2003).

1.2. EL CUY

1.2.1 Historia:

Hace 30 años, se inició las investigaciones en las áreas de mejoramiento genético, nutrición, alimentación y manejo de cuyes, en actividades de diferentes instituciones sea en el ámbito público como privado. La línea de base tecnológica con la que partió la investigación fue el reflejo de una selección negativa mantenida en el tiempo. En 1970, los cuyes a las 8 semanas de edad pesaban 386 g; sin embargo, en el 2002, 27 generaciones después, debido al proceso de selección el peso vivo se incrementó a 1,040 g. (269%). Igualmente, en el mismo periodo, la conversión alimenticia mejoró de 7.7 a 3.3. Se estima que en la actualidad el 74 % de la población de Lima y capitales de provincias son potencialmente consumidoras de carne de cuy. Por tanto, existe una demanda insatisfecha debido a la escasa oferta en el mercado. Es así, que la crianza de cuyes es una alternativa viable para incrementar el consumo de proteína de origen animal, generar empleo, disminuir la migración del campesino a las grandes ciudades la importación de productos alimenticios, y la extrema pobreza en el país, especialmente, de las zonas rurales(Inia, 2007).

1.2.2 Origen e importancia del cuy

Mayhua (1988), producto de una basta revisión, informa que el cuy es originario de los andes del Perú y Bolivia, los vestigios de ruinas arqueológicas muestran cuyeros cuya existencia se remonta a mas de

10,000 años antes de nuestra era en la región de los andes Peruanos, lo que confirma la crianza de este pequeño animal a gran escala, constituyendo así uno de los alimentos mas importantes de los indígenas aun en la época pre-inca.

Según Chauca (1991), el cuy es un mamífero roedor originario de la zona andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú; la carne de este animal constituye un producto alimenticio de alto valor proteico fundamental para la seguridad alimenticia de la población de escasos recursos.

Huicho (1985), cita que las características de los restos de cuyeros descubiertos en Casma por Julio C. Tello (1880-1947), permiten considerar que estas crianzas la llevan a cabo en estado de semicautivo, permitiendo a los animales a gozar de los rayos solares, aire y alguna libertad por la gran extensión de los espacios que destinaban a la crianza.

El cuy a tenido siempre una importancia desde la épocas pre-inca en la alimentación humana, actualmente la producción de cuyes en su mayoría es de tipo rural y familiar.

1.2.3. Taxonomía del cuy

Aliaga (1979), menciona que, es importante conocer la clasificación zoológica del cuy para establecer las relaciones con especies similares revelando su ascendencia o procedencia biológica.

Según Zevallos (1978), la escala zoológica del cuy es como sigue:

Reino	: Animal
Sub reino	: Metazoarios
Tipo	: Cordados
Sub tipo	: Vertebrados
Clase	: Mamíferos
Subclase	: Placentarios
Orden	: Rodentia.
Suborden	: Simplicidentado
Familia	: Cavidae
Género	: <i>Cavia</i>
Especies	: <i>Cavia Cobayo</i> , <i>Cavia porcellus</i> .
Nombres comunes	: Curi, huanco, conejillo de indias, curiel, guinea pig, sacha cuy.

1.2.4. Características del cuy

Bendezu (2006), es un mamífero domestico de la familia de los roedores las patas posteriores son mas largas que las anteriores, su peso promedio es de 1,5 kg pudiendo alcanzar hasta 2 kg de peso en cuyes mejorados, su vida productiva útil es de 2 años, pero pueden vivir hasta 5 ó 8 años, alcanzan la edad reproductiva a los 3 meses en tanto los machos a los 4 meses de edad. Los cuyes son animales de ovulación múltiple, en cada ciclo liberan varios óvulos, por lo que tienen de una a cuatro crías por parto.

A continuación se describe las características principales:

- La gestación es de 56 a 72 días.
- El peso promedio de las crías al nacer es de 85 a 90gr.
- La presentación del primer celo es a los 28 días.
- El número de crías por parto es de 1 a 4, con un promedio de 2 crías.
- La edad para el destete recomendado es de los 14 a 21 días y con un peso promedio de 260gr.
- El consumo de alimento diario es de 15 a 43 gr.
- El consumo de agua es de 80 a 250 ml. sin suplemento de forraje.
- La edad óptima de apareamiento es:
 - * Machos : 10 a 12 semanas peso promedio de 500 a 550gr.
 - * Hembras : 08 a 10 semanas peso promedio de 400 a 500gr.
- Tiene la cualidad de adaptarse fácilmente a diferentes condiciones climáticas y diversos sistemas de crianza (jaula y pozas).
- El número de cromosomas es de $2n = 64$.

1.2.5 Tipos de cuy

Los cuyes se han clasificado por tipos basándose en su forma, conformación y pelaje.

a. Por su conformación:

Tipo A.- Corresponde a cuyes mejorados de conformación física semejante a un paralelepípedo, con gran desarrollo muscular, tiene buena conversión alimenticia.

Tipo B.- Agrupa a los cuyes de forma angulosa, escaso desarrollo muscular y muy nervioso. Son de temperamento alterado por lo que se hace un tanto difícil su manejo.

b. Por su pelaje:

Tipo 1.- Denominado Inglés, es de pelo corto y pegado al cuerpo; es el más difundido y es el característico cuy Peruano productor de carne. Puede o no tener remolino en la cabeza, son de colores simples claros, oscuros o combinados.

Tipo 2.- También llamado Abisinio, es de pelo corto que forma rosetas a lo largo del cuerpo, es menos precoz. Está presente en las poblaciones criollas, existen de diversos colores. No es una población dominante, por lo general está cruzada con otros tipos y se pierde fácilmente.

Tipo 3.- Conocido como landoso o lanoso, su pelo es largo y lacio, no es buen productor de carne y está poco difundido. La demanda de este tipo se debe a su atractivo aspecto.

Tipo 4.- Conocido también como merino, su pelo es corto y erizado, pero al nacimiento presenta pelo ensortijado. La forma de la cabeza y del cuerpo es redondeada, de tamaño medio y de carne muy sabrosa, tiene abundante infiltración de grasa muscular; es apreciado por el sabor de su carne. La variabilidad de sus parámetros productivos y reproductivos le da un potencial como productor de carne.

En los países andinos se encuentra dos genotipos de cuyes:

- Criollo.
- Mejorado.

El nativo mal denominado criollo, es un animal pequeño y rustico, poco exigente en cuanto a la calidad de su alimento. Tiene un buen comportamiento productivo al ser cruzado con cuyes mejorados de líneas precoces. Su rendimiento productivo es bajo y es poco precoz.

En tanto el mejorado, es el cuy criollo sometido a un proceso de mejoramiento genético. Es precoz por efecto de la selección.

- a) **Línea Perú.-** Es muy precoz, a las 9 semanas alcanza su peso de comercialización; puede presentar un índice de conversión alimentaria de 3,81 en condiciones óptimas de alimentación; su prolificidad promedio es de 2,8 crías por parto. Son de pelaje tipo 1, de color alazán (rojo) puro o combinado con blanco.
- b) **Línea Andina.-** Es muy prolífico 4 crías por parto, como consecuencia del aprovechamiento de su mayor frecuencia de presentación de celo post-parto (84 %) en comparación con otras líneas; su pelaje es de tipo 1 y de color blanco entero.
- c) **Línea Inti.-** Seleccionada por su precocidad corregida por el número de crías nacidas, es la que mejor se adapta a nivel de productores logrando los más altos índices de sobrevivencia. Alcanza en promedio un peso de 800g a las 10 semanas de edad;

con una prolificidad de 3,2 crías por parto; su pelaje es de tipo 1 de color bayo entero o combinado con blanco.

1.2.6 Composición nutritiva de la carne del cuy

Cuadro 1.5. Comparativo del valor nutritivo de la carne del cuy y otras especies.

ESPECIE	PROTEINA (%)	GRASA (%)	MINERALES (%)
Cuy	20,3	7,8	0,8
Pollo	18,3	9,3	1,0
Vacuno	18,5	21,8	1,0
Ovino	16,4	31,1	1,0
Porcino	14,5	37,5	0,7

Fuente: SANCHEZ (2002).

1.2.7 Anatomía y fisiología digestiva del cuy

El cuy, especie monogástrica, tiene un estómago donde inicia su digestión enzimática y un ciego funcional donde se realiza la fermentación bacteriana; su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración. Realiza cecotrofia para reutilizar el nitrógeno, lo que permite un buen comportamiento productivo con raciones de niveles bajos o medios de proteína.

El cuy está clasificado según su anatomía gastrointestinal como fermentador postgástrico debido a los microorganismos que posee a nivel

del ciego. El movimiento de la ingesta a través del estomago e intestino delgado es rápido, no demora más de 2 horas en llegar la mayor parte de la ingesta al ciego, sin embargo el pasaje por el ciego es más lento pudiendo permanecer en el parcialmente por 48 horas. Se conoce que la celulosa en la dieta retarda los movimientos del contenido intestinal permitiendo una mayor eficiencia en la absorción de nutrientes, siendo en el ciego e intestino grueso donde se realiza la absorción de ácidos grasos de cadenas cortas. La absorción de los otros nutrientes se realiza en el estomago e intestino delgado, incluyendo los ácidos grasos de cadenas largas.

El ciego de los cuyes es un órgano grande que constituye cerca de 15 % del peso total. La flora bacteriana existente en el ciego permite un buen aprovechamiento de la fibra, Gomez y Vergara (1993), citados por la FAO. La producción de ácidos grasos volátiles, síntesis de proteína microbial y vitaminas del complejo B la realizan los microorganismos, en su mayoría bacterias gran-positivas, que pueden contribuir a cubrir sus requerimientos nutricionales por la reutilización del nitrógeno a través de la cecotrofia, que consiste en la ingestión de las cagarrutas (Holstenius y Bjornhag, 1985; citados por la FAO, 1992).

Gomez y Vergara (1993), citados por la FAO, mencionan que el ciego de los cuyes son menos eficientes que el rumen debido a que los microorganismos se multiplican en un punto que sobrepasa al de la

acción de las enzimas proteolíticas. A pesar de que el tiempo de multiplicación de los microorganismos es mayor que la retención del alimento, ésta especie lo resuelve por mecanismos que aumentan su permanencia y en consecuencia la utilización de la digesta.

1.3 Alimentación y requerimiento nutricional

1.3.1 Sistemas de alimentación

Según Rico (2003), el cuy tiene una gran capacidad de ingestión, consume 2,5 veces más que el ovino y 3 veces más que el vacuno por unidad de peso, come de día y noche por lo tanto incrementa su capacidad de ingestión en un 40 %; y que la coprofagia hace que aproveche mejor el alimento, las heces actúan como suplementicios, gracias a la flora cecal.

Según Chauca (1991), los sistemas de alimentación se adecuan a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos dada por la restricción del concentrado o del forraje, hace del cuy una especie de alimentación versátil. El animal puede en efecto, ser exclusivamente herbívoro o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados.

Asimismo, Rico (2003), señala que se pueden emplear diferentes sistemas de alimentación dependiendo de las condiciones de la explotación y de la economía; donde menciona 3 tipos de alimentación:

a.- Alimentación a base de forraje, que puede ser a base de alfalfa, chala, trébol, etc. Con este sistema se asegura la ingestión de vitamina C pero no se logra buenos rendimientos productivos debido a que el forraje no cubre los requerimientos nutricionales del cuy.

b.- Alimentación mixta, en este caso se emplea el forraje más el concentrado. Con el concentrado se logra un rendimiento óptimo porque se completa una buena alimentación junto al forraje. En la práctica la dotación de concentrado puede constituir un 40 % de toda la alimentación.

c.- Alimentación a base de balanceados, es un alimento completo que cubre todos los requerimientos nutritivos del cuy. Este sistema permite el aprovechamiento de los insumos con alto contenido de materia seca siendo necesario el suministro de la vitamina C en el agua o alimento. Sin embargo no puede utilizarse este sistema en forma permanente, sino más bien complementarse periódicamente con forraje.

1.3.2 Requerimiento nutricional del cuy

Chauca (1991), el cuy es una especie herbívora monogástrica, tiene dos tipos de digestión; la enzimática, a nivel del estómago e intestino delgado, y la microbial, a nivel del ciego. Su mayor o menor actividad depende de la composición de la ración alimenticia, este factor contribuye a dar versatilidad a los sistemas de alimentación. Los sistemas de alimentación

se adecuan a la disponibilidad de alimento. La combinación de alimentos, dada por la restricción del concentrado o del forraje, hace del cuy una especie de alimentación versátil. El animal puede, en efecto, ser exclusivamente o aceptar una alimentación suplementada en la cual se hace un mayor uso de compuestos equilibrados.

Reid, citado por Negron (1974), al realizar estudios sobre el movimiento del contenido de alimentos en el tracto digestivo de los cuyes, determinó que hay un rápido desplazamiento en el estómago y en el intestino grueso y luego un marcado movimiento retardado. La fisiología y anatomía del ciego soporta una ración con material voluminoso, haciendo una posible acción fermentativa de la celulosa alimenticia, por acción de la flora microbiana permitiendo un buen aprovechamiento del contenido de la flora.

Lane, citado por Paredes (1971), afirma que el sistema digestivo del cuy es insuficiente y que éste se fundamenta en la digestión de la celulosa por acción bacteriana a nivel del intestino para liberar los nutrientes, para ello la flora microbiana es de suma importancia y cualquier factor que la altere sustancialmente produce efectos desfavorables sobre el crecimiento y desarrollo, por ello es conveniente no hacer cambios bruscos de alimentación forrajera para evitar la distribución de la flora intestinal.

Heagen y Robinson, citados por Álvarez (1977), hacen mención que cuando llega al intestino delgado y ciego la retención de material ingerido por los cuyes dura 48 horas. Los dos investigadores sostienen que la absorción de aminoácidos, azúcares, grasas y ácidos grasos de cadena larga, vitaminas y probablemente minerales se lleva a cabo en el intestino y en una pequeña extensión en el estómago de los cuyes.

La nutrición en el cuy como en cualquier otra especie juega un rol preponderante en la crianza, la cual se hace más decisiva a causa de que el cuy crece con más velocidad con relación al peso de su cuerpo, pudiendo tener su descendencia a más temprana edad, factores que están siendo marcados en la moderna producción intensiva de especial importancia el conocimiento de las necesidades nutritivas en las diferentes etapas del crecimiento (Aliaga, 1979).

En efecto, el incremento porcentual diaria en función al peso corporal alcanza cifras sorprendentes (0.9 a 1.1 %), como lo señalan Aliaga (1979), Escobar y Blas (1989).

A. Necesidades nutritivas

La FAO (1997), menciona que la nutrición es muy importante en toda producción pecuaria ya que, el adecuado suministro de nutrientes conlleva a una mejor producción. El conocimiento de los requerimientos nutritivos de los cuyes nos permitirá poder elaborar raciones balanceadas

que logren satisfacer las necesidades de mantenimiento, crecimiento y producción. Aún no han sido determinados los requerimientos nutritivos de los cuyes productores de carne en sus diferentes etapas.

1. Proteína

Se ha demostrado que cuando los cuyes reciben las cantidades adecuadas de proteínas, sus organismos presentan mayor resistencia a las enfermedades tanto de origen bacteriano como orgánica. Así mismo cuando existe un déficit proteico en la ración, los animales sufren una disminución de peso y se limita su crecimiento.

Según la FAO (2002), el suministro inadecuado de proteína, tiene como consecuencia un menor peso al nacimiento, escaso crecimiento, baja en la producción de leche, baja fertilidad y menor eficiencia de utilización del alimento. Para cuyes manejados en bioterios, la literatura señala que el requerimiento de proteína es del 20 por ciento, siempre que esté compuesta por más de dos fuentes proteicas. Este valor se incrementa a 30 ó 35 por ciento, si se suministra proteínas simples tales como caseína o soya, fuentes proteicas que pueden mejorarse con la adición de aminoácidos. Para el caso de la caseína con L-arginina (1 por ciento en la dieta) o para el caso de la soya con DL-metionina (0,5 por ciento en la dieta).

Bendezu (2006), pone en mención a Augustin y Col, quienes indican que, emplearon 13, 17, 20 y 25% niveles de proteína total en las que cada grupo de prueba recibió adicionalmente 100g. de alfalfa verde/animal/día y el suministro del concentrado fue ad-libitum y se logró incrementos de peso con raciones de 17% y 25% de proteína total.

Zaldivar y Chauca (1975), sostienen que el cuy responde a raciones con 20% de contenido proteico, cuando estas provienen de dos o más fuentes, sin embargo se han reportado el logro de buenos incrementos con 14 y 17% de proteínas.

2. Energía

Según la FAO (1992), los carbohidratos, lípidos y proteínas proveen de energía al animal. Los más disponibles son los carbohidratos, fibrosos y no fibrosos, contenido en los alimentos de origen vegetal. El consumo de exceso de energía no causa mayores problemas, excepto una deposición exagerada de grasa que en algunos casos puede perjudicar el desempeño reproductivo.

3. Fibra

Este componente tiene importancia en la composición de las raciones no solo por la capacidad que tienen los cuyes de digerirla, sino que su inclusión es necesaria para favorecer la digestibilidad de otros

nutrientes, ya que retarda el pasaje del contenido alimenticio a través de tracto digestivo. La cual soporta un a ración conteniendo un material inerte, voluminoso lo que permite que la celulosa almacenada fermente por acción microbiana, dando como resultado un mejor aprovechamiento del contenido de fibra.

Quispe (2006) cita a Chávez y Aliaga, quienes en un estudio de alimentación de cuyes con raciones de 12.75, 14.99 y 6% de fibra, logran incrementos de peso estadísticamente iguales, habiendo utilizado en las primeras raciones 30 y 40% de harina de retama respectivamente. De lo cual podemos analizar que los cuyes utilizan muy bien insumos de alto contenido de fibra, merced a su fisiología digestiva propia que le permite digerir materia orgánica y fibra tan eficazmente.

4. Grasa

FAO (1997). El cuy tiene un requerimiento bien definido de grasa o ácidos grasos no saturados. Su carencia produce un retardo en el crecimiento, además de dermatitis, úlceras en la piel, pobre crecimiento del pelo, así como caída del mismo y anemia microtica. Esta sintomatología es susceptible de corregirse agregando grasa que contenga ácidos grasos insaturados o ácido linoleico en una cantidad de 4 g/kg de ración.

5. Agua

La FAO (1997), menciona que el agua es indudablemente entre los elementos más importantes que debe considerarse en la alimentación. El animal la obtiene de acuerdo a su necesidad de tres fuentes: una es el agua de bebida que se le proporciona a discreción al animal, otra es el agua contenida como humedad en los alimentos, y la tercera es el agua metabólica que se produce del metabolismo por oxidación de los nutrientes orgánicos que contienen hidrógeno.

Por costumbre a los cuyes se les ha restringido el suministro de agua de bebida; ofrecerla no ha sido una práctica habitual de crianza. Los cuyes como herbívoros siempre han recibido pastos suculentos en su alimentación con lo que satisfacían su necesidades hídricas. Las condiciones ambientales y otros factores a los que se adapta el animal, son los que determinan el consumo de agua para compensar las pérdidas que se producen a través de la piel, pulmones y excreciones.

6. Minerales y vitaminas

FAO (1992), indica que la vitamina limitante en los cuyes y conejos es la vitamina C, por eso es conveniente agregar un poco de esta vitamina en el agua de sus bebederos (ácido ascórbico 0,2g/lt. de agua pura). Asimismo Moreno (1989), menciona que las vitaminas tales como A, D, E, K, C, tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina, B12,

inositol y ácido paraaminobenzoico, son elementos indispensables para el regular funcionamiento fisiológico del cuy.

Según la FAO (1992), indica que los principales minerales a ser incluidos en las dietas son: calcio, fósforo, magnesio y potasio; el desbalance de uno de estos en la dieta produce crecimiento lento, rigidez en las articulaciones y alta mortalidad. La relación de fósforo y calcio en la dieta debe ser de 1 a 2.

Cuadro N° 1.6. Requerimiento nutritivo de cuyes

Nutrientes	Unidad	Etapa		
		Gestación	Lactancia	Crecimiento
Proteínas	(%)	18	18 – 22	13 – 17
ED	(Kcal/kg)	2800	3000	2800
Fibra	(%)	8 – 17	8 – 17	10
Calcio	(%)	1.4	1.4	0.8 – 1.0
Fósforo	(%)	0.8	0.8	0.4 – 0.7
Magnesio	(%)	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3	0.1 – 0.3
Potasio	(%)	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4	0.5 – 1.4
Vitamina C	(mg)	200	200	200

Fuente: Nutrient requirements of laboratory animals. 1990. Universidad de Nariño, Pasto (Colombia). Citado por Caycedo, 1992.

1.4. Trabajos realizados usando harina de plumas.

La inclusión de harina de plumas en el alimento balanceado para porcinos como fuente de proteína en la ración se limita a la incorporación de 2 % en la etapa de inicio – crecimiento, donde reportó mejores resultados a las

variables evaluadas (consumo acumulado, peso vivo, incremento de peso, índice de conversión alimenticia y rendimiento de carcasa), además logró mejor retribución económica por kilogramo de peso vivo en 3.5 % (Pérez, 2008).

En un experimento de alimentación de 16 semanas, para evaluar el valor nutritivo de la harina de subproductos avícolas en truchas arco iris. Las dietas se formularon para contener hasta un 30% de harina de subproductos avícolas, que proporcionaron hasta un 40% de proteína total digestible. No hubo diferencias significativas en el peso final, tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia de los peces alimentados con las dietas experimentales, lo que indica que la harina de subproductos avícolas, son ingredientes de alto valor nutritivo (Dominique, 2007).

Se realizó un ensayo con el objetivo de evaluar las performances de cerdos en engorde alimentados con dietas incluyendo dos tipos de hidrolizado de plumas en sustitución parcial de la harina de soja. Fueron evaluadas tres dietas isoproteicas: T1: Ración estándar, en base a maíz/harina de soja; T2: Ración incluyendo hidrolizado de plumas con hidróxido de sodio para cubrir el 30% de la PC; T3: Ración incluyendo harina de plumas obtenida por temperatura y presión para cubrir el 30% de la PC. Se utilizaron 15 cerdos machos en el período 40-100 kg de peso vivo. Se observó un menor consumo de alimento ($P < 0.01$) en los animales del T2. La Velocidad de Crecimiento de los cerdos recibiendo

los alimentos en estudio fue significativamente inferior ($P < 0.01$) a T1. T2 y T3 presentaron valores significativamente inferiores ($P < 0.01$) de conversión alimenticia con respecto al T1, no existiendo diferencias entre ellos (Bausa 2007).

Álvarez (2007) comparó las digestibilidades verdaderas de la materia seca, proteína cruda, cenizas y extracto etéreo de las harinas de plumas fermentadas por la bacteria *Kocuria rosea* (HPF) y la comercial (HPC) en gallos adultos, mediante una prueba de balance. Los resultados indicaron que la materia seca de la HPF fue significativamente superior y más digestible ($P < 0,01$) respecto a la HPC. El producto fermentado principalmente tiene una proteína cruda de 67% cuya digestibilidad es superior al 85%. Aunque con 45% menos de grasa, ésta se digiere más ($P < 0,01$) que la presente en la HPC. Caso contrario ocurre con los minerales, pero aunque la digestibilidad es menor ($P < 0,01$) en la HPF, los niveles de estos casi cuadruplican a los contenidos en la HPC. Los resultados obtenidos confirman que la harina de plumas fermentadas por *Kocuria rosea*, además de ser principalmente una fuente alternativa de proteína para las aves, puede también ser nutricionalmente mejor aprovechada por estos animales que la comercial.

1.5. Experiencias en alimentación de cuyes

Ayarza (1995) durante el engorde de cuyes no mejorados alimentados con dos tipos de concentrados locales y alfalfa verde, durante dos

semanas, obtuvo pesos finales de 882.22.765.55, 824.01.826.66 gr con incremento de pesos vivos de 596.67, 520.55, 549.44, 470gr e índices de conversión alimenticia de 4.43, 5.18, 4.84, 5.68 para machos y hembras del T-1 y T-2.

Callañaupa (2001) afirma que, la inclusión de cantidades crecientes de concentrado "Cogorno", en sustitución parcial o total del forraje verde mantiene la palatabilidad en estos animales, asimismo pudo observarse el consumo inmediato de este concentrado comercial. De otro lado, cuando a los cuyes en su ración se les proporciona forraje mas concentrado (tratamiento 2 y 3), el consumo de alimento total aumenta significativamente, observándose esta situación desde los primeros días de alimentación hasta el final, de esto resulta importante destacar que la alfalfa en verde proporcionada en 20 y 10 por ciento, del peso corporal fue consumida por los cuyes en su totalidad, esto quiere decir que estos niveles resultan insuficientes para satisfacer el apetito de estos animales. La cantidad faltante fue cubierta a través de consumo de concentrado. Al parecer, la diversidad de fuente alimenticia (forraje y concentrado) estimulan mayor nivel de consumo.

Menciona además que la inclusión de concentrado en la ración de cuyes estimula una mejor transformación de alimentos en ganancia de pesos, esta ventaja es aún mayor cuando en cuyes alimentados sólo con concentrado. En estos últimos se ha logrado un índice de conversión

alimenticia de 4,0 al final del estudio, cifra que indica que los cuyes transforman eficientemente raciones balaceadas secas, siempre que incluyan vitamina C en su composición como el caso del concentrado "Cogorno".

Respecto al costo del forraje menciona que la alfalfa comprada de los mercados locales por parte de los criadores de las zonas urbano y urbano-marginales del departamento de Ayacucho provienen de 2 pequeños valles Chacco y Compañía cuyos costos son relativamente elevados, por cuanto el kilogramo de materia seca alcanza en promedio el costo de 2.50 soles.

Carpio (1991), al emplear machos y hembras de 35 días de edad, alimentándolas con maíz amarillo, harina de alfalfa, harina de pescado y sales minerales (concentrado local) y la segunda ración con "Engordina de Pollos Broiler Purina" (concentrado comercial), en ambos casos suplementado con 150 grs. de alfalfa verde/animal/día.

Encontró incrementos de peso vivo diarios de 6.66 - 4.91 y 7.15 - 5.75 y a las 11 semanas encontró 512.77 - 377.89, 550.78 - 442.72 g de incremento de peso vivo acumulado, con un consumo total de 3223.30-3052.79, 3131.71-3025.67 g y con un índice de conversión alimenticia de 6.34-8.08, 5.76-6.99 en machos y hembras alimentados con concentrado local y comercial respectivamente.

Nishikawa (1993), quien realizó un ensayo con machos y hembras de 33 y 54 días de edad, cebándoles con 4 raciones consistiendo en alfalfa verde-ad-libitum (ración 1), concentrado comercial "Conejita" ad-libitum + 25 grs. De alfalfa (ración 2), concentrado local A ad-libitum compuesto por: cebada molida, maíz amarillo, torta de algodón, harina de pescado, harina de ichu, sal yodada (ración 3), concentrado local B ad-libitum constituido por: cebada molida, maíz blanco amiláceo, torta de algodón, harina de langosta, afrecho de trigo, sal yodada (ración 4) + 50 grs. de alfalfa verde/animal/día en los dos últimos, durante 63 días. Obteniendo incrementos de peso vivo totales acumulados de 462.50 - 331.25, 599.00 - 428.50, 487.50 - 351.00, 465.5 - 365.25 g consumieron a su vez 3669.75-3277.05, 3526.60-3100.32, 2642.32-2470.29, 2413.89-2245.40 g total de de materia seca, alcanzando un índice de conversión alimenticia de 8.02-9.93, 5.91-7.25, 5.52-7.16, 5.25-6.18 en machos y hembras alimentándoles con las raciones 1 al 4 respectivamente.

Ayala (1995), en 84 días de racionamiento con cebada remojada (con un contenido proteico de 11.00 % y 6.22 % de fibra) y alfalfa verde en dos 2 tratamientos, donde la diferencia de ambas fue el fraccionamiento de la alimentación de los animales, ya que en primer caso se le suministraba alimento una vez al día y en el segundo tratamiento se le surtía dos veces al día, se observan consumos en gramos de materia seca total de 3822.00 g en ambos casos e incrementos de peso vivo total acumulado

de 571.00-455.00, 863.33-693.34 g, alcanzaron un índice de conversión alimenticia de 5.77-7.82, 3.74-4.33 en machos y hembras para T-1, T-2 respectivamente.

Pantoja (2001), obtuvo consumos total en gramos de materia seca de 7246.68-6999.48 y 6460.18-6826.26 g e incrementos de peso vivo total acumulado de 729.00-621.00 y 711.00-645.00 g, obteniendo índices de conversión alimenticia de 8.66-9.69 y 7.73-8.59 para machos y hembras alimentados con concentrado local y comercial respectivamente, durante 91 días utilizando maíz amarillo, minerales, vitaminas (concentrado local) y "Quivita" (Concentrado comercial) adicionalmente se les suministró alfalfa verde en ambos tratamientos.

Berrocal (2003), realizó un engorde de cuyes de 3 semanas de edad durante de 84 días, alimentándoles en el caso de la primera ración con maíz amarillo, heno de alfalfa, tarwi, etc. + 100 g de alfalfa y en el caso de la segunda ración utilizando diferentes cantidades de alfalfa restringida en diferentes etapas de crecimiento, obteniendo incrementos de peso vivo diarios de 7.24 - 6.66, 6.53 - 6.48 g, e incrementos totales de 557.5 - 512.5, 502.5 - 498.75 g, las cuales consumieron un total en gramos de materia seca de 2997.40-2944.50, 2967.00-2967.00 g, obteniendo índices de conversión alimenticia de 5.35-5.75, 5.90-5.95 g en machos y hembras alimentados con la ración 1 y 2 respectivamente.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

2.1.1 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en un galpón familiar debidamente acondicionado, ubicado en el AA.HH de Chaquibamba, ubicado en la zona marginal de la ciudad del departamento de Ayacucho, provincia Huamanga, distrito Ayacucho.

2.1.2 CLIMA

El clima del distrito de Ayacucho, se caracteriza entre otras particularidades, por variaciones o cambios relativamente bruscos de temperatura entre el día y la noche como menciona Rivera, (Maldonado, 1998), el mismo autor afirma que la temperatura media fluctúa entre 17 y 18 °C.

Cuadro 2.1: Temperaturas mínimas y máximas durante el periodo experimental.

Días	Noviembre		Diciembre		Enero		Febrero	
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
01	25.6	12.4	24.9	08.8	26.4	08.4	24.0	10.8
02	27.8	09.8	18.8	11.8	26.9	08.8	22.2	10.6
03	30.0	08.8	24.6	09.0	21.0	13.9	25.4	10.8
04	30.8	10.6	25.0	11.2	23.7	11.0	23.6	11.8
05	27.0	08.4	24.3	13.0	24.0	12.4	25.3	10.8
06	26.5	08.4	23.0	12.8	26.8	11.8	25.2	09.4
07	29.5	08.4	24.8	12.8	27.5	10.0	20.0	09.2
08	24.5	09.6	23.2	11.0	26.0	10.6	26.3	07.0
09	28.5	09.0	22.5	11.8	25.8	09.6	25.6	07.2
10	27.9	09.6	24.0	10.8	25.2	09.8	24.6	10.2
11	27.6	07.8	21.0	11.2	24.0	09.6	18.3	11.0
12	17.5	12.8	22.0	11.0	20.0	11.4	22.3	11.6
13	27.0	12.4	25.0	12.2	24.3	12.0	22.3	11.6
14	20.5	11.2	16.6	11.6	26.2	08.8	21.4	10.0
15	24.0	11.4	21.8	11.0	25.4	11.8	24.4	10.4
16	21.0	10.4	21.5	12.2	25.5	07.8	25.0	09.0
17	24.2	11.0	20.0	10.8	25.0	09.4	23.4	12.0
18	22.4	09.8	25.5	11.2	21.3	11.0	23.7	12.6
19	21.5	13.4	24.0	13.6	21.2	11.0	24.7	09.2
20	21.2	10.6	22.9	10.8	24.4	11.6	25.2	11.6
21	25.5	11.8	25.0	12.4	23.0	11.2	20.0	09.0
22	26.0	09.0	23.2	13.6	22.7	10.0	21.0	06.8
23	26.7	09.6	25.6	11.0	20.8	09.8	24.0	08.8
24	25.4	11.2	22.3	12.2	23.0	11.2	24.1	10.2
25	25.9	10.0	24.5	11.6	18.2	11.8	25.2	08.6
26	27.2	11.0	25.2	12.2	19.4	12.4	26.5	11.2
27	24.8	12.2	24.0	12.4	24.2	10.6	26.0	13.6
28	27.6	09.8	23.1	11.4	23.0	11.4	28.0	09.6
29	20.7	10.2	23.4	11.4	25.5	09.4	23.4	11.8
30	24.0	11.6	23.8	11.0			25.3	08.2
31	23.3	10.8	23.5	11.4			23.8	10.8
X	25.2	10.4	23.2	11.6	23.8	10.6	23.9	10.2

El cuadro 2.1 muestra las temperaturas máximas y mínimas registradas en la Estación Meteorológica de

Huamanga (pampa del arco-Unsch), para los meses en que se realizó el experimento. La temperatura mínima fue de 10.2 y la máxima 25.2° C.

Los meses de mayor temperatura coincide con los meses de mayor precipitación (noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo) donde la temperatura máxima sobrepasa los 24° C, la humedad relativa fluctúa entre 50 y 60 %.

2.1.3 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento tuvo una duración de 63 días (9 semanas); inicio 10 de noviembre del 2009 y se culminó el 25 de Enero del 2010.

2.1.4 INSTALACIONES:

a) Galpón.- Se utilizó un galpón techado con calamina, con una extensión de 20 m².

b) Pozas.- Se acondicionó 12 pozas, las cuales se adecuaron para albergar 3 cuyes por tratamiento.

2.1.5 EQUIPOS

a) Comederos.- Se utilizó 12 comederos de arcilla con base circular con una capacidad de 280 gr aproximadamente.

b) Bebederos.- Se utilizó 12 bebederos de arcilla con base circular con una capacidad de 350 ml aproximadamente.

- c) Balanza.-** Se utilizó balanza electrónica con precisión aproximada de 5 g para el control semanal de peso corporal de los cuyes y pesar las raciones de concentrado, alfalfa y residuos.
- d) Otros.-** Se utilizó herramientas y equipos zootécnicos, veterinarios de uso común en el manejo de los animales.

2.2 INSUMO EVALUADO

Las plumas recolectadas de las aves beneficiadas del camal avícola de la granja Quispe fueron cocinadas a 2.0 atmósferas de presión y 145 °C de temperatura durante 30 minutos, y fueron secadas al medio ambiente durante tres días y luego molidas para obtener harina de plumas.

2.3 TRATAMIENTOS

Se utilizaron cuatro tratamientos:

- T1 (testigo) : Alimento balanceado con 0% de inclusión de harina de plumas + alfalfa (10% de su peso vivo).
- T2: Alimento balanceado con 2% de inclusión de harina de plumas + alfalfa (10% de su peso vivo).
- T3: Alimento balanceado con 4% de inclusión de harina de plumas + alfalfa (10% de su peso vivo).
- T4: Alimento balanceado con 6% de inclusión de harina de plumas + alfalfa (10% de su peso vivo).

2.4 COMPOSICIÓN, VALOR NUTRITIVO Y PREPARACIÓN DEL ALIMENTO BALANCEADO.

Se utilizaron insumos alimenticios de la zona y de otras regiones con la finalidad de aprovechar las plumas, y además evaluar si estas pueden ser aprovechadas por los cuyes. Las raciones fueron formuladas con ayuda del software Mixit-2 plus para monogástricos y preparadas manualmente.

Cuadro 2.2: porcentaje de insumos en raciones por tratamientos.

INSUMOS	TRATAMIENTOS**			
	AB con 0% de HP.	AB con 2% de HP.	AB con 4% de HP.	AB con 6% de HP.
Paja de cebada (pusri)	24.94	25.63	26.39	27.28
Cebada grano	19.88	19.88	19.88	19.88
Subproducto de trigo	16.93	16.02	15.51	15.63
Torta de soya	14.91	14.91	13.49	9.80
Harina integral de soya	6.76	2.58	-	-
Hominy feed	5.58	5.58	5.58	5.58
Harina de plumas	0.00	2.00	4.00	6.00
Maíz	3.78	5.53	6.93	7.76
Pasta de algodón	2.98	2.98	2.98	2.98
Fosfato dicalcico	1.49	1.49	1.49	1.49
Carbonato de calcio	0.96	0.96	0.96	0.96
Sal	0.95	0.94	0.94	0.94
Grasa	0.74	1.40	1.75	1.60
Pre-mezcla	0.10	0.10	0.10	0.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00

* AB (Alimento balanceado)

* HP (Harina de Plumás)

** Valor nutritivo para todos: Proteína 18%, EM 2.8 Mcal/kg.

2.5 UNIDADES EXPERIMENTALES

Se emplearon 36 cuyes machos de la línea Perú destetados entre 14 a 20 días de edad, seleccionados con pesos homogéneos (INIA – Ayacucho).

Las unidades experimentales fueron distribuidas al azar (3 cuyes por poza) y pesadas semanalmente.

2.5.1 ALIMENTACIÓN

Fueron alimentados con alfalfa verde dos veces por día (8.0 am – 2.00 pm) al 10 % de su peso vivo para cubrir los requerimientos de vitamina C, balanceado a libre discreción y agua limpia y fresca a diario.

2.5.2 SANIDAD

Se desinfectó el ambiente con kreso y cal y cambio de cama fueron cada 15 días y para prevenir la presencia de parásitos externos (piojo, pulga y otros) se aplicó dos gotas de fipronhil en la nuca periódicamente.

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

Para el análisis químico nutricional de la harina de plumas, alimento balanceado, alfalfa y las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio de nutrición animal del Programa de Investigación en Pastos y Ganadería de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.7 VARIABLES EVALUADAS

2.7.1 CONSUMO DE ALIMENTO

La alimentación que se les proporcionó a los cuyes (alfalfa y concentrado) fueron debidamente pesados en horas de la mañana en forma diaria, previo retiro de residuos del día anterior; además se les proporcionó agua limpia y fresca diario.

2.7.2 INCREMENTO DE PESO VIVO

Para el control del peso se usó una balanza electrónica con 5 kg de capacidad más una canastilla; El control de peso se realizó semanalmente; todos los martes a las 7 de la mañana.

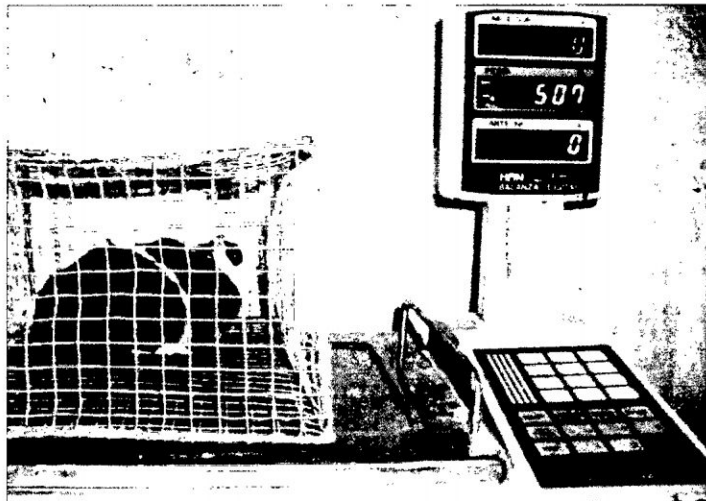


Foto 1. Control del peso vivo

2.7.3 CONVERSIÓN ALIMENTICIA

Con los datos obtenidos de consumo de alimento e incremento de peso acumulado se procedió a calcular en gabinete; para caso de los alimentos se tomó en cuenta materia seca.

$$\text{I.C.A.} = \frac{\text{Consumo acumulado (M.S.)}}{\text{Incremento peso acumulado}}$$

Donde:

I.C.A. = Índice de conversión alimenticia.

2.7.4 RENDIMIENTO DE CARCASA

Finalizado el experimento (63 días), inmediatamente se beneficiaron 3 cuyes por tratamiento tomados al azar, para determinar rendimiento de carcasa en relación al peso vivo multiplicado por 100.

$$\text{Rendimiento de carcasa} = \frac{\text{Peso carcasa}}{\text{Peso vivo}} \times 100$$



Foto 2. Control del peso de carcasa

2.7.5 CÁLCULO DEL MÉRITO ECONÓMICO

Para calcular mérito económico se tomó en cuenta el consumo acumulado (forraje y concentrado) y costo por kg de alimento (MS). Además se calculó índice de conversión alimenticia, dato que más adelante nos ayudará a determinar el costo de producción de un cuy.

2.8 DISEÑO ESTADÍSTICO

Para sistematizar los datos obtenidos durante la fase experimental se utilizó el Diseño Completamente Randomizado, para consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa.

EL modelo aditivo lineal para el diseño completamente randomizado es:

$$Y_{ij} = \mu + \check{T}_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta.

μ = Promedio de la población.

\check{T}_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (niveles de harina de pluma).

ϵ_{ij} = Error experimental.

El experimento trabajó con 4 tratamientos y 3 repeticiones; (3 animales representan una unidad experimental).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS QUÍMICO NUTRICIONAL DE LOS ALIMENTOS.

Cuadro 3.1. Composición química de los alimentos balanceados y la harina de plumas en porcentajes (%).

Tratamiento	Humedad	Mat.Seca	Proteína	Ceniza	Grasa	Fibra	ELN
0 % HP	7,20	92,80	19,59	4,70	3,80	4,60	60,11
2 % HP	7,60	92,40	19,62	4,60	3,50	4,80	59,88
4 % HP	7,50	92,50	19,45	4,50	3,60	4,60	60,35
6 % HP	8.10	91.9	19.54	4.68	3.80	4.68	58.74
H. Plumas	4,50	95,50	75,00	2,60	8,20	0,90	8,80
Alfalfa	73.60	26.40	18.30	5.36	1.60	8.50	66.24

Fuente: Laboratorio de Nutrición Animal del PIPG – UNSCH.

*HP (Harina de Plumás)

En el Cuadro 3.1 se muestran los resultados porcentuales del análisis químico de los alimentos utilizados en cada tratamiento, y también se incluye la composición química de la harina de plumas y alfalfa.

Al realizar el análisis nutricional de la harina de plumas arroja 75% de proteína (laboratorio del PIPG), valor que coincide con el reporte de National Renderers Association - NRA (1970) y Bruno (2004), quienes citan un contenido de proteína en 75 y 76 % respectivamente; pero inferior al 80% de proteína obtenidos por Alarcón (2007), Morris (1973), Wessels (1972), Mccosland (1966) citados por Perez (2008), 82% proteína cita Fedna (2003), 83.9 % proteína cita Novas (1994). Esta diferencia en porcentaje de proteínas posiblemente se debe a que las plumas se cocinaron sin previo lavado tal como se recolectaron del camal de aves.

En contenido de ceniza la harina de plumas arroja al análisis 2.60 %, siendo superior al valor 2.2% citado por Fedna (2003), el mismo autor destaca aporte de fósforo disponible en 0.50%, pero resulta inferior a los encontrados por Novas (1994) en 3.5 % y fósforo 0.67 %; Morris et al (1973), Wessels (1972) citados por Perez (2008), Mccosland et al (1966) cita valores de cenizas 3.6 a 4.2 %; Waldroup (1970) encontró 3.8 %; Alarcón (2007) cita 4 % y Bruno (2004) cita 5% en contenido de ceniza.

En contenido de grasa la harina de plumas arroja 8.20 %, siendo superior a 2.9% encontrado por Novas (1994), Waldroup (1970), Morris (1973), Wessels (1972), Mccosland (1966) encontraron 3.9 a 4 %; Alarcón (2007) cita 5 % y Fedna (2003) encontró 6%, estos resultados encontrados varían sustancialmente y puede deberse a resto de grasa en la carne, porque la pluma se analizó tal como se recogió del camal, o sea sin lavar.

Pérez (2009), determinó el volumen de producción de plumas en nuestra región; para lo cual ubicó 06 empresas que se dedican al beneficio de pollos o aves en general: Granja Quispe, Isa aves, Rubria SAC, Moly SAC., Pevi SAC. y Dist. Sheyla con un beneficio de cerca de 15,000 pollos/día, cada pollo produce en plumas 0.150 kg. /ave, con ello se tiene aproximadamente 2250 kg. de plumas por día, que no tiene un uso adecuado, si no constituyen un material de contaminación ambiental, sin embargo en la actualidad este volumen se incrementó en los últimos años llegando al beneficio de 21,500 aves por día, teniendo actualmente 3225 Kg de pluma sin tratarse que representa un problema ambiental para la localidad y un problema de evacuación para los camales de este tipo de animales, por lo que la propuesta del presente trabajo hacia el uso para el procesamiento y con ello obtener una harina de alta calidad proteica, según Del Águila (2007) menciona que, muchas plantas procesan sus desechos y obtienen un producto bastante desuniforme en cuanto a color y consistencia, en otros casos no se procesa y se elimina en los botaderos constituyendo un problema ambiental.

3.2. CONSUMO DE ALIMENTO

En el Cuadro 3.2 se muestran los resultados del consumo de alimento en MS, y se detalla en el Cuadro 1 del anexo; en los cuadros mencionados en términos cuantitativos se observa que los cuyes alimentados con el alimento balanceado que incluye 4% de harina de pluma han consumido en ligera cantidad y en orden descendente las raciones con 2% y 0% de

inclusión respectivamente, y el de menor consumo corresponde al tratamiento con 6% de inclusión de harina de pluma, sin embargo podemos mencionar que estas diferencias son mínimas.

Cuadro 3.2. Consumo acumulado de alimento en gramos y contenido de materia seca.

TRATAMIENTOS	0%	2%	4%	6%
SEMANA				
1	100.78	129.77	107.16	109.08
2	286.62	335.11	283.24	270.02
3	507.27	601.48	487.42	482.41
4	770.08	864.75	734.70	712.34
5	1051.26	1117.57	1019.98	964.86
6	1350.09	1377.56	1324.93	1232.18
7	1651.91	1644.82	1644.46	1509.96
8	1929.10	1938.53	1978.55	1817.24
9	2244.61	2230.02	2306.53	2138.70
10	2536.51	2565.32	2642.50	2488.49

Un mayor o menor consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de pluma según Waldroup (1970) se debe a la cocción insuficiente de las plumas que en estas condiciones aún contiene todavía plumas crudas indigestibles que hace que el animal no lo pueda digerir y además evita mayor consumo, ello se refleja posiblemente en el tratamiento con inclusión del 6% de harina de pluma.

Al realizar análisis de variancia no existe diferencia estadística para consumo de alimento, o sea el consumo para cada tratamiento a sido similar ($Pr > 0.05$), se detalla en el cuadro n° 6 del anexo en consecuencia no amerita realizar prueba de media; aunque numéricamente los tratamientos con 4 y 2 % de inclusión son mayores en consumo de alimento (gráfico 3.1).

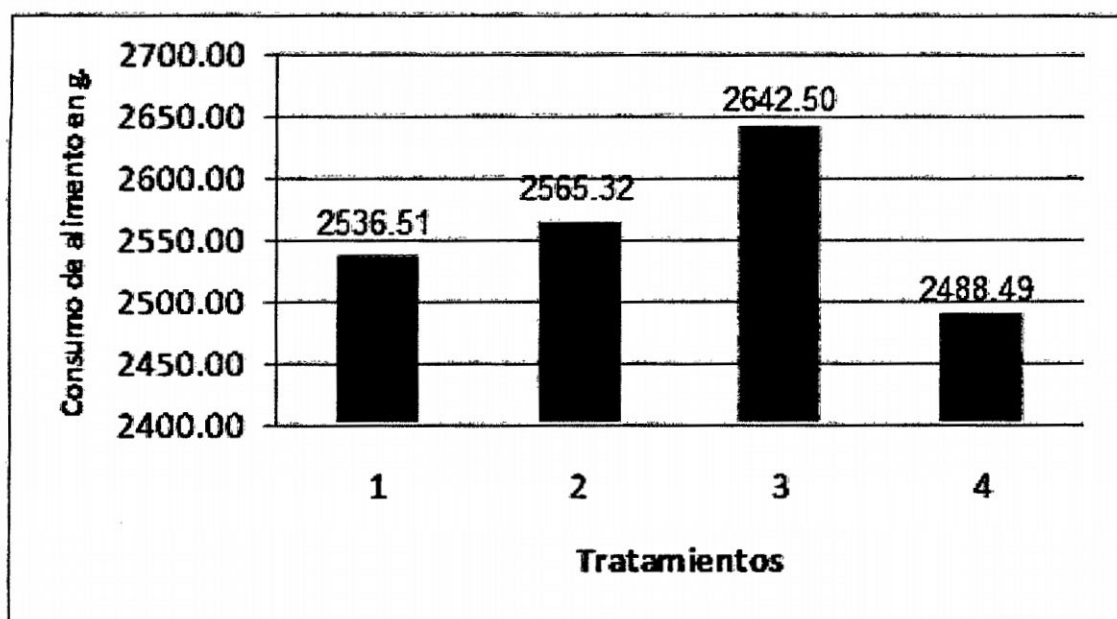


Gráfico 3.1. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el consumo acumulado de alimento en materia seca.

Callañaupa (2001), utilizando proporciones variadas de alfalfa y concentrado comercial obtuvo consumos de alimento: 2564.6, 4113.8, 3611.0 y 2502.0 gramos con alfalfa solo, concentrado *ad libitum* más el 20 % de su peso vivo de alfalfa, concentrado *ad libitum* más el 10 % de su peso vivo de alfalfa y concentrado solo respectivamente. Asimismo, Martínez (1986), utilizando una ración comercial y un concentrado local,

ambos con la adición de 50 g de alfalfa por día, encontró un consumo de 3752 y 3418 g de materia seca. Ayala (1995), utilizando alfalfa más cebada remojada encontró consumo de 2993.2 gr hasta la décima semana. Los resultados citados por los diversos autores superan a los obtenidos en el presente trabajo. Las diferencias en consumo de alimento mencionados por diversos autores son diferentes, posiblemente se debe a la diversidad de los insumos que utilizaron los autores en la preparación de los concentrados con insumos locales y al tiempo de alimentación.

Los resultados encontrados en cada tratamiento para consumo de alimento en MS en el presente trabajo 0%=2536.31; 2%=2565.32, 4%=2642.50 y 6%=2488.49 gr respectivamente son **mayores** a los resultados encontrados por, AYARZA (1995) en 12 semanas de engorde reporta 253.5 y 238.84 gr promedio animal. Callañaupa (2001) reporta 2564.6 y 2502 gr consumo acumulado. NISHIKAWA (1993) en 63 días de engorde reporta para machos y hembras 2642.32, 2470.29 y 2413.89, 2245.40 gr consumo acumulado, y **menores** a los resultados encontrados por: GALLEGOS (2012) en 12 semanas de engorde para machos y hembras reporta 4493.43, 3899.27 y 3438.16, 2972.78 gr consumo acumulado. Pantoja (2001) en 91 días de engorde para machos y hembras reporta 7242.62, 6999.48 y 6460.18, 6826.26 gr consumo acumulado. Callañaupa (2001) reporta 4113.8 gr consumo acumulado. Carpio (1991) en 11 semanas de engorde para machos y hembras reporta 3223.30, 3052.89 y 3151.71, 3025.67 gr consumo acumulado. Berrocal (2003) en

84 días de engorde para machos y hembras reporta 2997.40, 2944.50 y 2967.00, 2967.00 gr consumo acumulado respectivamente.

La diferencia de los resultados encontrados en el presente trabajo en comparación a los resultados reportados en trabajos de investigación realizadas en nuestro medio y otras regiones, con respecto a consumo de alimento por animal; posiblemente se debe a la diferencia en la composición, estado fenológico, proporción de insumos utilizados para cada concentrado tanto local y comercial, además a esta se suma la edad y tiempo de engorde realizado en los diferentes trabajos. Es obvio suponer que no todos los insumos tienen la misma palatabilidad para los animales y además los diferentes autores han utilizado en porcentajes y niveles distintos de alfalfa y concentrado.

Además, con respecto al trabajo se puede mencionar que, la diferencia con los otros trabajos, el uso de la harina de plumas al someter a tratamiento por hidrólisis en el autoclave mejoró significativamente la calidad de la proteína haciendo mejor la disponibilidad de los aminoácidos, por lo que el animal mejoró su consumo, En efecto Fedna (2003), recomienda la inclusión de la harina de plumas hasta 3 % en la etapa de inicio y 4 % en la etapa de acabado, además Moritz (2001) menciona que la digestibilidad en monogástricos depende del tipo de procesamiento de la harina de plumas y a la mezcla de insumos que puedan equilibrar los aminoácidos de la harina de plumas, sin embargo como el cuy realiza el

proceso de coprofagia, posiblemente utiliza mejor los aminoácidos; Waldroup (1970) manifiesta que existe todavía plumas que muy difícilmente responde a la hidrólisis.

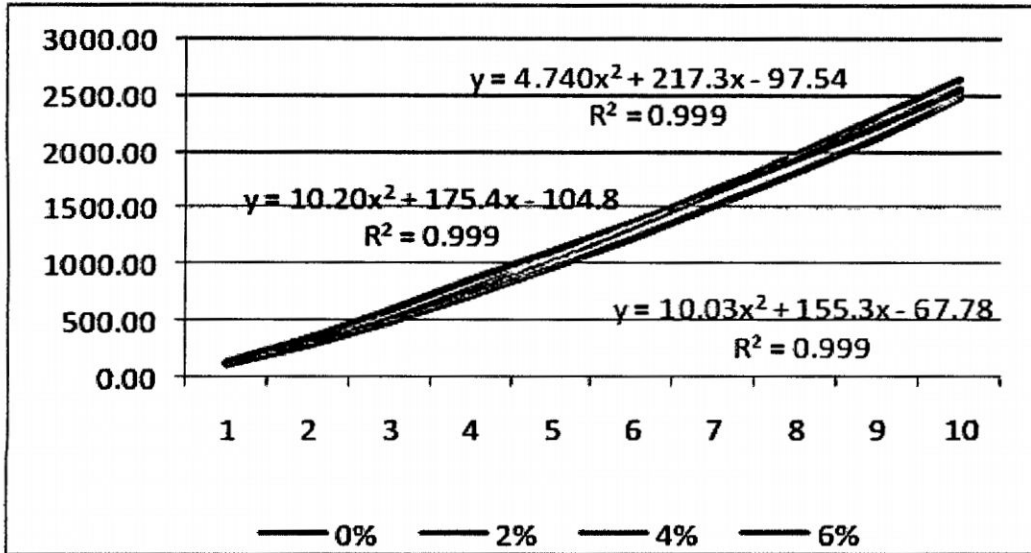


Gráfico 3.2. Análisis de tendencia del consumo acumulado semanal de alimento en materia seca respecto al periodo de tiempo.

El gráfico 3.2 muestra una curva polinomial cuadrática, el cual indica a medida que aumenta la edad del animal el consumo de alimento también incrementa hasta una etapa determinada ($R^2 = 0.99$).

3.3. INCREMENTO DE PESO

El cuadro N° 3 del anexo, muestra los pesos semanales en detalle por tratamiento.

Cuadro N°3.3. Peso vivo promedio en gramos por tratamiento.

TRATAMIENTO	0%	2%	4%	6%
SEMANA				
Inicio	252.44	279.67	231.00	247.67
1	299.11	342.28	287.32	291.61
2	369.00	421.78	351.22	355.61
3	454.67	508.89	436.00	432.61
4	537.44	605.89	532.78	505.78
5	625.56	661.33	627.67	582.67
6	704.67	737.39	718.11	630.33
7	776.89	795.34	783.44	719.00
8	862.78	887.10	870.89	794.83
9	966.67	978.44	934.11	899.64
10	1018.67	1053.06	1005.78	979.67

Cuadro 3.4. Incremento de peso promedio en gr/semana/tratamientos

TRATAMIENTOS	0%	2%	4%	6%
SEMANA				
1	46.78	62.94	56.43	43.94
2	116.67	142.44	120.33	107.94
3	202.33	229.56	205.11	184.94
4	285.11	326.56	301.89	258.11
5	373.22	382.00	396.78	335.00
6	452.33	458.06	487.22	382.67
7	524.56	516.01	552.55	471.33
8	610.44	607.77	640.00	547.17
9	714.33	699.11	703.22	651.97
10	766.33	773.72	774.89	732.00

En los cuadros 3.3; 3.4 y gráfico 3.5, se observa que los cuyes alimentados con inclusión en el concentrado de 4% y 2% de harina de pluma numéricamente resultaron mejor en el incremento y peso vivo acumulado; sin embargo no hay significancia con respecto al peso vivo y al incremento de peso entre los tratamientos (cuadro n°10 del anexo), ello

implica que indistintamente se puede utilizar cualquiera de los tratamientos en la alimentación de los cuyes en el presente trabajo.

Inta (2002), indica que si la proteína está en exceso habrá una mala utilización de la energía de la ración, que se traducirá en una disminución de la eficiencia alimenticia, además Fedna (2003), afirma que la digestibilidad depende del tipo de procesamiento de la harina de plumas; esto refleja en la inclusión con 2 y 4% en el presente trabajo.

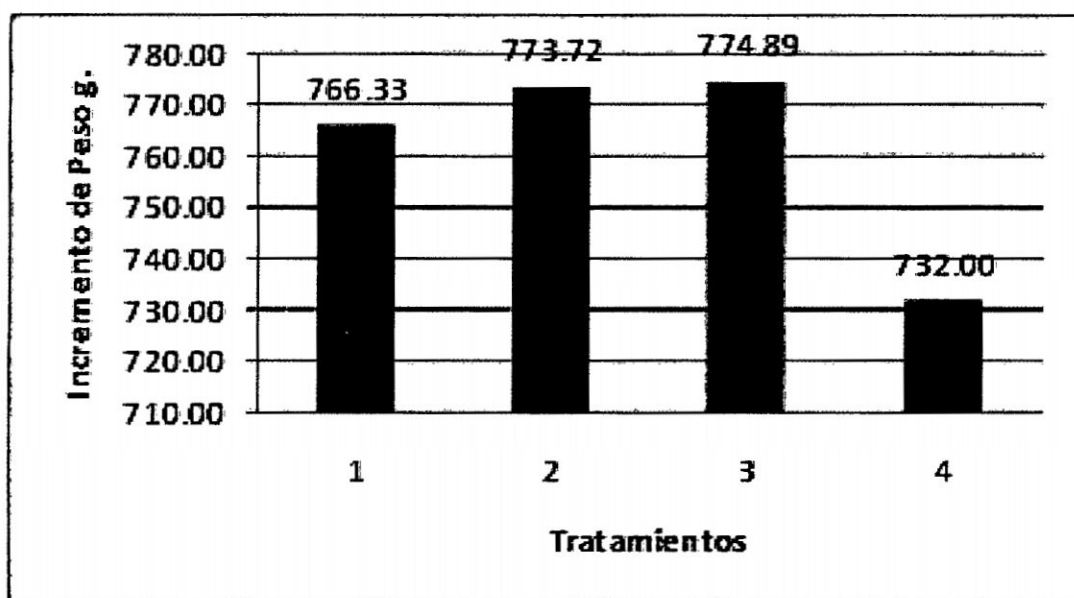


Gráfico 3.3. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el incremento de peso acumulado.

Los resultados encontrados con respecto al incremento de peso vivo (pesos finales) en el presente trabajo 0%=766.33; 2%=773.72, 4%=774.89 y 6%=732.00 son **mayores** a los resultados encontrados por Ayala (1995) en 12 semanas de engorde encontró pesos finales de 863 gr (machos) y

693 gr (hembras); Carpio (1991) en 11 semanas de engorde encontró pesos finales de 512 gr (machos), 377 gr (hembras) y 550 gr (machos), 442 gr (hembras) respectivamente; Nishikawa (1993) en 9 semanas de engorde encontró pesos finales de 462 gr (machos), 331 gr (hembras); 599 gr (machos), 428 gr (hembras); 487 gr (machos), 351 gr (hembras) y 465 gr (machos), 365 gr (hembras) respectivamente; Pantoja (2001) en 13 semanas de engorde encontró pesos finales de 729 gr (machos), 621 gr (hembras); 711 gr (machos), 645 gr (hembras) respectivamente; Berrocal (2003) en 12 semanas de engorde encontró pesos finales de 557 gr (machos), 512 gr (hembras) y 502 gr (machos), 498 gr (hembras) respectivamente, y resultados **menores** en pesos finales en comparación a los trabajos realizados por Ayarza (1995) en 12 semanas de engorde encontró pesos finales de 882 gr (macho), 765 gr (hembras) y 826 gr (machos), 746 gr (hembras) respectivamente; Gallegos (2012) en 12 semanas de engorde encontró pesos finales de 1085 gr (machos) y 1005 gr (hembras); Callañaupa (2011) en 10 semanas de engorde encontró pesos finales de 1088 gr (machos) y 1044 gr (hembras) pesos finales mayores a los resultados encontrados en el presente trabajo, sin embargo también encontraron pesos finales menores a los encontrados en el presente trabajo 688 gr (hembras) y 910 gr (machos) respectivamente.

La diferencia del incremento de peso a diferencia de los demás trabajos se debe a que la pluma mejoró su digestibilidad con el tratamiento de hidrolizado en la que los aminoácidos están totalmente disponibles, por tanto el cuy degrada mejor la harina de plumas.

Para el presente trabajo de investigación entre los tratamientos no se ha encontrado diferencia estadística significativa al realizar el análisis de variancia para incremento de peso ($P > 0.05\%$). Sin embargo comparando con otros trabajos de investigación realizadas en nuestro medio y otras regiones se encuentra diferencias en los pesos finales, en algunos casos son mayores y en otros menores, en todos los trabajos mencionados utilizaron como alimento base forrajes (alfalfa) y concentrado (local y comercial), del mismo modo hay diferencias en el tiempo de engorde, posiblemente los insumos utilizados en cada trabajo también tengan diferencias fenológicas, manejo de los animales (unidades experimentales) también diferentes, la infraestructura utilizada obviamente diferentes, edad de los animales también diferentes, grado de mejoramiento de los animales posiblemente distintos, sexo de los animales, etc. posiblemente son las causas determinantes para encontrar estos resultados dispares entre los trabajos de los diferentes autores.

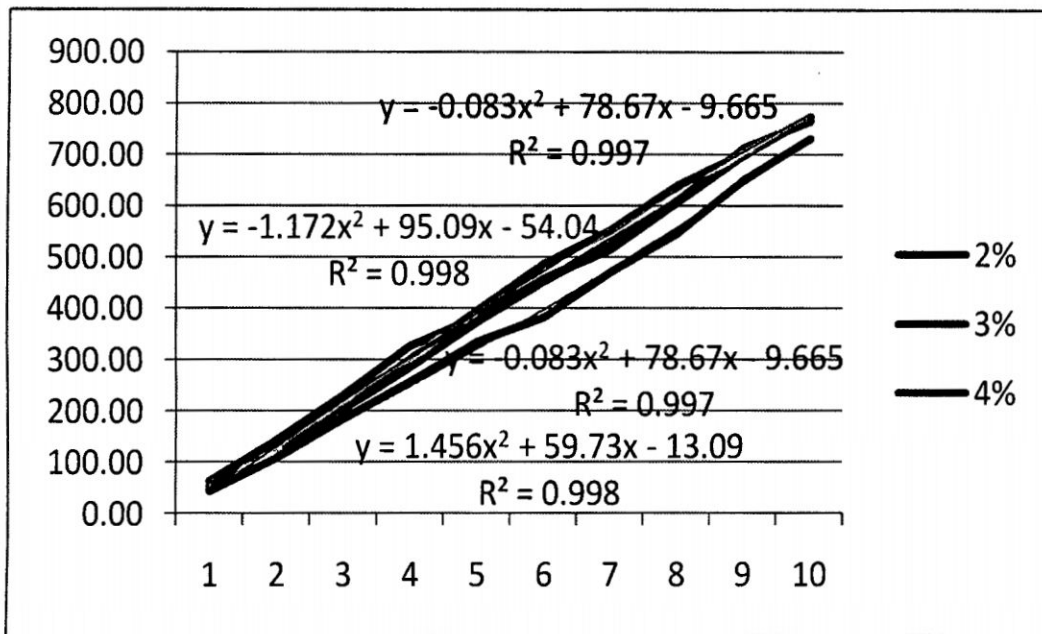


Gráfico 3.4. Análisis de tendencia del incremento de peso acumulado respecto al periodo de tiempo.

En el gráfico 3.6 se aprecia el incremento de peso promedio del inicio hasta la finalización del experimento en los cuatro tratamientos, observándose una relación directa entre el tiempo y ganancia de peso, resultando una ecuación cuadrática normal ($R^2 = 0.99$).

3.4. ÍNDICE DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA

En el cuadro N° 3.5 se muestra la conversión alimenticia para los cuatro tratamientos, además en el cuadro n° 4 del anexo se detalla los cálculos por tratamiento.

Cuadro 3.5. Índice de conversión alimenticia semanal por tratamientos.

TRATAMIENTOS	0%	2%	4%	6%
SEMANAS				
1	2.17	2.17	1.91	2.43
2	2.46	2.50	2.37	2.50
3	2.51	2.64	2.39	2.54
4	2.70	2.67	2.50	2.70
5	2.82	2.93	2.64	2.73
6	2.99	3.01	2.75	2.98
7	3.16	3.20	3.00	3.08
8	3.17	3.20	3.26	3.18
9	3.15	3.24	3.43	3.21
10	3.32	3.33	3.52	3.41

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3.5, se muestra los resultados de índices de conversión alimentaria de los cuatro tratamientos como sigue: 0%=3.32, 2%=3.33, 4%=3.52 y 6%=3.41 (Kg MS); al realizar el análisis de variancia no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05\%$), aun numéricamente con 0% de inclusión de harina de plumas es mejor o sea el más eficiente en utilizar el alimento para convertir en carne.

Los resultados encontrados en el presente trabajo son bastante **menores** a los resultados encontrados por Ayarza (1995) 4.43, 5.18, 4.84 y 5.68 (Kg MS), Berrocal (2003) 5.35, 5.75, 5.90 y 5.95 (Kg MS); Pantoja (2001) 8.66, 9.69, 7.73 y 8.59 (Kg MS); Nishikawa (1993) 8.02, 9.93; 5.91, 7.25; 5.52, 7.16 y 5.25, 6.18 (Kg MS); Carpio (1991) 6.34, 8.08, 5.76 y 6.99 (Kg MS).

Cuando se analiza parámetro índice de conversión (IC) se debe tener muy en cuenta los siguientes pilares de producción: medio ambiente, medidas

de manejo, manejo del alimento, genética, sanidad, respuesta inmune, tecnología en la preparación de los alimentos (concentrado y forrajes). Porque cuando se analiza el índice de conversión desde el punto de vista de la formulación de los alimentos, son principalmente dos los nutrientes que se debe tener en cuenta (proteína-aminoácidos y energía).

Conversión alimenticia es sinónimo de rentabilidad. Entre los costos variables que más determinan en la producción animal (cuy) es el costo del alimento, compradas comercialmente (alimento balanceado) o concentrado formulada por el propio productor, en cualquiera de los casos si queremos medir la eficiencia de la granja se tiene que medir el índice de conversión alimentaria.

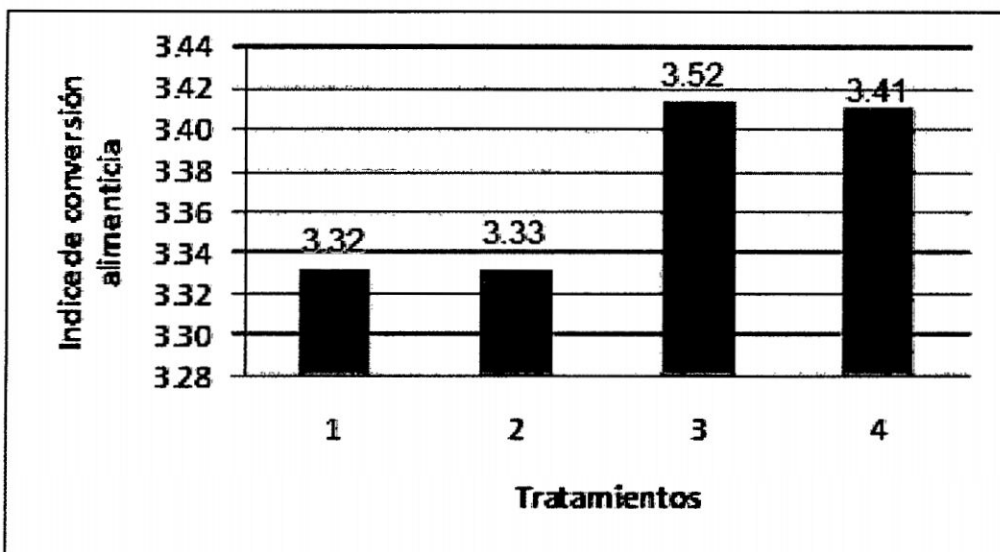


Gráfico 3.5. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el índice de conversión alimenticia.

La conversión alimenticia para los cuyes del presente trabajo no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) durante la etapa de engorde para los cuatro tratamientos (cuadro 12 del anexo).

Sólo se observó una diferencia numérica en Gráfico 3.7, siendo el tratamiento con mejor eficiencia el grupo que recibió 0 y 2% de inclusión de harina de plumas.

En general será más rentable cuanto menos sea el resultado del índice de conversión alimenticia, pero siempre se debe observar comparativamente tanto el incremento de peso y el consumo de alimento (Rojas, 1979).

Según Fedna (2003) afirma que los monogástricos utilizan en mayor cantidad la harina de plumas en la etapa de acabado, donde los animales poseen enzimas que degradan la proteína de la harina de plumas y también por los factores antes mencionados, con ello podemos afirmar por el proceso de coprofagia que tienen los cuyes utilizan mejor los aminoácidos de la pluma.

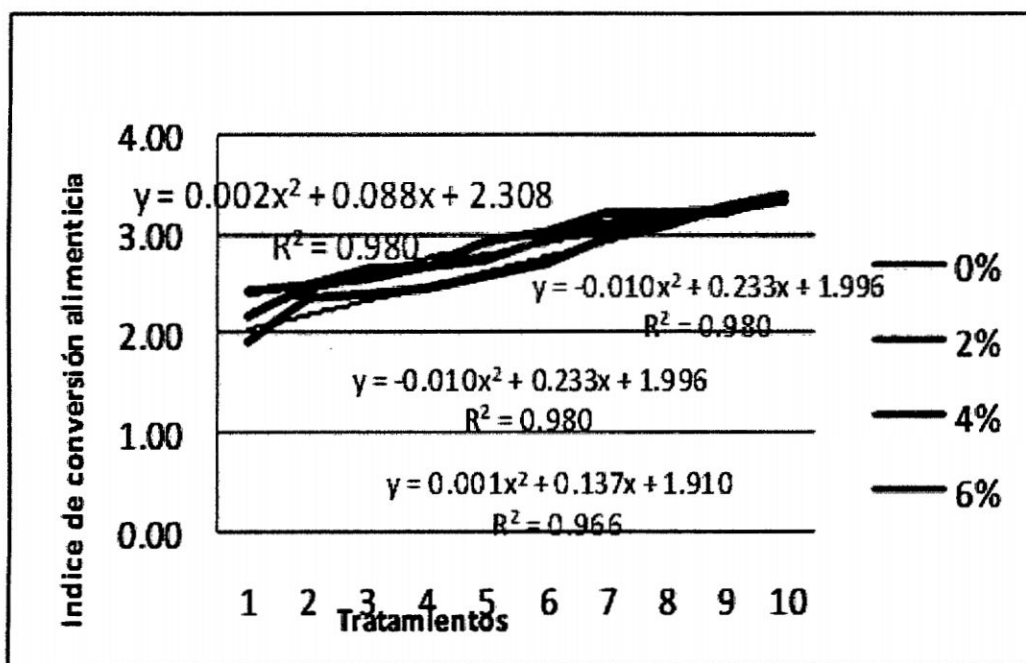


Gráfico 3.6. Análisis de tendencia del índice de conversión alimenticia respecto al periodo de tiempo.

3.5. RENDIMIENTO DE CARCASA

Para calcular rendimiento de carcasa, el día 63 después de los controles rutinarios se benefició 3 cuyes por tratamiento tomados al azar (un total de 12 cuyes), de las cuales se determinaron los rendimientos de carcasa, que incluye cabeza, patas, sin vísceras ni órganos, siendo los promedios obtenidos que se muestra en el cuadro 3.6.

Cuadro 3.6. Rendimiento porcentual de carcasa por tratamiento.

TRATAMIENTO	%
T1: 0%	72.53
T2: 2%	73.46
T3: 4%	71.15
T4: 6%	70.46

Se observa rendimiento de carcasa similares para los cuatro tratamientos, tal como se observa en el cuadro 3.6: 72.53, 73.46, 71.15 y 70.46 % para los tratamientos del 1 al 4 respectivamente, comparando con los resultados obtenidos por Villar (1973) (69.63, 70.58, 73.83 y 66.48 % respectivamente), utilizando azúcar rubia y melaza de caña son menores a los resultados del presente trabajo.

El rendimiento de carcasa es un parámetro que nos ayuda a evaluar la transformación del alimento en carne. Fedna (2003) realizó un trabajo sobre aminoácidos para el efecto de incremento de pechuga en pollo, determinando que hay un efecto directo, igual podemos mencionar que la harina de plumas no está muy equilibrado en aminoácidos, pero con los otros insumos se complementa convirtiéndose en una proteína de alta calidad para la construcción de la carne en el animal, además en trabajos con rumiantes afirma que hay mejor utilización de los aminoácidos, es por ello que el cuy si bien no es un rumiante pero con la coprofagia realiza casi el mismo proceso de fermentación con la bacterias del ciego.

Al realizar el análisis de variancia para rendimiento de carcasa resultó estadísticamente similares para todos los tratamientos, sin embargo al comparar numéricamente los tratamientos con 2 y 0% de inclusión de harina de plumas resulta mejor como se observa en el Gráfico 3.9.

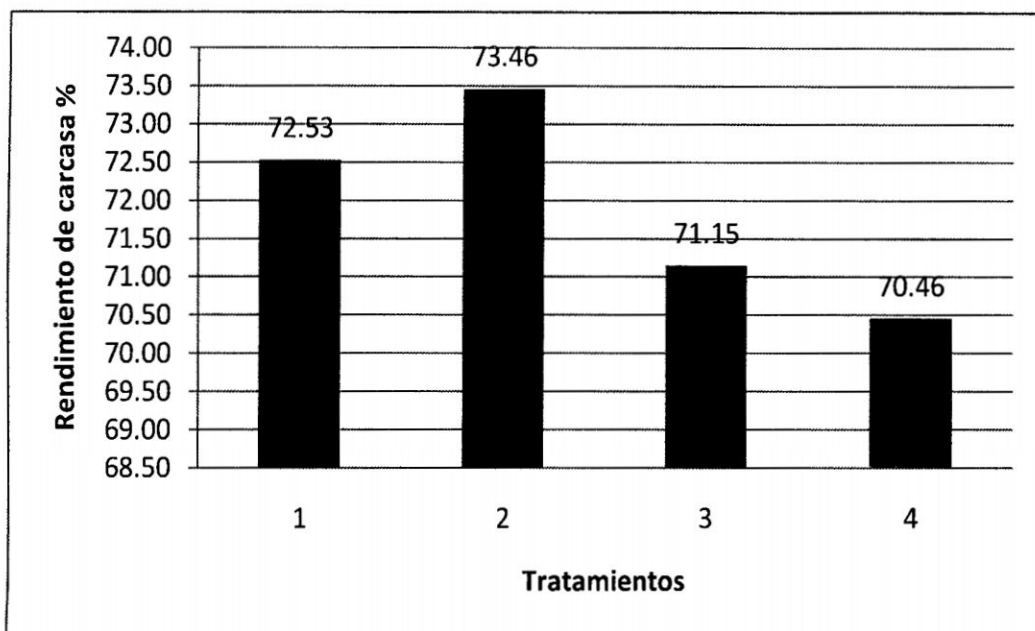


Gráfico 3.7. Análisis comparativo del efecto de las cuatro raciones en el rendimiento de carcasa.

3.6. COSTO DE ALIMENTO

El insumo utilizado varía en los diferentes periodos del año, dependiendo de la época de producción, el costo del alimento está en función del porcentaje que se utilizó en la ración.

En el cuadro 3.7, se muestra el costo y cantidad del concentrado y alfalfa utilizado durante el experimento.

Cuadro 3.7. Costo de alimentación de un cuy por tratamiento.

Tratamiento	Consumo materia seca (kg)		Costo alimento (s/.)		Costo consumo (s/.)		
	AB	Alfalfa	AB	Alfalfa	AB	Alfalfa	Total
T1: 0%	2.38	1.331	1.18	1.6	2.81	2.13	4.94
T2: 2%	2.41	1.331	1.12	1.6	2.70	2.13	4.83
T3: 4%	2.58	1.331	1.05	1.6	2.71	2.13	4.84
T4: 6%	2.36	1.331	0.98	1.6	2.31	2.13	4.44

AB: Alimento Balanceado

El costo del alimento se reduce a medida que se incrementa la inclusión de la harina de plumas disminuyendo a 0.20 céntimos/Kg de alimento, además el mérito económico en comparación con el testigo es de 0.50 céntimos/Kg esto significa un 10% de mérito económico y si se compara con el 2% de inclusión, se logró 0.11 céntimos/Kg que hacen un 2.22% de mérito económico.

Cuadro 3.8. Efecto de la rentabilidad de la producción de cuyes en los distintos tratamientos del experimento.

Tratamientos	Peso vivo Kg.	Precio de venta S/.	Costo de producción	Utilidad S/.	Retribución %
T1: 0%	1018.67	12.00	7.17	4.83	100.00
T2: 2%	1053.06	12.00	7.06	4.94	102.28
T3: 4%	1005.78	12.00	7.09	4.91	101.66
T4: 6%	979.67	12.00	6.67	5.33	110.35

Rodríguez (2008) reporta costo de alimentación de 1.85 a 2.15 nuevos soles, utilizando el 10% de su peso vivo la alfalfa. Quispe (2005), reporta costos de producción de s/. 2.65 ns utilizando concentrado comercial y forraje hidropónico en un 15% de su peso vivo. Callañaupa (2001), alimentando cuyes con concentrado comercial más alfalfa verde en un 20% de su peso vivo reporta costos de S/. 2.73; 2.33 y 2.64, respectivamente. Las diferencias de costos de producción reportados por los diferentes autores se deben a las diferentes épocas del año y cantidades utilizadas en diferentes proporciones.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para las condiciones del estudio las principales conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

4.1. CONCLUSIONES

- La inclusión de harina de plumas en las concentraciones de 2, 4 y 6% en el alimento balanceado como fuente de proteína en la ración para cuyes no influye en una posible variación para consumo, ganancia de peso e índice de conversión alimenticia.
- El uso de mayores niveles 6% y 4% de harina de plumas en las raciones disminuye un tanto el costo del alimento.
- La inclusión de la harina de plumas en la ración así como su tratamiento mitigan la contaminación ambiental en nuestra región.

4.2. RECOMENDACIONES

- Realizar más trabajos para evaluar la disponibilidad de otras fuentes de proteínas en inclusión de las raciones balanceadas para otros animales domésticos.
- Difundir los resultados encontrados en el presente trabajo por reducir el tiempo de engorde con menor consumo de alimento.
- El tratamiento de las plumas previenen la contaminación ambiental de la región. Usa hasta el 6% de harina de plumas en raciones de cuye de engorde.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en un galpón acondicionado para la crianza de cuyes en la localidad de Chaquibamba en distrito de Ayacucho Provincia de Huamanga, con la finalidad de evaluar el comportamiento productivo de los cuyes en engorde incluyendo harina de plumas en la ración para lo cual se preparó un alimento balanceado que contenían 0, 2, 4 y 6% y forraje verde alfalfa al 10% de su peso vivo. Para ello se usó 36 cuyes machos mejorados del tipo 1 de dos semanas de edad, dispuestos en 4 tratamientos con 3 repeticiones, siendo la unidad experimental 3 cuyes, utilizando el diseño completamente al azar. La duración del experimento fue de 63 días. Encontrándose estadísticamente no significativo para todos los tratamientos en el rendimiento productivo de los cuyes, sin embargo, los mejores resultados numéricamente encontrados en el presente trabajo en las diferentes variables evaluadas fueron con la inclusión de 4 y 2% de inclusión de harina de plumas, así mismo los costos de producción encontrados en el presente trabajo es bajo para los cuatro tratamientos 4.94; 4.84; 4.84 y 4.44 nuevos soles respectivamente, lográndose méritos económicos de 2 hasta 10%.

LITERATURA CONSULTADA

- 1) **AGROBIT, 2007.** "Subproductos de la actividad avícola", Revista Avícola. [www. agrobit@agrobit.com](http://www.agrobit.com).
- 2) **ALARCÓN, G. 2007.** "Procesamiento de subproductos de matadero". Ing. Zootecnista, Estados Unidos de América – Georgia, [www.engormix.com/mbr-17577/guillermo - alarcon](http://www.engormix.com/mbr-17577/guillermo-alarcon).
- 3) **ALIAGA R. L. 1979.** producción de cuyes. UNCP. Huancayo – Perú
- 4) **ALVAREZ R., BERTSCH A. Y COELLO N. 2007.** Digestibilidad verdadera de harina de plumas fermentadas por *Kocuria rosea* en gallos adultos. Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Aragua. Venezuela. *Zootecnia Trop.* v.27 n.1 Maracay.
- 5) **ANAYA, 2005.** Evaluación de tres niveles de fibra cruda en el engorde de cuyes – la molina. Ayacucho: Universidad de Huamanga. 2005.
- 6) **AYALA Z. 1995** Evaluación de dos formas de alimentación de cuyes mejorados durante el crecimiento y engorde en huamanga a 2750msnm. Ayacucho.
- 7) **AYARZA, J.1995.** Engorde de cuyes mejorados alimentados con dos tipos de concentrado locales y alfalfa verde. Ayacucho.
- 8) **BACARDIT, R. 2001.** "Procesamiento de Harina de plumas hidrolizadas", www.aquafeed.com.

- 9) **BAUZA, R., BRATSCHI, C., GONZALEZ, A., HIRIGOYEN, A., SCAGLIA, L., SIERRA, F. 2007.** Evaluación de la inclusión de dos tipos de hidrolizado de plumas en dietas de cerdos en engorde Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Uruguay. Anales del APPA Cuzco.
- 10) **BENDEZU 2006.** Características de los mamíferos domesticos de la familia de los roedores animales menores.
- 11) **BERROCAL 2003.** Engorde de cuyes durante 84 días con dos raciones distintas.
- 12) **BRUNO, 2004.** "Harina de plumas hidrolizadas", Mini Bruno Sucesores, C.A. Venezuela - Caracas, www.minibruno.com/meals/hydrolyzed-feather-meal.html.
- 13) **CALLAÑAUPA, B. 2001.** Niveles de sustitución de alfalfa por concentrado comercial "cogorno" en la alimentación de cuyes machos mejorados de recría. INIA – Canaán 2750 msnm. Tesis Ing. Agrónomo - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú
- 14) **CARPIO 1991.** Inclusión de concentrado en la ración de cuyes al emplear machos y hembras con concentrado local y concentrado comercial en ambos casos con suplemento.
- 15) **CHAUCA, L. 1991.** Instituto de Investigación Agraria y Agroindustrial y el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo (INIAA-CIID). Lima – Perú.

- 16) **DEL ÁGUILA, F. 2007.** "Procesamiento de subproductos de matadero", Ing. Zootecnista, Bolivia – Cochabamba,
www.engormix.com/mbr-86473/felix-aguila.
- 17) **DOMINIQUE, 2007.** Utilización de harinas de origen animal en la nutrición de peces. Fish Nutrition Research Laboratory Dept. of Animal and Poultry Science University of Guelph Guelph, ON, N1G 2W1.CANADA.
- 18) **FEDNA, 2003.** Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
Madrid,España.423pp.www.etsia.upm.es/fedna/sub_animales_lacteos/harinadeplumas.htm.
- 19) **GOMEZ Y VERGARA 1993.** Mecanismos que aumentan la permanencia del alimento y en consecuencia la utilización de la digesta.
- 20) **HUICHO, J. 1985.** Uso de dos raciones durante la gestación, destete y post destete para cuyes. Tesis Ing. Agrónomo - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- 21) **IBÁÑEZ, V. 2005.** "Estructura de la pluma de aves",
www.diamantemandarin.es.
- 22) **JARA H., E. 2003.** Engorde De cuyes Mejorados Castrados y Enteros con dos Tipos de Concentrado, Comercial y Local en el Centro Experimental Pampa del Arco a 2750 msnm. Ayacucho. Tesis UNSCH Ayacucho.

- 23) **LOAYZA, I. 2009.** Engorde comparativo en dos líneas de cuyes hembras de recría (*cavia porcellus*) en Ayacucho a 2750 m.s.n.m.
- 24) **MAÑUICO, R. 2009.** Costos de producción de cuy en la granja del monasterio de Madres Carmelitas descalzas – Ayacucho.
- 25) **MAYHUA, V. 1988.** Diagnostico preliminar de la crianza de cuyes nativos y estudio cuantitativo de su sistema digestivo, en cuatro distritos de la microregión de Cangallo. Tesis Ing. Agrónomo - Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.
- 26) **MORITZ, J. Y LATSHAW, J. 2001.** Department of Animal Sciences, The Ohio State University, Columbus, Ohio, www.vetefarm.com/nota.asp?not=300&sec=5.
- 27) **MORENO 1989,** Elementos indispensables para el regular funcionamiento fisiológico del cuy.
- 28) **NAVARRO, A. 1995.** “Estructura de la pluma de aves”, www.diamantemandarin.es.
- 29) **NINA, H. 2009.** “Niveles crecientes de harina de plumas (5% y 10%) en el engorde de ovinos criollos a 2750 msnm. Ayacucho”.
- 30) **NISHIKAWA 1993.** Ensayos con machos y hembras de 33 y 54 días de edad.
- 31) **NRA, 1970.** Tradin rules governing purchase and sale of animal and poultry proteins. National Renderers Association, Des Plaines, Illinois.
- 32) **NRC, 1977-1998.** Nutrient Requeriments of Poultry. National Academy of Science. Washinton, USA.

- 33) **OSORIO, J. 2007.** "Procesamiento de subproductos de matadero"; Técnico Agropecuario, Colombia – Cundinamarca, www.engormix.com/mbr-82589/julián-osorio-rivera.
- 34) **PANTOJA 2001.** Alimentación de machos y hembras con concentrado local y comercial durante 91 días.
- 35) **PÉREZ, W. 2009.** "Tres raciones con inclusión de cantidades crecientes de harina de plumas para la alimentación de porcinos - Ayacucho a 2750 msnm".
- 36) **QUISPE 2005.** Reporte de costos de producción utilizando concentrado comercial y forraje hidropónico.
- 37) **RICO 2003,** La gran capacidad de ingestión del Cuy, en un 40 %; y que la coprofagia hace que aproveche mejor el alimento.
- 38) **ROJAS 1979.** Importancia del mérito económico, rentabilidad en función al índice de conversión alimenticia.
- 39) **RODRIGUEZ, W. 2008,** Evaluación de Fuentes de Fósforo en Raciones de Engorde en Cuyes Mejorados (*Cavia Porcellus*) Inia - Canaán A 2750 Msnm – Ayacucho, Tesis Ing. Agrónomo – UNSCH, Ayacucho, Perú.
- 40) **ROJAS, S. 1979.** Nutrición Animal Aplicada – UNALM.
- 41) **TORRES R. A.; VERGARA R, V. Y CHAUCA F. 2007** Evaluación de dos niveles de energía y proteína en el concentrado de crecimiento para cuyes machos. Tesis UNALM.
- 42) **UCV 2006,** recomienda que la harina de plumas es utilizada en la nutrición de aves de corral.

- 43) **VAGO R, 2008.** "Subproductos avícolas", www.html.rincondelvago.com.
- 44) **VALVERDE C. N; VERGARA R, V. Y CHAUCA F. 2006** Evaluación de cuatro áreas de crianza por animal en el crecimiento de cuyes (*cavia porcellus*) mejorados. Tesis UNALM.
- 45) **VILLAR 1973.** Rendimientos de carcasa utilizando azúcar rubia y melaza.
- 46) **WALDROUP, P. 1970.** "Sistema de información sobre recursos de piensos", www.fao.org/AG/Aga/AGAP/FRG/AFRIS/Es/Data/326.HTM.
- 47) **ZALDIVAR Y CHAUCA 1975.** Evaluación del contenido proteico del cuy que responde a raciones con 20%, sin embargo se ha reportado buenos incrementos con 14 y 17% de proteínas.
- 48) **ZEVALLOS, S. 1978.** El Cuy su Cría y explotación. Editorial ENCAS. Lima – Perú.

ANEXO

Cuadro 1. Consumo acumulado de alimento balanceado más alfalfa en g. de materia seca por cuy según tratamiento.

SEMANAS	Con 0% de inclusión			Con 2% de inclusión			Con 4% de inclusión			Con 6% de inclusión		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	110.23	154.11	124.95	104.87	107.47	109.14	107.08	113.42	106.74	107.08	113.42	106.74
2	297.77	374.65	332.90	277.69	286.99	285.05	260.76	269.19	280.12	260.76	269.19	280.12
3	535.55	651.19	617.70	486.33	497.12	478.81	449.65	512.67	484.90	449.65	512.67	484.90
4	787.98	901.77	904.49	723.36	753.10	727.66	651.51	776.08	709.43	651.51	776.08	709.43
5	1042.85	1125.23	1184.63	1004.83	1041.01	1014.09	870.89	1057.16	966.53	870.89	1057.16	966.53
6	1313.25	1376.06	1443.38	1280.27	1352.87	1341.64	1100.57	1346.95	1249.02	1100.57	1346.95	1249.02
7	1589.41	1620.71	1724.35	1565.61	1679.60	1688.17	1336.41	1645.41	1548.06	1336.41	1645.41	1548.06
8	1882.23	1906.85	2026.51	1876.64	2027.73	2034.60	1600.99	1967.74	1882.97	1600.99	1967.74	1882.97
9	2188.41	2154.08	2347.56	2196.54	2379.56	2360.15	1887.17	2299.77	2229.15	1887.17	2299.77	2229.15
10	2581.44	2480.11	2634.42	2523.10	2738.54	2696.53	2215.16	2642.58	2607.73	2215.16	2642.58	2607.73

Cuadro 2. Peso vivo promedio de un cuy en g. según tratamiento.

SEMANA	Con 0% de inclusión			Con 2% de inclusión			Con 4% de inclusión			Con 6% de inclusión		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
0	269.00	264.00	224.33	245.67	291.00	302.33	213.67	246.33	233.00	273.00	264.00	206.00
1	325.67	308.00	263.67	322.00	341.50	363.33	276.33	300.33	285.30	315.33	311.00	248.50
2	387.67	376.33	343.00	425.67	400.00	439.67	331.67	381.67	340.33	383.00	372.33	311.50
3	482.00	460.33	421.67	485.33	503.00	538.33	423.00	471.00	414.00	461.33	459.00	377.50
4	558.67	541.00	512.67	596.33	585.00	636.33	518.67	569.67	510.00	521.00	539.33	457.00
5	662.67	610.67	603.33	615.33	656.00	712.67	617.33	640.67	625.00	611.00	575.50	561.50
6	724.00	699.00	691.00	692.33	723.50	796.33	714.00	735.33	705.00	655.00	607.00	629.00
7	783.00	771.00	776.67	731.20	779.50	875.33	757.00	807.33	786.00	719.00	695.00	743.00
8	871.33	852.00	865.00	842.30	858.00	961.00	876.33	871.33	865.00	779.50	751.00	854.00
9	994.33	927.00	978.67	965.00	951.00	1019.33	945.00	932.33	925.00	873.00	878.91	947.00
10	1020.67	987.00	1048.33	1092.00	988.50	1078.67	1009.00	995.33	1013.00	965.00	964.00	1010.00

Cuadro 3. Incremento de peso promedio de un cuy en g. según tratamiento.

SEMANA	Con 0% de inclusión			Con 2% de inclusión			Con 4% de inclusión			Con 6% de inclusión		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	56.67	44.00	39.67	77.00	50.50	61.33	62.66	54.33	52.30	42.33	47.00	42.50
2	118.67	112.33	119.00	180.67	109.00	137.67	118.00	135.67	107.33	110.00	108.33	105.50
3	213.00	196.33	197.67	240.33	212.00	236.33	209.33	225.00	181.00	188.33	195.00	171.50
4	289.67	277.00	288.67	351.33	294.00	334.33	305.00	323.67	277.00	248.00	275.33	251.00
5	393.67	346.67	379.33	370.33	365.00	410.67	403.66	394.67	392.00	338.00	311.50	355.50
6	455.00	435.00	467.00	447.33	432.50	494.33	500.33	489.33	472.00	382.00	343.00	423.00
7	514.00	507.00	552.67	486.20	488.50	573.33	543.33	561.33	553.00	446.00	431.00	537.00
8	602.33	588.00	641.00	597.30	567.00	659.00	662.66	625.33	632.00	506.50	487.00	648.00
9	725.33	663.00	754.67	720.00	660.00	717.33	731.33	686.33	692.00	600.00	614.91	741.00
10	751.67	723.00	824.33	847.00	697.50	776.67	795.33	749.33	780.00	692.00	700.00	804.00

Cuadro 4. Índice de conversión alimenticia de un cuy según tratamiento.

SEMANA	Con 0% de inclusión			Con 2% de inclusión			Con 4% de inclusión			Con 6% de inclusión		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
1	1.89	2.68	1.95	1.43	3.05	2.04	1.67	1.98	2.09	2.53	2.25	2.51
2	2.50	2.77	2.11	1.65	3.44	2.42	2.35	2.12	2.66	2.37	2.47	2.66
3	2.51	2.74	2.28	2.23	3.07	2.61	2.32	2.21	2.65	2.39	2.42	2.83
4	2.81	2.93	2.37	2.24	3.07	2.71	2.37	2.33	2.63	2.63	2.64	2.83
5	2.88	3.06	2.53	2.82	3.08	2.88	2.49	2.64	2.59	2.58	2.90	2.72
6	3.19	3.12	2.66	2.94	3.18	2.92	2.56	2.76	2.84	2.88	3.11	2.95
7	3.45	3.28	2.75	3.27	3.32	3.01	2.88	2.99	3.05	3.00	3.37	2.88
8	3.39	3.32	2.80	3.15	3.36	3.08	2.83	3.24	3.22	3.16	3.47	2.91
9	3.25	3.40	2.81	3.04	3.42	3.27	3.00	3.44	3.41	3.15	3.48	3.01
10	3.52	3.46	2.98	3.05	3.56	3.39	3.17	3.61	3.46	3.20	3.79	3.24

Cuadro 5. Rendimiento de carcasa (%) de un cuy según tratamiento

			Peso (g)		Rendimiento de carcasa	Promedio
			Carcasa	Vivo		
Tratamientos	T1 0%	R1	749.29	1020.00	73.46	72.53
		R2	719.19	995.01	72.28	
		R3	746.42	1039.00	71.84	
	T2 2%	R1	778.36	1049.00	74.20	73.46
		R2	776.27	1054.00	73.65	
		R3	743.54	1025.01	72.54	
	T3 4%	R1	742.01	1030.00	72.04	71.15
		R2	695.93	986.99	70.51	
		R3	708.19	999.00	70.89	
	T4 6%	R1	698.80	998.00	70.02	70.46
		R2	698.50	1000.00	69.85	
		R3	670.67	938.00	71.50	

Cuadro 6. Análisis de variancia del consumo acumulado de alimento en materia seca.

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	37463.636	12487.879	0.6	0.6319
Error	8	166030.27	20753.784		
Total	11	203493.91			

Cuadro 7. Prueba de Contraste de Tukey

Tukey Agrupamiento	Promedios	Repeticiones	Tratamientos
A	2642.5	3	3
A	2565.3	3	2
A	2536.5	3	1
A	2488.5	3	4

Cuadro 8. Análisis de variancia del peso vivo final.

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	10626.397	3542.1324	2.83	0.1066
Error	8	10023.28	1252.91		
Total	11	20649.677			

Cuadro 9. Prueba de contraste de tukey

Tukey Agrupamiento	Promedios	Repeticiones	Tratamientos
A	1018.67	3	2
AB	1018.67	3	1
B	1005.71	3	3
B	979.67	3	4

Cuadro 10. Análisis de variancia del incremento de peso acumulado.

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	3146.1567	1048.7189	0.32	0.8094
Error	8	26035.387	3254.4234		
Total	11	29181.544			

Cuadro 11. Prueba de contraste de tukev

Tukey Agrupamiento	Promedios	Repeticiones	Tratamientos
A	773.72	3	2
A	766.33	3	1
A	752.66	3	3
A	731.17	3	4

Cuadro 12. Análisis de variancia del índice de conversión alimenticia.

Fuente Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamientos	3	0.0733667	0.0244556	0.3	0.827
Error	8	0.6595333	0.0824417		
Total	11	0.7329			

Cuadro 13. Prueba de contraste de tukey

Tukey Agrupamiento	Promedios	Repeticiones	Tratamientos
A	3.52	3	3
A	3.41	3	4
A	3.33	3	2
A	3.32	3	1

Cuadro 14. Costos de producción de un cuy.

TRATAMIENTOS	T1		T2		T3		T4	
	Parcial (S/.)	Sub total (S/.)	Parcial (S/.)	Sub total (S/.)	Parcial (S/.)	Sub total (S/.)	Parcial (S/.)	Sub total (S/.)
1.- Costos variables		6.89		6.78		6.81		6.39
a.- Compra de animales	4.05		4.05		4.05		4.05	
b.- Costo de alimentación	2.83		2.72		2.75		2.33	
d.- Mano de obra (S/. 500/mes/manejo de 1000 cuyes)	0.012		0.012		0.012		0.012	
2.- Costos fijos		0.02		0.02		0.02		0.02
a.- Depreciación del corral (20 años) (S/. 8 cuyes/poza)	0.02		0.02		0.02		0.02	
3.- Costo de capital de trabajo		6.91		6.80		6.83		6.41
4.- Interés sobre el capital de trabajo (85 días) (18 % anual FORTALEZA).	0.264	0.26	0.264	0.26	0.264	0.26	0.264	0.26
5.- Costo total de la producción (S/.)		7.17		7.06		7.09		6.67

Cuadro 15. Costo de producción de alfalfa (ha/año)

Rubro	Unidad	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo parcial (s/.)	Costo total (s/.)
Instalación de cultivo					3235.00
Preparación de terreno					
Arado	Hrs maq.	5	35.00	175.00	
Rastra	Hrs maq.	4	35.00	140.00	
Siembra					
Semilla	Kg	25	40.00	1000.00	
Superfosfato triple	Saco	4	105.00	420.00	
Cloruro de potasio	Saco	1	75.00	75.00	
Mano de obra					
Mezcla y distr. de abono	Jornal	1	20.00	20.00	
Distribución de semilla	Jornal	2	20.00	40.00	
Cubierta de semilla	Jornal	4	20.00	80.00	
Riego					
Primer a segundo mes	Jornal	30	20.00	600.00	
Tercer mes	Jornal	15	20.00	300.00	
Cuarto mes	Jornal	2	20.00	40.00	
Al primer corte	Jornal	2	20.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	20	20.00	400.00	
Mantenimiento					2715.00
Limpieza de canal	Jornal	2	20.00	40.00	
Deshierbo	Jornal	45	20.00	900.00	
Riego (4/mes)	Jornal	24	20.00	480.00	
Corte (6/año)	Jornal	60	20.00	1200.00	
Fertilización	Saco	2	20.00	95.00	

Fuente: INIA-Canaán.

Resumen de costos

1.- Instalación del cultivo	s/.	3235.00
2.- Mantenimiento del cultivo	s/.	2715.00
3.- Interés del capital (18% anual AGROBANCO)	s/.	1071.00
Total	s/.	7021.00

Producción de alfalfa/corte/ha(kg)	= 20000
Producción de alfalfa/ha/año (kg)	= 120000
<i>Materia seca (M.S.) = 26.40%</i>	
Producción de M.S./ha/año (kg)	= 29280
Costo de 1 kg de MV	= 0.06
Costo de 1 kg de M.S. =	= 1.6 soles.

Cuadro 16. Costo del alimento balanceado por tratamiento.

INGREDIENTES	TRATAMIENTOS			
	0%	2%	4%	6%
Paja de cebada (pusri)	0.100	0.103	0.106	0.109
Cebada grano	0.159	0.159	0.159	0.159
Subp. de trigo	0.102	0.096	0.093	0.094
Torta de soya	0.373	0.373	0.337	0.245
Harina integral de soya	0.149	0.057	0.000	0.000
Hominy feed	0.061	0.061	0.061	0.061
Harina de plumas	0.000	0.004	0.008	0.012
Maíz	0.049	0.072	0.090	0.101
Pasta de algodón	0.045	0.045	0.045	0.045
Fosfato dicalcico	0.091	0.091	0.091	0.091
Carbonato de calcio	0.006	0.006	0.006	0.006
Sal	0.006	0.006	0.006	0.006
Grasa	0.012	0.020	0.026	0.024
Pre-mezcla	0.023	0.023	0.023	0.023
TOTAL	1.176	1.116	1.051	0.976

Cuadro 17. Efecto de la rentabilidad de la producción de cuyes en los distintos tratamientos del experimento.

Tratamientos	Peso vivo Kg.	Precio de venta S/.	Costo de producción	Utilidad S/.	Retribución %
T1: 0%	1018.67	12.00	7.17	4.83	100.00
T2: 2%	1053.06	12.00	7.06	4.94	102.28
T3: 4%	1005.78	12.00	7.09	4.91	101.66
T4: 6%	979.67	12.00	6.67	5.33	110.35